

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»



**ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

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

2017, Том. 79, № 3 (73)

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

**Воронеж
2017**

**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 ВИНТИ 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 продовольственных товаров;

05.13.00 – Информатика, вычислительная техника;

05.17.00 – Химическая технология;

03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнология);

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 EUGENYD. 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) Индекс Хирша РИНЦ = 20
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) Индекс Хирша РИНЦ = 21

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) Индекс Хирша РИНЦ = 10

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) Индекс Хирша РИНЦ = 8

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) Индекс Хирша РИНЦ = 11

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) h-index = 20

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) Hirsch Index RINC = 21

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) h-index = 20

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) h-index = 8

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) h-index = 11

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) Индекс Хирша РИНЦ = 9

АХМЕДОВ МАГОМЕД ЭМИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой товароведения и экспертизы, Дагестанский государственный технический университет (Махачкала, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 16

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) Индекс Хирша РИНЦ = 9

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) Индекс Хирша РИНЦ = 16

ПРЕЙС ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологические системы пищевых, полиграфических и упаковочных производств Тульский государственный университет, Политехнический институт, (Тула, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 18

МАКСИМЕНКО ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, доцент, доцент кафедры технологические машины и оборудование, Астраханский государственный технический университет (Астрахань, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 7

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) h-index = 9

AHMEDOV MAGOMED EMINOVICH doctor of technical sciences, professor, head. Department of Commodity Science and Expertise, Dagestan State Technical University (Makhachkala, Russia) h-index = 16

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) h-index = 8

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) h-index = 16

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) h-index = 18

MAKSIMENKO YURI ALEKSANDROVICH Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technological Machines and Equipment, Astrakhan State Technical University (Astrakhan, Russia) h-index = 7

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) Индекс Хирша РИНЦ = 7

БУГАЕВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 5

ВИНЧЕНЦО СТОРНЕЛЛИ профессор, профессор кафедры электроники, Университет Л'Аквила (Аквила, Италия) Индекс Хирша SCOPUS = 19

КУЗЬМИЦКИЙ ИОСИФ ФЕЛИЦИАНОВИЧ кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники, Белорусский государственный технологический университет (Минск, Беларусь) Индекс Хирша РИНЦ = 3

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) Индекс Хирша РИНЦ = 6

МЕНЬШУТИНА НАТАЛья ВАСИЛЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры кибернетика химико-технологических процессов Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 8

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) Индекс Хирша РИНЦ = 7

СКРЫПНИКОВ АЛЕКСЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 19

ТИХОМИРОВ СЕРГЕЙ GERMANOVICH доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 4

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) h-index = 7

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) h-index = 5

VINCENZO STORNELLI Professor, Professor of the Department of Electronics, University of L'Aquila (L'Aquila, Italy) h-index = 19

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) h-index = 3

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 Cybematics 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) h-index = 7

SKRYPNIKOV ALEKSEJ VASILEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information Security, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 19 them. DI. Mendeleyev (Moscow, Russia) h-index = 8

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) h-index = 4

ХАУСТОВ ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 4
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) Индекс Хирша РИНЦ = 5

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) h-index = 4
KHVESTOV 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) h-index = 5

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) Индекс Хирша РИНЦ = 20
АГАФОНОВ ГЕННАДИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6
АКСЕНОВА ЛАРИСА МИХАЙЛОВНА доктор технических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ВНИИ кондитерской промышленности (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6
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) Индекс Хирша РИНЦ = 16
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) Индекс Хирша РИНЦ = 12
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) Индекс Хирша РИНЦ = 11
КУЛЬНЕВА НАДЕЖДА ГРИГОРЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10
ПОЛЯКОВ ВИКТОР АНТОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУН ВНИИ Пищевой биотехнологии (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 11

ИЗТАЕВ АУЕЛБЕК доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, директор НИИ пищевых технологий, Алматинский Технологический Университет (Алматы, Казахстан) Индекс Хирша РИНЦ = 1
ЛИСИЦЫН АНДРЕЙ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии РФ, директор ФГБНУ "ВНИИМП им. В.М. Горбатова" (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6
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) Индекс Хирша РИНЦ = 14
ПЕТРОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ ВНИИ Технологии консервирования (Видное, Московская обл., Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 5
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) Индекс Хирша РИНЦ = 10
ХАТКО ЗУРЕТ НУРБИЕВНА доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Майкопский государственный технологический университет, (Майкоп, Россия), Индекс Хирша РИНЦ = 4

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) h-index = 20

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) h-index = 6
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) h-index = 6
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) h-index = 16

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) h-index = 12
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) h-index = 11
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) h-index = 10
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) h-index = 11

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) h-index = 1
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. Gorbato. (Moscow, Russia) h-index = 6
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) h-index = 14

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) h-index = 5
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) h-index = 10

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), h-index = 4

Химическая технология

КАРМАНОВА ОЛЬГА ВИКТОРОВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный инженерный университет (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 5

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) Индекс Хирша РИНЦ = 6

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) Индекс Хирша РИНЦ = 1

КУЧМЕНКО ТАТЬЯНА АНАТОЛЬЕВНА доктор химических наук, профессор, профессор РАН, зав. кафедрой физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 9

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) Индекс Хирша РИНЦ = 4

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) Индекс Хирша РИНЦ = 7

НИКУЛИН СЕРГЕЙ САВВОИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 13

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) Индекс Хирша РИНЦ = 4

ПУГАЧЕВА ИННА НИКОЛАЕВНА доктор технических наук, доцент, профессор кафедры инженерной экологии, декан факультета экологии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 7

СУХАНОВ ПАВЕЛ ТИХОНОВИЧ доктор химических наук, профессор, проректор по учебной работе, профессор кафедры физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 8

ФРАНЧЕСКО ВЕЛЬО профессор, профессор кафедры теории развития химических процессов, Университет Л'Аквила (Аквила, Италия) Индекс Хирша Scopus = 37

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) h-index = 5

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) h-index = 6

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) h-index = 1

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) h-index = 9

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) h-index = 4

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) h-index = 7

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) h-index = 13

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) h-index = 4

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) h-index = 7

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) h-index = 8

FRANCESCO VEGLIO Professor, Professor of the Department of Theory of Chemical Processes development, University of L'Aquila, (L'Aquila, Italy) h-index = 37

Биотехнология и бионанотехнология

КОРНЕЕВА ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА (гл. ред.) доктор биологических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, зав. кафедрой биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 11

АРТЮХОВ ВАЛЕРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биофизики и биотехнологии, Воронежский государственный университет (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 14

КАЛАЕВ ВЛАДИСЛАВ НИКОЛАЕВИЧ доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры генетики, цитологии и биоинженерии, Воронежский государственный университет (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 15

KORNEEVA OLGA SERGEEVNA Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher School of Russia, Head of the Department of Biochemistry and Biotechnology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 11

ARTYUKHOV VALERIY GRIGORYEVICH Doctor of Biological sciences, Professor, Head of the Department of Biophysics and Biotechnology, Voronezh State University (Voronezh, Russia) h-index = 14

KALAEV VLADISLAV NIKOLAEVICH Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biochemistry and Biotechnology, Professor of the Chair of Genetics, Cytology and Bioengineering, Voronezh State University (Voronezh, Russia) h-index = 15

ЛАЗУРИНА ЛЮДМИЛА ПЕТРОВНА доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биологической и химической технологии, Курский государственный медицинский университет (Курск, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6

МЕЗЕНОВА ОЛЬГА ЯКОВЛЕВНА доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой пищевой биотехнологии, Калининградский государственный технический университет, (Калининград, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6

ОВЧИННИКОВА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА доктор химических наук, профессор, руководитель подразделения «Учебно-научный центр», Институт биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 19

ПАНФИЛОВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой биотехнологии, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 5

РИМАРЕВА ЛЮБОВЬ ВЯЧЕСЛАВОВНА доктор технических наук, профессор, зав. отделом биосинтетических и биокаталитических нанотехнологий ферментов, дрожжей, органических кислот и БАД, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 15

ШУВАЕВА ГАЛИНА ПАВЛОВНА кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6

LAZURINA LYUDMILA PETROVNA Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biological and Chemical Technology, Kursk State Medical University (Kursk, Russia) h-index = 6

MESENOVA OLGA YAKOVLEVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Biotechnology, Kaliningrad State Technical University, (Kaliningrad, Russia) h-index = 6

OVCHINNIKOVA TATIANA VLADIMIROVNA Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Educational and Scientific Center, Institute of Bioorganic Chemistry, acad. M.M. Shemyakin and Yu.A. Ovchinnikov Institute of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia) h-index = 19

PANFILOV VIKTOR IVANOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Biotechnology, Russian Chemical and Technological University. D.I. Mendeleev (Moscow, Russia) h-index = 5

RYMAREVA LYUBOV VYACHESLAVOVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Department of Biosynthetic and Biocatalytic Nanotechnology of Enzymes, Yeast, Organic Acids and BAD, Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, All-Russian Scientific Research Institute for Food Biotechnology (Moscow, Russia) h-index = 15

SHUVAEVA GALINA PAVLOVNA Candidate of Biological Sciences, associate professor, Associate professor of the Department of Biochemistry and Biotechnology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 6

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) Индекс Хирша РИНЦ = 10

БАЛЫХИН МИХАИЛ ГРИГОРЬЕВИЧ доктор экономических наук, доцент, и.о. ректора, Московский государственный университет пищевых производств (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 8

БЕЛЯЕВА ГАЛИНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 4

БОГОМОЛОВА ИРИНА ПЕТРОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10

ВОРОНИН ВАЛЕРИЙ ПАВЛОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры теории экономики, товароведения и торговли, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 16

ЗАКШЕВСКИЙ ВАСИЛИЙ ГЕОРГИЕВИЧ доктор экономических наук, профессор, академик РАН, почетный работник агропромышленного комплекса России, директор ФГБУ НИИЭОАПК ЦЧР России (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 16

МЕРЗЛИКИНА ГАЛИНА СТЕПАНОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики и управления, Волгоградский государственный технический университет (Волгоград, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10

МИТЯКОВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор физико-математических наук, профессор, директор института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Ниžний Новгород, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 13

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) Индекс Хирша РИНЦ = 16

САЛИКОВ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10

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) h-index = 10

BALYKHIN MIKHAIL GRIGORYEVICH doctor of economic sciences, associate professor, acting. Rector, Moscow State University of Food Production (Moscow, Russia) h-index = 8

BELIAEVA GALINA VIKTOROVNA Doctor of Economic Science, Professor, Head of the Department of Accounting and budgeting, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 4

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) h-index = 10

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) h-index = 16

ZAKSHEVSKY VASILY GEORGIEVICH Doctor of Economics, Professor, Academician of the RAS, Honorary Worker of the Russian Agriindustrial 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) h-index = 16

MERZLIKINA GALINA STEPANOVNA Doctor of economic sciences, professor, head. Department of Economics and Management, Volgograd State Technical University (Volgograd, Russia) h-index = 10

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) h-index = 13

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) h-index = 16

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) h-index = 10

СИБИРСКАЯ ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Москва, Россия)
Индекс Хирша РИНЦ = 21

СОЛОПОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ доктор экономических наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе Мичуринский государственный аграрный университет (Мичуринск, Россия)
Индекс Хирша РИНЦ = 14

SIBIRSKAYA ELENA VIKTOROVNA Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Statistics, Russian Economic University. G.V. Plekhanov (Moscow, Russia) Hirsch Index RINC = 21

SOLOPOV VLADIMIR ALEKSEEVICH Doctor of Economics, Professor, Pro-Rector for Scientific and Innovation Work Michurinsky State Agrarian University (Michurinsk, Russia) h-index = 14

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 04.09.2017. Подписано в печать 21.09.2017

Выход в свет: 25.09.2017

Формат 70×100 1/8.

Усл. печ. л. 43 Тираж 1500 экз. Заказ.

Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО

«Воронеж. гос. ун-т инж.
технол.», 2017

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

Ostrikov A.N., Samburik N.P., Razdina E.V. Analysis of the technology of production of pressed sunflower oil at LLC Chernozemye and recommendations for improving its efficiency

Maul D., Krasnikova L.V., Gromtcev A.S. Investigation of the influence of ultrasonic treatment in liquid media of various compositions on meat semi-finished products surface microflora

Antipov S.T., Ovsyannikov V.Yu., Korchinskij A.A., Smyrnykh A.A. Investigation of rheological and thermophysical characteristics blood of cattle

Pribylova N.V., Filonov S.A., Zheltoukhova E.Yu. The count of losses by eddy currents in the windings of electric motors with hollow anchor

Verboloz E.I., Romanchikov S.A. Features of the low-temperature heat treatment of meat products in a combi steamer with the imposition of ultrasonic vibrations

Magomedov G.O., Plotnikova I.V., Kuznetsova I.V., Naumchenko I.S. The study of forms of bonding marshmallow moisture with different composition by method of thermal analysis

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

Bugaev Yu.V., Safonova Yu.A., Tkachev A.Yu. A probabilistic approach to the management of multi-stage multicriteria process

Bitjukov V.K., Khvostov A.A., Tikhomirov S.G., Ivanov A.V., Khaustov I.A. Synthesis of the Markov model of the thermochemical degradation of a polymer in solution

Avseeva O.V., Larina M.V. Development learning algorithm of mobile robot to detect obstacles in confined space

Kozhevnikov Yu.E., Sukhanova N.V. Optimal control of biomass selection from the apparatus

Sazonova A.A., Filippova L.L., Filippov R.R. Remote control of the microscope Leica DM IRM based on the technology of the Internet of things

Astapenko A.F., Smirnov D.N., Tkachev V.I., Panov S.Yu., Lavrov S.V. Defining quality indicators and criteria for optimal fault diagnosis system of technical system

FOOD BIOTECHNOLOGY

Shaimerdenova D.A., Gorbatovskaya N.A., Iztaev A.I. Determination of perspectivity of soft wheat samples of Kazakhstan by method of microscoping

Alekseeva T.V., Kalgina Yu.O., Evlakova V.S., Malakova L.A. Prospects for the use of alfalfa seeds in the production of special food products

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Остриков А.Н., Самбурик Н.П., Раздина Е.В. Анализ технологии производства прессового подсолнечного масла на ООО «Черноземье» и рекомендации по повышению ее эффективности

Мауль Д., Красникова Л.В., Громцев А.С. Исследование влияния ультразвуковой обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов

Антипов С.Т., В.Ю. Овсянников, Корчинский А.А., Смирных А.А. Исследование реологических и теплофизических характеристик крови крупного рогатого скота

Прибылова Н.В., Филонов С.А., Желтоухова Е.Ю. Учет потерь на вихревые токи в обмотках электродвигателей с полым якорем

Верболоз Е.И., Романчиков С.А. Особенности низкотемпературной тепловой обработки мясо-продуктов в пароконвектомате с наложением ультразвуковых колебаний

Магомедов Г.О., Плотникова И.В., Кузнецова И.В., Наумченко И.С. Исследование форм связи влаги зефира различного состава методом термического анализа

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Бугаев Ю.В., Сафонова Ю.А., Ткачев А.Ю. Вероятностный подход к управлению многостадийными многокритериальными технологическими процессами

Битюков В.К., Хвостов А.А., Тихомиров С.Г., Иванов А.В., Хаустов И.А. Синтез марковской модели термохимической деструкции полимера в растворе

Авсеева О.В., Ларина М.В. Разработка алгоритма обучения мобильного робота в целях обнаружения препятствий в замкнутом пространстве

Кожевников Ю.Е., Суханова Н.В. Оптимальное управление отбором биомассы из аппарата

Сазонова А.А., Филиппова Л.Л., Филиппов Р.Р. Удаленное управление микроскопом Leica DM IRM на основе технологии интернета вещей

Астапенко А.Ф., Смирнов Д.Н., Ткачев В.И., Панов С.Ю., Лавров С.В. Определение качественных показателей и критерия оптимальности системы диагностирования неисправностей технических систем

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Шаймерденова Д.А., Горбатовская Н.А., Изтаев А.И. Определение перспективности сортов мягкой пшеницы Казахстана методом микроскопирования

Алексеева Т.В., Калгина Ю.О., Евлакова В.С., Малакова Л.А. Перспективы применения семян люцерны в производстве пищевой продукции специального назначения

Shishackij Yu.I., Kuchmenko T.A., Nikel S.A., Umarhanov R.U. Study of the chemical composition of the smell of the dairy-vegetable extract of lupine on the "Piezoelectronic nose"

Solovyova E.A., Sanov D.A. Development of technology for bakery products of functional purpose using non-traditional raw materials

Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Medko J.G. Development of technology of sour cream product with increased shelf life

Matyeyev Ye.Z., Terekhina A.V., Kopylov M.V. Research of qualitative indicators of safflower oil

Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Kuznetsov V.S. The use of mod-ified packaging in the technology of butter.

CHEMICAL TECHNOLOGY

Kayushnikov S.N., Prokopchuk N.R., Uss E.P., Karmanova O.V. Properties of tire rubber with zinc-containing technological additives

Kuchmenko T.A., Griboedova I.A., Poryadina D.A. Development of express method of microgravimetric determination of actual resins in petrols

L. Amad Elddein Elshwain, L. Mohamed Handawi Saad Elmunafi, Noordin Mohd Yusof Noordin Mohd Yusof Machinability of Stainless Tool Steel using Nitrogen Oil-Mist coolant

Emel'yanov A.B., Kononov N.R., Yusupov S., Myagkhov A.A. On the development of research on resource and energy-saving processes in the chemical and related industries

Kalashnikov G.V., Atiskov I.M. Classification of methods and equipment recovery secondary waters

BIOTECHNOLOGY AND BIONANATECHNOLOGY

Radif Z.Kh., Anokhina E.P., Korneeva O.S. The choice of enzyme preparation for mannose containing hydrolyzates with prebiotic activity obtaining

Gematdinova V.M., Kanarskiy A.V., Kanarskaya Z.A., Smetanska I.I. Influence of alkaline and environmental processing of oil and grain outs on β -glucane output

Pishchikov G.B., Lazarev V.A., Shikhalev S.V. A method of evaluating the intensity of spatial mixing of the microorganisms in the bioreactors, continuous

Maltseva O.Yu., Meshcheryakova O.L., Novikova I.V., Stepanova D.S., Stepanova M.S., Korneeva O.S. The influence of bacterial cultures on the conservation of green fodders

Kalaeva E.A., Kalaev V.N., Efimova K.A., Maltseva O.Yu. Methylene blue regulates spontaneous mutation process in somatic cells of C57BL/6 mice

97 **Шишацкий Ю.И., Кучменко Т.А., Никель С.А., Умарханов Р.У.** Изучение химического состава запаха молочно-растительного экстракта люпина на «Пьезоэлектронном носе»

104 **Соловьева Е.А., Сьянов Д.А.** Разработка технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием нетрадиционного сырья

109 **Голубева Л.В., Долматова О.И., Медко Ю.Г.** Разработка технологии сметанного продукта с увеличенным сроком годности

115 **Матеев Е.З., Терёхина А.В., Копылов М.В.** Исследование качественных показателей сафлорового масла

120 **Голубева Л.В., Долматова О.И., Кузнецов В.С.** Применение модифицированной упаковки в технологии масла сливочного

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

126 **Каюшников С.Н., Прокочук Н.Р., Усс Е.П., Карманова О.В.** Свойства шинных резин с цинкосодеждающими технологическими добавками

136 **Кучменко Т.А., Грибоедова И.А., Порядина Д.А.** Разработка экспрессного способа микрогравиметрического определения фактических смол в бензинах

143 **L. Amad Elddein Elshwain Amad Elddein Elshwain, L. Mohamed Handawi Saad Elmunafi, Noordin Mohd Yusof Noordin Mohd Yusof** Machinability of Stainless Tool Steel using Nitrogen Oil-Mist coolant

148 **Емельянов А.Б., Кононов Н.Р., Юсупов С., Мягков А.А.** К вопросу развития исследований ресурсо- и энергосберегающих процессов в химической и смежных отраслях промышленности

154 **Калашников Г.В., Атисков И.М.** Классификация способов и оборудования рекуперации вторичных вод

БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ

159 **Ради́ф З.Х., Анохина Е.П., Корнеева О.С.** Выбор ферментного препарата для получения маннозо-содержащих гидролизатов с пребиотической активностью

164 **Гематдинова В.М., Канарский А.В., Канарская З.А., Сметанская И.И.** Влияние щелочной и ферментативной обработки зерна овса и овсяных отрубей на выход β -глюкана

169 **Пищиков Г.Б., Лазарев В.А., Шихалев С.В.** Метод оценки интенсивности пространственного смешения микроорганизмов в биореакторах непрерывного действия

174 **Мальцева О.Ю., Мещерякова О.Л., Новикова И.В., Степанова Д.С., Степанова М.С., Корнеева О.С.** Влияние бактериальных культур на сохранность зеленых кормов

180 **Калаева Е.А., Калаев В.Н., Ефимова К.А., Мальцева О.Ю.** Метиленовый синий регулирует спонтанный мутационный процесс в соматических клетках мышей линии C57BL/6

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Horev A.I., Barkalova I.I., Bukharin S.V. Generalized indicator and classification structures of the capital of the industrial enterprises

Kuznetsova N.V., Khodyachikh V.A., Kurbanaliyev T.I. To the issue of automation of inventory accounting

Baklaeva N.M. New technologies in the implementation of interbudgetary relations

Kudryavtseva N.N., Pakhomova Yu.V., Duvanova Yu.N. Introduction of policy of management of financial risks in LLC Tekhosnastka

Kiseleva T.F., Vechtomova E.A., Egorova N.M., Kozhemyako A.V. Marketing research of consumer preferences in juice products market in Kemerovo

Syanov D.A., Solovyeva E.A. Prospects for the development of modern cooling systems in the context of globalization

Kuksova I.V., Meshcheryakov V.I. Economic-mathematical substantiation of optimizing the use of technical means, to perform tasks in conditions of uncertainty

Grigoryeva V.V., Strukov G.N., Slepokurova J.I., Slepokurova A.A. Economic security of the Russian Federation: current status, level and threats

Vodyanenko O.I. Theoretic and methodological aspects of the formation of social economics on the mezo-level

Serebryakova N.A., Zubova T.A. Conceptual foundations for the creation of a cluster in the agricultural complex of the region

Ledeneva M.V., Parfenova M.V. Innovation voucher in the system of regional innovation policy tools

Pastushkova E.V., Chugunova O.V. Import substitution and its role in food security and agricultural development in the region

Kuzmenko N.I. Innovative activity of organizations as the basis for the formation of innovative economy in the regions of the Russian Federation

Mizanbekova S.K., Bogomolova I.P., Bogomolov A.V. Directions of effective development of the grain market in the aspect of solving food security problems

Sokolinskaya Yu.M. Logic-probable approach to the determination of the risk-sustainable strategy of the region and enterprises

Bogomolov A.V. Innovations in resource efficiency and quality management as a tool for balanced development of flour mills

Allabjan M.G. The main directions of industrial policy development in modern conditions

Sokolinskaya Yu.M. Development of mechanisms and instruments of increasing economic safety with regard to the peculiarities of the present stage of the economy

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Хорев А.И., Баркалова И.И., Бухарин С.В. Обобщенный показатель и классификация структуры капитала промышленных предприятий

Кузнецова Н.В., Ходячих В.А., Курбаналиев Т.И. Обзор современных программ. Особенности отражения учета МПЗ в 1С

Баклаева Н.М. Новые технологии в реализации межбюджетных отношений

Кудрявцева Н.Н., Пахомова Ю.В., Дуванова Ю.Н. Внедрение политики управления финансовыми рисками в ООО «Техоснастка»

Киселева Т.Ф., Вечтомова Е.А., Егорова Н.М., Кожемяко А.В. Маркетинговое исследование потребительских предпочтений на рынке соковой продукции г. Кемерово

Сьянов Д.А., Соловьёва Е.А. Перспективы развития современных систем холодоснабжения в условиях глобализации

Куксова И.В., Мещеряков В.И. Экономико-математическое обоснование оптимизации использования видов технических средств, для выполнения задач в условиях неопределенности

Григорьева В.В., Струков Г.Н., Слепокурова Ю.И., Слепокурова А.А. Экономическая безопасность Российской Федерации: современное состояние, уровень и угрозы

Водяненко О.И. Теоретико-методологические аспекты формирования социальной экономики на мезоуровне

Серебрякова Н.А., Zubova T.A. Концептуальные основы создания кластера в сельскохозяйственном комплексе региона

Леденёва М.В., Парфенова М.В. Инновационный ваучер в системе инструментов региональной инновационной политики

Пастушкова Е.В., Чугунова О.В. Импортзамещение и его роль в обеспечении продовольственной безопасности и развитии АПК региона

Кузьменко Н.И. Инновационная активность организаций как основа формирования инновационной экономики в регионах РФ

Мизанбекова С.К., Богомолова И.П., Богомолов А.В. Направления эффективного развития рынка зерна в аспекте решения проблем продовольственного обеспечения

Соколинская Ю.М. Логико-вероятностный подход к определению риск-устойчивой стратегии региона и предприятий

Богомолов А.В. Инновации в ресурсоэффективности и управлении качеством, как инструмент сбалансированного развития мукомольных предприятий

Аллабян М.Г. Основные направления разработки промышленной политики в современных условиях

Соколинская Ю.М. Развитие механизмов и инструментов повышения экономической безопасности с учетом особенностей современного этапа экономики

Процессы и аппараты пищевых производств

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.03.031.81

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-11-18>

Анализ технологии производства прессового подсолнечного масла на ООО «Черноземье» и рекомендации по повышению ее эффективности

Александр Н. Остриков	¹	oan@vsuet.ru
Нина П. Самбурик	²	Liboil_lipetsk@mail.ru
Елена В. Раздина	¹	lenarazdina@list.ru

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

² ООО «Черноземье», 399540, Липецкая область, Тербунский район, с. Тербуны, ул. Ленина, д. 61.

Реферат. Приведено описание технологической схемы подготовительного цеха, прессового цеха и очистки прессового масла на ООО «Черноземье», с анализом работы основных видов технологического оборудования для выявления проблемных мест производства. Установлено, что при обрушивании и разделении рушанки на фракции в сепараторах и отсевах создаются благоприятные условия для обмасливания лузги за счет контактирования ее при прохождении через сито вместе с высокомасличным дробленным ядром и масляной пылью. Для снижения масличности лузги в схеме рекомендовано использовать гидроциклоны, которые направляют лузгу для последующего выделения унесенных вместе с лузгой частиц ядра и масляной пыли. Выявлено также, что наибольшее содержание в масле восков и воскоподобных веществ, существенно влияющих на прозрачность товарного подсолнечного масла, содержится в липидах лузги, которые частично переходят в масло при переработке семян. Содержание восков в маслах тем выше, чем больше лузги содержится в ядре, и чем выше температура мезги, поступающей на прессование. При этом соотношение олеиновой и линолевой кислотами у низкомасличных сортов 1:1, у высокомасличных 1:3. Неоднородность помола мятки, получающийся при обрушивании семян, затрудняет процесс равномерного увлажнения, прогрева и высушивания мезги в кондиционере. На структуру готовой мезги влияет первичная структура мятки, получившаяся в процессе измельчения семян. Происходящая интенсивная окраска мезги, жмыха и шрота это в процессе подсушивания мятки обусловлена высокой температурой (выше 100 °С) в кондиционере, что ведет к интенсивному протеканию сахароаминных реакций, увеличению общего содержания азота и фосфора. А это изменяет окраску и увеличивает сырьевые потери.

Ключевые слова: технология, подсолнечное масло, прессование, качество, рекомендации, эффективность производства

Analysis of the technology of production of pressed sunflower oil at LLC Chernozemye and recommendations for improving its efficiency

Aleksandr N. Ostrikov	¹	oan@vsuet.ru
Nina P. Samburik	²	Liboil_lipetsk@mail.ru
Elena V. Razdina	¹	lenarazdina@list.ru

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

² Chernozemye LLC, 399540, Lipeckaya oblast, Terbunskiy rayon, s. Terbuyny, ul. Lenina, d. 61.

Summary. The description of the technological scheme of the stock-preparation shop, press shop and cleaning of worm-press oil at Chernozemye LLC, with an analysis of the main types of technological equipment operation and evaluation of problematic production sites is given. It has been established that during hulling and following separation into fractions in separators and sifts, favorable conditions are created for oiling the husks by contacting it while passing through a sieve together with a high-oiled crushed kernel and oilseed dust. To reduce the oil content of husks in the scheme, it is recommended to use hydrocyclones that direct the husk for the subsequent separation of the particles of the kernel and oil dust carried along with the husk. It was also revealed that the greatest content of waxes and waxlike substances in the oil, which significantly affect the transparency of commercial sunflower oil, is contained in the husks lipids, which partially pass into the oil during the processing of seeds. The content of waxes in oils is the higher, the more husk is contained in the kernel, and the higher the temperature of the pulp entering the pressing. In this case, the ratio of oleic and linoleic acids in low-oil varieties is 1:1, in high-oil varieties is 1:3. The heterogeneity of the grinding of the oil seed meal, resulting from the hulling of seeds, makes it difficult to uniformly moisten, warm and dry the pulp in the conditioner. The structure of the finished pulp is influenced by the primary structure of the oil seed meal, obtained during the process of grinding the seeds. The intensive coloring of the pulp, oil cake and ground oil-cake during the drying of oil seed meal is due to the high temperature (above 100 °C) in the conditioner, which leads to an intensive course of the sugar-amino reactions, an increase in the total content of nitrogen and phosphorus. And this changes color and increases raw materials losses.

Keywords: technology, sunflower oil, pressing, quality, recommendations, production efficiency

Введение

Масложировая промышленность является важной отраслью пищевой индустрии России [1]. На ее долю приходилось 5,3% общего объема продукции, реализуемой организациями

промышленности, более 4% основных производственных фондов и около 5% промышленного персонала. Мощности российских маслосебяющих организаций по переработке маслосемян составляют 9,3 млн тонн в год.

Для цитирования

Остриков А.Н., Самбурик Н.П., Раздина Е.В. Анализ технологии производства прессового подсолнечного масла на ООО «Черноземье» и рекомендации по повышению ее эффективности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 11–18. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-11-18

For citation

Ostrikov A.N., Samburik N.P., Razdina E.V. Analysis of the technology of production of pressed sunflower oil at LLC Chernozemye and recommendations for improving its efficiency. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 11–18. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-11-18

ООО «Черноземье» – это современное предприятие, которое является полностью безотходным. Оно состоит из элеватора мощностью 70 тыс. тонн, маслозавода и цехов хранения готовой продукции. С выходом на проектную мощность предприятие планирует перерабатывать по 2000 тонн сырья в сутки (450 тыс. тонн семян подсолнечника в год) и выпускать 900 тонн растительного масла в сутки.

Основным готовым продуктом является прессовое подсолнечное масло, экстракционное подсолнечное масло, гранулированный шрот и гранулированная лузга. Оптимальный процент влажности семян, поступающих на переработку – 6%. Семена должны быть хорошо очищены, содержание мусора не должно превышать 1%, а битого зерна – 3% [2].

Основными отходами предприятия являются шрот – высокобелковый концентрированный корм, который продается как комбикорм, и гидрофуз, содержащий большое количество полезных жиров и витаминов, который возвращается в производство как добавка в шрот на этапе тостирования.

Образующаяся в процессе производства лузга гранулируется и используется в виде топлива на собственной котельной.

Извлечение масла на данном предприятии осуществляется двумя методами: прессованием на форпрессах и экстракцией, с последующим удалением растворителя из готовой продукции.

Описание технологической схемы подготовительного цеха

С зерносушильного комплекса элеватора семена подсолнечника поступают в цех производственной подготовки (рисунок 1).

Позиции на чертеже: 1 – оперативный бункер; 2 – скребковый конвейер; 3, 12 – нория; 4 – бункер; 5 – бункерные весы; 6 – промежуточный бункер; 7.1, 7.2 – винтовые конвейеры; 8.1, 8.2 – сепараторы; 9, 13 – скребковые конвейеры для лузги; 10.1, 10.2 – магнитные сепараторы; 11 – скребковый конвейер для семян подсолнечника; 14.1...14.12 – семенорушка; 15 – бункер пересыпа; 16.1, 16.2 – рукавные фильтры; 17.1, 17.2 – вентиляторы; 18.1, 18.2 – сепараторы; 19, 20, 21 – скребковый конвейер; 22 – нория лузги; 23, 25 – скребковые конвейеры лузги; 24 – накопительная емкость.

Из оперативного бункера 1 семена скребковым конвейером 2 подаются на норию 3. Норией загружаются в бункер 4, а из него в бункерные весы 5. Взвешенные семена пересыпаются в промежуточный бункер 6, из которого винтовыми конвейерами 7.1–7.2 подаются на сепараторы производственной очистки 8.1–8.2.

Сорные примеси, отделенные на сепараторах 8.1–8.2, скребковым конвейером 9, подаются на норию лузги 22.

Аспирационный воздух с головки нории 3, бункеров 4, 6, 15, весов 5, сепараторов производственной очистки 8.1–8.2 подается на очистку в рукавные фильтры 16.1–16.2. Очищенный воздух выбрасывается центробежными вентиляторами 17.1–17.2 в атмосферу, а осажденная в фильтрах пыль через шлюзовые затворы подается в скребковый конвейер для сора 9.

Очищенные семена с сепараторов 8.1–8.2 поступают на магнитные сепараторы 10.1–10.2. Отсюда отделенные металлопримеси самотеком попадают в собирающий контейнер, а очищенные семена подсолнечника поступают в скребковый конвейер 11. С конвейера 11 норией 12 семена подаются на конвейер 13 и распределяются через заслонки с пневмоприводом по установкам для обрушивания семян 14.1–14.12.

Избыток семян с конвейера 13 самотеком попадает в бункер 15, оборудованный датчиками уровня. С бункера 15 семена возвращаются винтовым конвейером 19 на норию 12.

Обрушенные семена с установок для обрушивания 14.1–14.12 самотеком подаются на сепараторы 18.1–18.12. Недоруш с сепараторов 18.1–18.2 поступает на скребковый конвейер 19, которым подается в норию 12 и далее возвращается по выше описанной схеме на повторное обрушивание. Ядро с сепараторов 18.1–18.12 скребковым конвейером 20 перемещается на скребковый конвейер 21 и подается в прессовой цех.

Аспирационный воздух с сепараторов подается в циклоны разгрузители для мелкой фракции лузги + ядра и для крупной фракции лузги + ядра. Очищенный воздух выбрасывается центробежными вентиляторами в атмосферу.

Лузга с конвейеров подается на центробежные просеиватели, с просеивателей на сепараторы. Ядро с рассевов и сепараторов поступают в скребковый конвейер для ядра, а лузга в скребковый конвейер для лузги, откуда скребковым конвейером подается на норию лузги.

Аспирационный воздух с центробежных просеивателей и сепараторов подается на циклон. Осевшие в циклоне частицы через шлюзовой затвор высыпаются в скребковый конвейер для лузги, а очищенный воздух выбрасывается вентилятором в атмосферу.

Лузга с нории поступает на скребковый конвейер, который подает лузгу в накопительную емкость участка грануляции лузги и затем лузга подается в котельную.

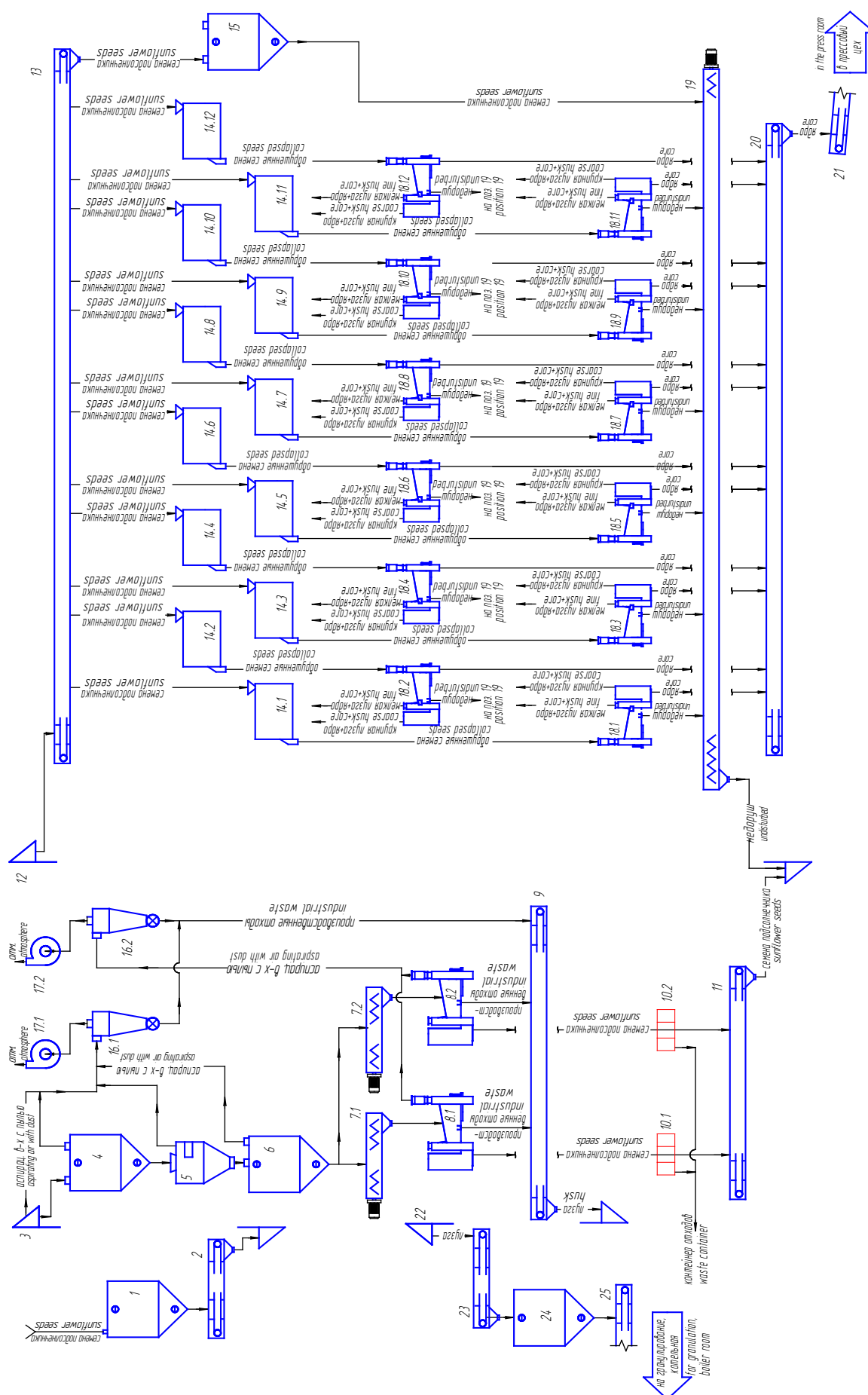


Рисунок 1. Технологическая схема цеха производственной подготовки семян
Figure1. Technological scheme of the workshop for seed preparation

**Описание технологической схемы
прессового цеха и очистки прессового масла**

Позиции на чертеже: 1 – магнитный сепаратор; 2 – разгрузочный шнек; 3 – кондиционер; 4, 5, 24 – скребковые конвейеры; 6.1...6.3 – дозирующие шнеки прессов; 7.1...7.3 – пресса; 8 – конвейер жмыха; 9 – бункер; 10, 15 – винтовые конвейеры; 11 – охладитель жмыха; 12 – конвейер транспортировки жмыха в экстрактор; 13 – вентилятор; 14, 23 – циклон; 15 – скребковый конвейер тип «гусиная шея»; 16 – фузоловушка; 17 – вакуумный сепаратор; 18.1...18.4 – насосы; 19 – емкости для сухого отфильтрованного осадка; 20 – емкость для грязного масла; 21.1...21.3 – фильтры; 22.1...22.3 – пневматические вибраторы для выгрузки сухого отфильтрованного осадка; 25 – емкость для чистого масла; насосы; 26 – насос; 27 – охладитель.

Ядро из подготовительного цеха скребковым конвейером 21 подается на магнитный сепаратор 1, в котором отделяются магнитные примеси. После сепаратора ядро подается загрузочным шнеком 2 в кондиционер 3 (рисунок 2).

Кондиционер представляет собой горизонтальный вращающийся цилиндр со встроенным в средней части аппарата пучком труб. Цилиндрический барабан установлен наклонно к горизонтали и продукт перемещается от входа к выходу, нагреваясь до температуры 85 °С, контактируя с горячими трубами, в которые подается пар. Испаряемая влага выбрасывается через газодход, расположенный на выходе пара из кондиционера, и выбрасывается в атмосферу.

После влаготепловой обработки ядро из кондиционера 3 поступает на наклонный скребковый конвейер 4, а затем на винтовой конвейер 5. Конвейер 5 распределяет материал на дозирующие шнеки к прессам 6.1–6.3. Остатки материала сбрасываются в бункер 9, а из него винтовым конвейером 10 через скребковый конвейер тип «гусиная шея» 15 возвращаются в конвейер 4.

Материал из дозирующих шнеков к прессам 6.1–6.3 поступает в прессы 7.1–7.3. Прессовое масло вырабатывают на шнековых прессах однократного отжима. Полученный в процессе прессования жмых поступает на скребковый конвейер 8 и далее в охладитель жмыха 11. Охлаждение жмыха осуществляется и в момент его транспортировки в экстракционный цех по цепному конвейеру 12, который установлен в закрытом кожухе. В зимний период охлаждение осуществляется свежим приточным воздухом с улицы, а в летнее время охлаждение осуществляется за счет подачи воздуха с помощью вентиляторов 13.

Аспирационный воздух из охладителя жмыха 11 удаляется вентилятором 14 через циклон 47. Мелкая фракция жмыха, которая отделяется на циклоне 9, через шлюзовой затвор подается на конвейер 10, затем на конвейер типа «гусиная шея» 15 и далее по схеме.

Жмыховая осыпь со скребкового конвейера 8 направляется в конвейер 10. В фузоловушку 16 масло подается с прессов 7.1–7.3, где осуществляется первичная очистка масла от крупных частиц осыпи (фуз). После первичной очистки масло подается в вакуумный сепаратор 17 для отделения влаги из масла, а затем насосом 18.1 закачивается в емкость с мешалкой 19 и оттуда направляется в емкость грязного масла 20. Фуз из фузоловушки 16 разгрузочным шнеком подается в конвейер 24 и гидрофуз из сепаратора 17 направляется в конвейер 24, а из него в конвейер 15 и далее по схеме возвращается в пресса. Масло после первичной очистки самотеком поступает в емкость для грязного масла 20. Из емкости 20 насосами 18.2–18.4 масло подается для фильтрации на пластинчатые фильтры 21.1–21.3.

В начальный период работы фильтров на поверхности фильтрующих пластин намывается фильтровальный слой из зерновой осыпи, а затем начинается фильтрация масла, в ходе которого накапливается осадок на пластинах. Возникает необходимость очистки фильтровальной поверхности. Для этого останавливают работающий фильтр, а фильтрацию масла производят на другом фильтре.

Очистка фильтров 21.1–21.3 производится с помощью пневматических вибраторов 22.1–22.3 с предварительной продувкой сжатым воздухом давлением 0,6 МПа. Происходит высушивание осадка, а в результате встряхивания осадок через открытый донный клапан сбрасывается в емкость, расположенную под каждым фильтром, для отфильтрованного осадка. Из емкости осадок сбрасывается в скребковый конвейер 24, направляется в конвейер 15 для повторного использования в цикле прессования.

При продувке фильтров сжатым воздухом, масло с фильтров подается на сепаратор, в котором воздух отделяется от масла и выбрасывается в атмосферу, а масло возвращается в емкость 20.

Отфильтрованное масло подается в промежуточную емкость для чистого масла 25. Отсюда насосом 26 подается для охлаждения на теплообменник 27 и через расходомер в цех для хранения.

Состав подсолнечного масла определяется его жирнокислотным составом (таблица 1)

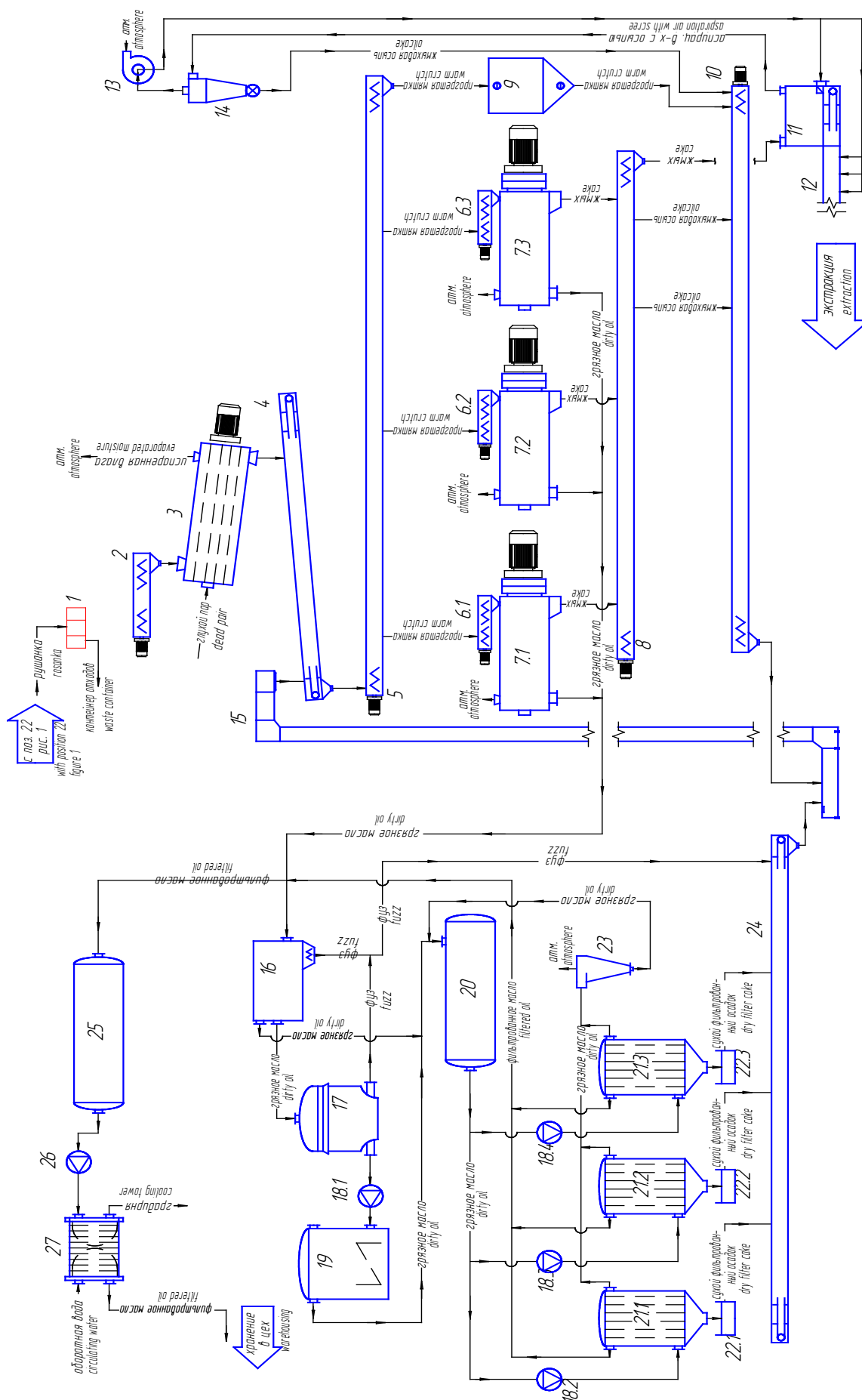


Рисунок 2. Технологическая схема прессового цеха
Figure2. Technological scheme of the press room

Показатели качества подсолнечного масла

Table 1

Quality indicators of sunflower oil

Показатель Index	Содержание Content
Плотность при 10 °C Density at 10 °C	920–927 кг/м ³
Температура застывания Freezing point	16–19 °C
Кинематическая вязкость при 20 °C Kinematic viscosity at 20 °C	60,6·10 ⁶ Па/с
Йодное число Iodine number	119–145
Число омыления Number of saponification	186–194
Содержание кислот: Content of acids:	
Олеиновая Oleic acid	61–70%
Линолевая Linoleum	22–28%
Стеариновая Stearic	4,1–4,8%
Пальминовая Palmine	4,2–4,6%
Прочие Other	4,2–4,6%
Содержание токоферолов, всего Contents of tocopherols, total	40–70 мг/100г
Содержание каротинов, не более Carotene content, no more than	0,007%

Влияние технологических режимов на качество готовой продукции

Технологическая линия предусматривает остаточное содержание лузги 12%, содержание протеина 42,5%, потери масла с лузгой не более 1,2%. Для обрушивания семян подсолнечника используют машины ударного типа. Отделение лузги и ядра происходит на 12 сепараторах Buhler-SchmidtSeegerTAS производительностью каждый до 7 т/ч. На линии контроля лузги используется аспирационный воздух, направляющий лузгу в циклоны. Дальнейшая очистка производится на рассевах: для мелкой фракции лузги с ядром вращательного типа TwinRotostar, для крупной фракции лузги с ядром колебательного типа Classifier.

Установлено, что при обрушивании и разделении рушанки на фракции в сепараторах и рассевах создаются благоприятные условия для обмасливания лузги за счет контактирования ее при прохождении через сито вместе с высокомасличным дробленным ядром и масличной пылью. Пребывание рушанки в сепараторе увеличивается от крупной фракции к мелкой в среднем до 60 с. За это время значительно увеличивается масличность лузги. Для снижения масличности лузги в схеме рекомендуется использовать гидроциклоны, которые направляют лузгу для последующего выделения унесенных вместе с лузгой частиц ядра и масличной пыли.

Прозрачность товарного подсолнечного масла зависит от содержания в нем восков и воскоподобных веществ. Выявлено, что наибольшее содержание восков и воскоподобных веществ в масле содержится в липидах лузги, которые частично переходят в масло при переработке семян. Содержание воскоподобных веществ в прессовом подсолнечном масле 0,05–0,10%, в экстракционном – от 0,10 до 0,35%. Содержание

восков в маслах тем выше, чем больше лузги содержится в ядре, и чем выше температура мезги, поступающей на прессование. При этом соотношение олеиновой и линолевой кислотами у низкомасличных сортов 1:1, у высокомасличных 1:3.

Процесс влаготепловой обработки мятки является важным процессом подготовки мезги. При кондиционировании вследствие нагрева и смачивания поверхности белковых веществ, происходит их набухание и частичное выделение масла на поверхность мятки. Необходимо отметить, что неоднородность помола мятки, получающийся при обрушивании семян, затрудняет процесс равномерного увлажнения, прогрева и высушивания мезги в кондиционере. Структура мезги также оказывает влияние и при прессовании. На структуру готовой мезги, прежде всего, влияет первичная структура мятки, получившаяся в процессе измельчения семян. Чем тоньше помол, тем больше мелких частиц в нем содержится, тем больше будут эти частицы агрегироваться при увлажнении и пропаривании, т. е. тем больше будет образовываться вторичных структур, и наоборот, чем помол крупнее, тем меньше будет образовываться вторичных структур. Происходящая интенсивная окраска мезги, жмыха и шрота это в процессе подсушивания мятки обусловлена высокой температурой (выше 100 °C) в кондиционере, что ведет к интенсивному протеканию сахароаминных реакций, увеличению общего содержания азота и фосфора. А это изменяет окраску и увеличивает сырьевые потери.

В процессе извлечения масла и дисцилляции фосфатиды сырых масел могут взаимодействовать с сахарами с образованием темно окрашенных меланофосфатидов, которые способны изменять окраску масла. Их интенсивное образование

происходит в интервалах температуры 60–110 °С и 110–140 °С. Содержание фосфатидов и воскоподобных веществ увеличивается по мере повышения температуры, а влажность масла уменьшается. Чем ниже температура масла и выше влажность масла, тем быстрее и полнее происходит процесс набухания и укрупнения фосфатидов – процессы самогидратации и коагуляции фосфатидов. Присутствие в подсолнечном масле нерастворимых механических примесей в условиях первичной очистки ухудшает его качество. Это приводит к интенсификации окислительных, ферментативных и гидролитических процессов, так как эти процессы проходят быстрее на поверхности частиц примесей, чем в объеме. На данном предприятии используют полное и быстрое удаление из масла нерастворимых механических примесей: осаждение механических примесей в фузоловушке, извлечение воды в вакуумной сушке, фильтрация на пластинчатых фильтрах. А также присутствует процесс гидратации масла по удалению фосфолипидов.

Было выявлено, что при соблюдении технологического режима с выдерживанием заявленных нормативных параметров процесса от производителя оборудования, происходит потеря масла в пределах 10%. Сравнивая нормативные требования в технологическом режиме и результаты лабораторных анализов на каждом этапе производства, был сделан вывод: происходит большой вынос ядра в лузгу, а соответственно вынос масляной пыли с лузгой.

Решение задач по снижению потерь масла с лузгой выполнялось на основании системного подхода с анализом сложной структуры рушально-веечного участка, его прямых и обратных связей, основных и вспомогательных потоков, а также функционирования существующего оборудования для выполнения технологических операций обрушивания семян подсолнечника и разделения подсолнечной рушанки.

Для выполнения поставленных задач проведен функционально-структурный анализ рушально-веечного цеха, состоящего из подмодулей: рушально-веечного комплекса для обрушивания семян подсолнечника, рушально-веечного комплекса для контроля недоруша и целяка и семеновеечных машин для контроля лузги. Количественную оценку структуры действующего семеновеечного оборудования выполнили на основании энтропийно-информационного анализа уровней стабильности этих подсистем.

На этапе обрушивания семян подсолнечника на предприятии применяются бичевые семенорушки, в которых реализован метод однократного удара, что, безусловно, снижает потери к обмасливанию лузги (сорбированию масла).

Обрушивание подсолнечных семян на имеющемся оборудовании приводит к обмасливанию лузги около 2%. В этом случае безвозвратные потери масла с лузгой (сорбированного масла) при ее обмасливании только на 1% составляют более 220 тонн масла в год для подобного маслодобывающего предприятия.

Разделение подсолнечной рушанки для получения ядровой фракции с содержанием лузги до 10%, целесообразно применять семеновеечную машину, которая состоит из отсева с предассево и аспирационной камеры, обеспечивающие наиболее эффективное отделение лузги из рушанки подсолнечных семян в два этапа. На первом этапе в отсева на ситовой поверхности осуществляется предварительное фракционирование рушанки по линейным размерам с выделением масляной пыли и отводом ее в ядровую фракцию. На втором этапе в аспирационной камере из откалиброванных фракций рушанки в наклонном воздушном потоке отделяют частички лузги от частичек недоруша, сечки и ядра за счет их различных аэродинамических свойств. Однако, в этом случае, на участке контроля недоруженного семени получается дополнительная фракция, которую возвращают на ту же семенвейку (для контроля недоруша), что приводит частично к рециклическому потоку и, как следствие, к частичному обмасливанию лузги до 3–4% на этом участке.

Для того чтобы не допустить многократного возврата недообрушенных семян и большего обмасливания, на данном предприятии используют пневмосепаратор, в котором отделение лузги осуществляется в вертикальном воздушном потоке с разделением на ядровую и лузговую фракции. При этом лузговую фракцию отводят на контроль лузги. Но, несмотря на это, обмасливание лузги на данном этапе составляет 3–4%. Для повышения технико-экономических показателей рушально-веечного участка, а также производительности действующего завода, целесообразно внедрение дополнительных семеновеечных машин на линии контроля фракций обрушивания семян и контроля лузги.

Предложено заменить используемое в линии контроля лузги (для разделения крупной фракции лузги и ядра) сепарационное оборудование с круговым поступательным движением ситовой поверхности. Применение подобных ситовых сепараторов предусматривает последовательное двойное сепарирование рушанки, поэтому за счет продолжительного контакта ядра с лузгой, как показал имеющийся опыт, происходит существенное обмасливание лузги и соответственно увеличиваются потери масла с ней.

Выводы

Анализ технологической схемы ведения процессов позволил:

— выявить влияние технологических режимов на производительность основного оборудования, качество вырабатываемой продукции и на выходы масла, шрота и лузги;

ЛИТЕРАТУРА

1 Нагорнов С.А., Дворецкий Д.С., Романцова С.В., Таров В.П. Техника и технологии производства и переработки растительных масел. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 96 с.

2 Мальцев М.С. Масложировая отрасль — чемпион несырьевого экспорта РФ // *Масла и Жиры*. 2017. № 5-6. С. 18-20.

3 Драчева Л.В. Состояние масложировой отрасли в Российской Федерации // *Масложировая промышленность*. 2015. № 1. С. 7-10.

4 Лукомец В.М., Кривошлыков К.Н. Состояние и перспективы формирования устойчивого сырьевого сектора масложировой индустрии России // *Масложировая промышленность*. 2015. № 1. С. 11-16.

5 Бармашев В.А., Марков В.Н., Носовицкая Ф.П., Федоров А.В. Ресурсосбережение, энергосбережение, экологические проблемы использования подсолнечной лузги в сельском хозяйстве // *Масложировая промышленность*. 2016. № 1. С. 35-37.

6 Быкова С.Ф., Боровик А.А. Альтернативы технологий реализации энергетической конверсии отходов лузги подсолнечных смол // *Масложировая промышленность*. 2016. № 2. С. 38-39.

7 Cassidy L. Big fat controversy: changing opinions about saturated fats. 2015. № 16 (6). P. 342-349, 377.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Н. Остриков 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, oan@vsuet.ru

Нина П. Самбурик генеральный директор, ООО «Черноземье», ул. Ленина, 61, с. Тербуны, Липецкая область, 399540, Россия, Liboil_lipetsk@mail.ru

Елена В. Раздина магистрант, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lenarazdina@list.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 16.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.08.2017

— разработать рекомендации по повышению эффективности работы технологического оборудования, сокращению потерь готовой продукции;

— установить влияние технологических параметров на эффективность извлечения масла и снизить влияние неблагоприятных факторов, возникающих в ходе работы оборудования в системе реального времени.

REFERENCES

1 Nagornov S.A., Dvoretzkiy D.S., Romantsova S.V., Tarov V.P. Tekhnika i tekhnologii proizvodstva i pererabotki rastitel'nykh masel [Technology and technology of production and processing of vegetable oils] Tambov, Izd-vo GOU VPO TGTU, 2010. 96 p. (in Russian)

2 Maltsev M.S. Fat and oil industry - the champion of non-primary exports of the Russian Federation. *Masla i zhiry* [Oils and Fats] 2017. no 5-6. pp. 18-20. (in Russian)

3 Dracheva L.V. State of the fat and oil industry in the Russian Federation. *Maslizhirovaya promyshlennost'* [Fat-and-oil industry] 2015. no 1. pp. 7-10. (in Russian)

4 Lukomets V.M., Krivoshlykov K.N. State and Prospects for the Formation of a Sustainable Raw Materials Sector in the Oil and Fat Industry of Russia. *Maslizhirovaya promyshlennost'* [Fat-and-oil industry] 2015. no 1. pp. 11-16. (in Russian)

5 Barmashev V.A., Markov V.N., Nosovitskaya F.P., Fedorov A.V. Resource saving, energy saving, ecological problems of sunflower husk in agriculture. *Maslizhirovaya promyshlennost'* [Fat-and-oil industry] 2016. no 1. pp. 35-37. (in Russian)

6 Bykova S.F., Borovik A.A. Alternatives to technologies for the implementation of energy conversion of husk waste of sunflower resins. *Maslizhirovaya promyshlennost'* [Fat-and-oil industry] 2016. no. 2. pp. 38-39. (in Russian)

7 Cassidy L. Big fat controversy: changing opinions about saturated fats. 2015. no. 16 (6). pp. 342-349, 377.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr N. Ostrikov doctor of technical sciences, professor, fats, process and apparatus of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, oan@vsuet.ru

Nina P. Samburik CEO, Chernozemye LLC, Lenina street, 61, Terbuny, Lipetsk region, 399540, Russia, Liboil_lipetsk@mail.ru

Elena V. Razdina master student, fats, process and apparatus of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lenarazdina@list.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 7.16.2017

ACCEPTED 8.18.2017

Исследование влияния ультразвуковой обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов

Диана Мауль¹ diana.maul@yandex.ru
 Людмила В. Красникова¹ krasnikoval@yandex.ru
 Александр С. Громцев² aleex_g@mail.ru

¹ кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия

² кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия

Реферат. Для предотвращения микробиологической порчи мясо и мясные продукты подвергают различным видам обработки. Однако эти методы не обеспечивают стерилизацию продукта, могут снижать его пищевую и биологическую ценность. В этой связи особую актуальность приобретает изучение инновационных методов, гарантирующих потребителю безопасные и минимально обработанные продукты. Большим потенциалом в этом отношении обладает применение молочнокислых бактерий (МКБ) и обработка ультразвуком (УЗ). Проведены исследования поверхностной микрофлоры мясных полуфабрикатов с целью подтверждения положительного влияния УЗ обработки в различных жидких средах на их микробиологическую стабильность. Исследования включали определение антагонистической активности штаммов бактерий рода *Lactobacillus acidophilus* по отношению к типичной микрофлоре охлажденных мясных полуфабрикатов. По результатам опытов отобран наиболее активный штамм ацидофильной палочки – штамм 7m13. Наименьшей антагонистической активностью обладал штамм 5e. Установлены следующие параметры режима УЗ обработки: мощность 350 Вт с экспозицией 2 мин, что позволяет избежать нежелательных денатурационных изменений белков мышечной ткани. Обработка опытных образцов включала следующие варианты: контроль (не подвергнутый обработке УЗ); образец 1 – обработанный в дистиллированной воде; образец 2 – обработанный в молочной сыворотке (МС); образец 3 – обработанный в ферментированной МС. В результате исследований было установлено, что штамм бактерий рода *L. acidophilus* 7m13 проявляет наиболее высокую антагонистическую активность по отношению к использованным тест-культурам бактерий. Качественный и количественный состав поверхностной микрофлоры опытных образцов непостоянен; менее чувствительны к обработке УЗ кокковые формы по сравнению с палочками и дрожжевыми клетками. Применение ферментированной МС при обработке УЗ позволяет получить наименьшую поверхностную обсемененность.

Ключевые слова: мясные полуфабрикаты, микробиологическая стабильность, обработка ультразвуком, молочнокислые бактерии, антагонистическая активность

Investigation of the influence of ultrasonic treatment in liquid media of various compositions on meat semi-finished products surface microflora

Diana Maul¹ diana.maul@yandex.ru
 Lyudmila V. Krasnikova¹ krasnikoval@yandex.ru
 Alexandr S. Gromtcev² aleex_g@mail.ru

¹ chemistry and molecular biology department, University of information technologies, mechanics and optics, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia

² process and equipment in food production department, University of information technologies, mechanics and optics, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia

Summary. To prevent microbiological deterioration meat and meat products are subjected to various treatments. However, these methods do not provide product sterilization. They can also reduce its nutritional and biological value. In this regard, the study of innovative methods that guarantee safe and minimally processed products to the consumer becomes particularly relevant. The use of lactic acid bacteria (LAB) and ultrasound (US) treatment have great potential in this respect. Studies of meat semi-finished products surface microflora were conducted to prove the positive effect of ultrasonic (US) treatment in various liquid media on their microbiological stability. The studies involved determination of the antagonistic activity of bacteria strains of the *Lactobacillus acidophilus* genus relative to the typical microflora of chilled meat semi-finished products. According to the results of the experiments, the most active strain of the *Lactobacillus acidophilus*, strain 7m13, was selected. The lowest antagonistic activity was possessed by strain 5e. The following parameters of the ultrasonic treatment mode were established: 350 W power with an exposure of 2 min, which avoids undesired denaturation changes in muscle proteins. The processing of prototypes included the following options: control (not processed by ultrasound); sample 1 - treated in distilled water; sample 2 - processed in milk whey (MW); sample 3 - processed in fermented MW. As a result of the research it was found that the strain of bacteria of *L. acidophilus* 7m13 genus exhibits the highest antagonistic activity in comparison with bacterial test cultures used. The qualitative and quantitative composition of the surface microflora of prototypes is unstable; cocci forms are less sensitive to the treatment of ultrasound than *Lactobacillus acidophilus* and the yeast cells. The use of fermented MW in ultrasound treatment makes it possible to obtain the lowest surface semination.

Keywords: semifinished meat, microbiological stability, ultrasound treatment, lactic acid bacteria, antagonistic activity.

Для цитирования

Мауль Д., Красникова Л.В., Громцев А.С. Исследование влияния ультразвуковой обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 19–25. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-19-25

For citation

Maul D., Krasnikova L.V., Gromtcev A.S. Investigation of the influence of ultrasonic treatment in liquid media of various compositions on meat semi-finished products surface microflora. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 19–25. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-19-25

Введение

Обеспечение микробиологической стабильности мяса и мясoproдуктов на всех стадиях технологического процесса производства и реализации является важной задачей для производителей. Решение этой задачи связано с подавлением развития устойчивой к физическим и химическим факторам посторонней микрофлоры [1, 2].

Для предотвращения микробиологической порчи мясо и мясные продукты подвергают различным видам обработки, основным из которых является действие температур – низких (охлаждение, замораживание) или высоких (пастеризация, стерилизация). Однако, эти методы обеспечивают либо замедление микробиологических процессов, но не стерилизацию продукта, либо снижают его пищевую и биологическую ценность [1-3].

В этой связи особую актуальность приобретает изучение инновационных методов, гарантирующих потребителю безопасные и минимально обработанные продукты. Большим потенциалом в этом отношении обладает применение молочнокислых бактерий (МКБ) и обработка ультразвуком (УЗ) [3-13].

Антагонистическая активность МКБ против многих патогенных, условно-патогенных бактерий и микроорганизмов порчи пищевых продуктов обусловлена, в первую очередь, продуцированием молочной кислоты, снижающей pH среды до значений, неблагоприятных для многих групп микроорганизмов. Особый интерес представляет продуцирование некоторыми штаммами *Lactobacillus acidophilus* (*L. acidophilus*) специфических полипептидов – бактериоцинов – различающихся по силе и спектру антибиотического действия, также рядом других свойств, что делает их перспективными для использования в пищевой промышленности. Результат антагонистического воздействия может проявляться в виде замедления или остановки роста тест-микроба, гибели и даже лизисе его клеток [4, 6-9, 14].

Широкое же применение УЗ в пищевых технологиях как нетеплового метода стерилизации и инактивации микроорганизмов связано, в первую очередь, с явлением кавитации, сопряженным с бактерицидным эффектом при достижении определенной пороговой интенсивности. Однако, ниже пороговой интенсивности не только не наступает разрушение жизнеспособных микроорганизмов, а наблюдается стимуляция роста их числа. [3, 5, 10-12].

Облучение УЗ приводит к нарушению механической целостности (разрыв клеточных стенок, мембран и других цитоплазматических структур) и внутренних процессов жизнедеятельности (изменение равновесной концентрации

веществ вне и внутри клетки, инактивация ферментов и коагуляция белков) клеток микроорганизмов, что ведет к их гибели. При длительном воздействии УЗ нормальная жизнедеятельность клетки может не восстановиться даже по прошествии нескольких дней после прекращения воздействия УЗ [5, 10].

В связи с вышесказанным, целью настоящей работы явилось исследование влияния УЗ-обработки в различных жидких средах на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов (МП).

Достижение указанной цели осуществлялось путем решения следующих задач:

- подбор штаммов МКБ, обладающих антагонистической активностью;
- подбор режима УЗ обработки МП;
- исследование качественного и количественного состава поверхностной микрофлоры до и после обработки, в процессе хранения МП;
- изучение влияния состава жидкой среды на поверхностную микрофлору МП.

1.1 Материалы и методы исследования

На первой стадии эксперимента провели отбор штаммов МКБ, обладающих антагонистической активностью. Антагонистические свойства оценивали в условиях *in vitro* методом лунок [14]. В работе были использованы штаммы бактерий рода *L. acidophilus* из коллекции лаборатории микробиологии СПб НИУ ИТМО: 5e, 7m13, H, H3, 42.

В качестве тест-культур использовали культуры типичных для охлажденных МП микроорганизмов: *Escherichia coli* (*E. coli*), *Pseudomonas fluorescens* (*Ps. fluorescens*) и *Proteus vulgaris* (*P. vulgaris*) [1, 2].

Культуры ацидофильных палочек вносили в стерилизованную молочную сыворотку (МС) и термостатировали при 37 °С в течение суток. Суточные бульонные тест-культуры засеивали газоном на слое агара (2,5 % МПА), после впитывания пробочным сверлом вырезали лунки диаметром 5 мм, в которые помещали по 2 капли МС с суточной культурой исследуемых штаммов *L. acidophilus*. Чашки Петри выдерживали в холодильнике в течение 1 ч, затем в термостате при температуре 37 °С (чашку Петри с газоном *Ps. fluorescens* оставляли при комнатной температуре) в течение 24 ч и измеряли зону отсутствия роста тест-штаммов вокруг лунок в мм.

Далее провели подбор режима УЗ обработки с учетом явления кавитации, проявляющимся при распространении УЗ колебаний в жидкости. Кавитация – процесс образования и схлопывания в жидкой среде полостей, заполненных паром самой жидкости. Вследствие перепадов давления (попеременные сжатия и

разряжения) наблюдаются локальные повышения температуры, нежелательные для натуральных МП (тепловая денатурация белков) [10].

Принимая во внимание объем емкости, в которой проводили обработку (500 мл), и температуру начала денатурации основного белка мышечной ткани миозина (40 °С), установлены следующие параметры режима обработки: мощность 350 Вт (70 % от номинальной) с экспозицией 2 мин. Температура образцов мяса в процессе обработки лежала в пределах 37 ± 2 °С.

В качестве генератора УЗ применялся аппарат ультразвуковой технологический «Волна-М» УЗТА-1/22-ОРВ ОМ с потребляемой мощностью до 1000 Вт и частотой 20000 Гц. Принцип его действия основан на использовании свойств УЗ колебаний высокой интенсивности в жидких и жидкодисперсных средах. Экспериментальная установка представлена на рисунке 1.

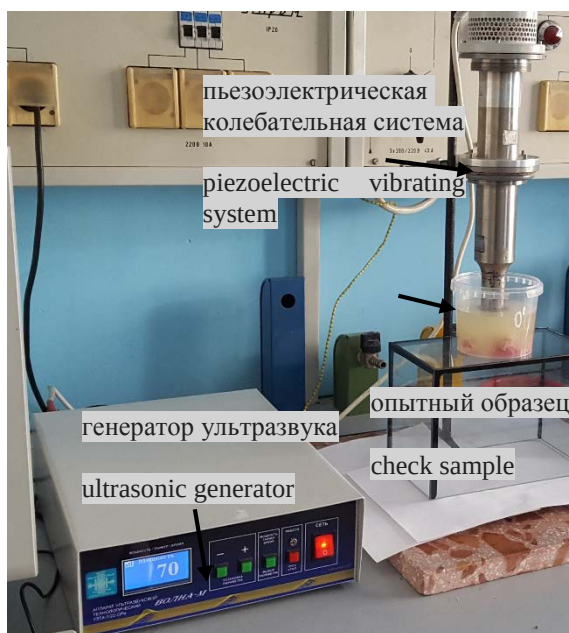


Рисунок 1. Экспериментальная установка для обработки УЗ

Figure 1. Experimental installation for ultrasonic treatment

На третьей стадии эксперимента изучали влияние УЗ обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору МП. В качестве объекта исследований был выбран гуляш свиной – это мелкокусковой МП, представляющий собой кусочки мякоти массой 20-40 г с массовой долей жира до 20 %.

Для установления влияния УЗ обработки на поверхностную микрофлору МП подсчитывали число клеток микроорганизмов на 1 см² в фиксированных окрашенных препаратах-отпечатках в 10 полях зрения до обработки и после 2 и 6 суток хранения при температуре 4 ± 2 °С. Образцы изучали с использованием оптического микроскопа «Биомед 6ПРЗ», оснащенного цифровой окуляр-камерой при суммарном увеличении окуляра и объектива $\times 1000$.

Обработку образцов мяса УЗ проводили в следующих жидких средах:

- контроль (не подвергнутый обработке УЗ);
- образец 1 – дистиллированная вода (pH = 6,59);
- образец 2 – стерилизованная МС (pH = 5,08);
- образец 3 – ферментированная стерилизованная МС (pH = 4,76).

1.2 Полученные результаты и их обсуждение

Результаты определения антагонистической активности штаммов *L. acidophilus* представлены в таблице 1.

Из полученных данных следует, что использованные штаммы бактерий рода *L. acidophilus* обладают схожей антагонистической активностью в отношении исследуемых санитарно-значимых микроорганизмов.

Высокая ингибирующая активность у всех штаммов ацидофильной палочки проявилась в отношении тест-культуры *E. coli*. При этом максимальная зона подавления соответствует штамму 7m13 – 18 мм, а минимальная зона штамму 5e – 11 мм.

Таблица 1.
Антагонистическая активность штаммов *L. acidophilus* по отношению к типичным для охлажденных МП микроорганизмам

Table 1.
Antagonistic activity of bacteria strains of *L. acidophilus* in relation to typical microflora representatives of chilled meat semi-finished products

Тест-культуры Test strains	Размер зон ингибирования, мм Inhibition zone, mm				
	5e	7m13	H	H3	42
<i>E. coli</i>	11	18	17	14	15
<i>Ps. fluorescens</i>	13	16	10	13	12
<i>P. vulgaris</i>	9	13	8	11	12

Низкая эффективность штаммов ацидофильной палочки проявилась в отношении *P. vulgaris*. Так, максимальная зона ингибирования соответствует штамму 7m13 – 13 мм, а минимальная зона штамму H – 8 мм.

Наименьшей антагонистической активностью обладал штамм 5е, проявивший самую низкую активность из всех штаммов в отношении *E. coli* и *P. vulgaris* с размером зон ингибирования 11 и 9 мм соответственно. В отношении же *Ps. fluorescens* им проявлена средняя активность по сравнению с остальными штаммами, о чем свидетельствует размер зоны угнетения – 13 мм.

Наибольшую антагонистическую активность проявил штамм 7m13 с размером зон ингибирования в отношении *E. coli* – 18 мм, *Ps. fluorescens* – 16 мм и *P. vulgaris* – 13 мм. В связи с полученными результатами этот штамм был выбран нами для ферментирования МС и применения в дальнейших исследованиях.

Результаты изучения влияния УЗ обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору МП представлены на рисунке 2.

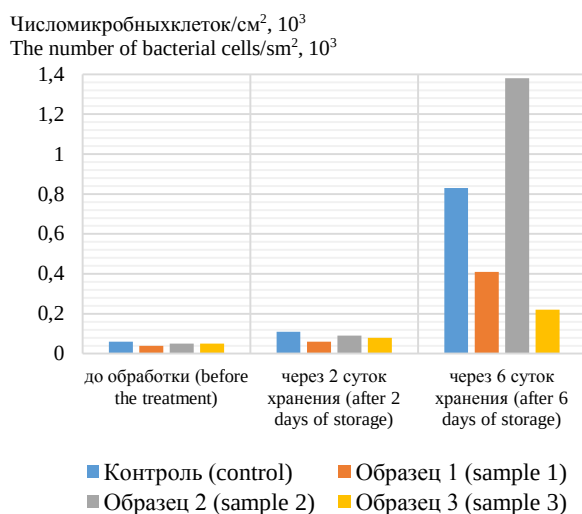


Рисунок 2. Динамика численности микроорганизмов

Figure 2. Dynamics of microbial growth during storage

Основываясь на данных, приведенных на рисунке 2, следует отметить, что в течение первых 2 суток хранения число клеток микроорганизмов увеличилось незначительно для всех опытных образцов: контроль – число клеток увеличилось на $0,05 \cdot 10^3$, образец 1 – на $0,02 \cdot 10^3$, образец 2 – на $0,04 \cdot 10^3$, образец 3 – на $0,03 \cdot 10^3$. Очевидно, что такая задержка роста объясняется адаптацией микроорганизмов к новым условиям среды и проявлением бактерицидного эффекта обработки УЗ.

После 6 суток хранения наименьшей поверхностной обсемененностью обладал образец 3, обработанный УЗ в ферментированной штаммом *L. acidophilus* МС, наибольшей – образец 2, обработанный в чистой МС. Численность клеток микроорганизмов на 1 см² составила $0,22 \cdot 10^3$ и $1,38 \cdot 10^3$ соответственно.

Низкую бактериальную обсемененность образца 3 можно объяснить проявлением синергетического эффекта за счет совместного применения штамма 7m13 ацидофильной палочки, синтезирующей различные антимикробные вещества, и УЗ, инактивировавшего микроорганизмы.

Значительное число клеток микроорганизмов на поверхности образца 2 объясняется наличием благоприятных условий за счет обработки в МС, являющейся хорошей питательной средой для развития посторонней микрофлоры (по сравнению с обработкой в воде) с более высоким значением pH (по сравнению с ферментированной МС).

Учет микроорганизмов проводили отдельно, т.е. отдельно считали количество клеток кокков, палочек и дрожжей. Это позволило охарактеризовать микрофлору образцов также и с качественной стороны. Результаты подсчета представлены на рисунках 3 и 4.

Согласно приведенным на рисунке 3 данным поверхностная микрофлора МП во время хранения непостоянна: количественное соотношение всех групп микроорганизмов для всех опытных образцов менялось во времени. Преобладающей группой микроорганизмов на протяжении всего срока хранения являются кокковые формы, дрожжи и грамтрицательные палочки более чувствительны к воздействию УЗ. Так, через 6 суток хранения шаровидные формы составляют в контроле – 68 %, в образце 2 – 63 %, в образце 3 – 75 % от общего числа микробных клеток. Для образца 1 характерно незначительное преобладание палочек над кокками (52% к 48 %), что связано с меньшим содержанием необходимых питательных веществ в жидких средах при обработке (вода и МС).

Также, характерным для всех образцов является полное отсутствие дрожжевых клеток по окончании хранения несмотря на их присутствие после 2 суток хранения. Исключение составляет образец 3, обработанный в ферментированной МС, в составе поверхностной микрофлоры которого не было отмечено дрожжевых клеток ни до обработки, ни после 2 суток хранения.

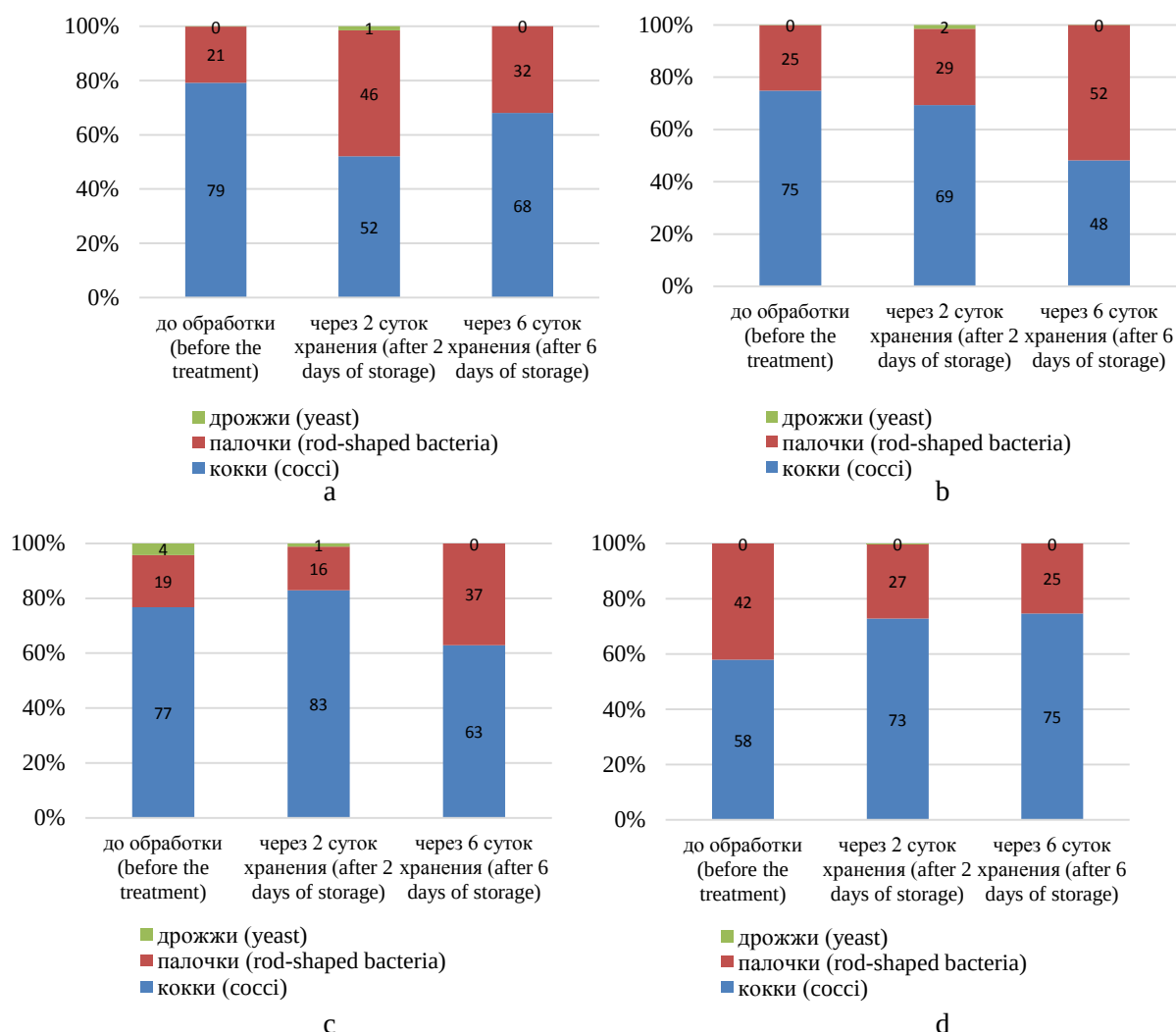


Рисунок 3. Качественная и количественная характеристика поверхностной микрофлоры опытных образцов: а – контроль; б – образец 1; с – образец 2; д – образец 3

Figure 3. The quantitative and qualitative composition of the surface microflora of the check samples: а – control; б – sample 1; с – sample 2; д – sample 3

Приведенные на рисунке 4 микроскопические фотографии наглядно демонстрируют неоднородность поверхностной микрофлоры опытных образцов МП после 6 суток хранения.

Такая неоднородность связана, во-первых, с различием состава жидких сред, в которых проводилась обработка УЗ, и, во-вторых, с различной устойчивостью бактерий к действию УЗ.

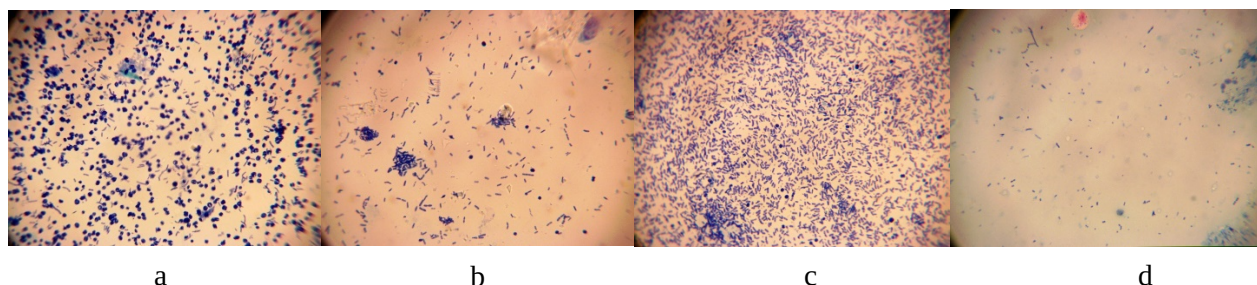


Рисунок 4. Микроскопические фотографии фиксированных окрашенных препаратов-отпечатков поверхности экспериментальных образцов после 6 суток хранения: а – контроль; б – образец 1; с – образец 2; д – образец 3

Figure 4. Microscope photos of heat-fixed and stained touch smears of surface of the check samples after 6 days of storage: а – control; б – sample 1; с – sample 2; д – sample 3

Выводы

Анализируя результаты исследований можно заключить следующее:

- в ходе проведенных исследований был отобран штамм бактерий рода *L. acidophilus* 7m13, проявивший лучшую антагонистическую активность по отношению к использованным тест-культурам бактерий;
- установлены следующие параметры режима УЗ-обработки: мощность 350 Вт с экспозицией 2 мин, что не приводит к денатурационным изменениям белков мышечной ткани;

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мудрецова-Висс К.А., Дедюхина В.П., Масленникова Е.В. Основы микробиологии. Москва: ИНФРА-М, 2014. 354 с.
- 2 Моисеева Е. Л. Микробиология мясных и молочных продуктов при холодильном хранении. Москва: Агропромиздат, 1988. 222 с.
- 3 Awad T. S., Moharram H. A., Shaltout O. E., Asker D. et al. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: a review // Food Research International. 2012. V. 48. P. 410-427. URL: <https://www.researchgate.net/publication/234095122>.
- 4 Iulietto M. F., Sechi P., Borgogni E., Cenci-Goga B. T. Meat spoilage: a critical review of a neglected alteration due to rosy slime producing bacteria // Italian Journal of Animal Science. 2015. V. 284. P. 316-326. URL: <http://www.tandfonline.com/loi/tjas20>.
- 5 Антушева Т.И. Некоторые особенности влияния ультразвука на микроорганизмы // Живые и биокосные системы. 2013. № 4. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-11>.
- 6 Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. Москва: Изд-во МГУ Наука, 2004. 528 с.
- 7 Иркитова А. Н., Каган Я. Р., Сергеева И.Я. Свойства, экологические аспекты и практическое значение ацидофильной палочки. 3. Антагонистическая активность // Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока: сб. науч. трудов с международным участием. 2011. Вып. 8. С. 216-222. URL: <http://pandia.ru/text/78/006/86066.php>.
- 8 Китаевская С. В., Пономарев В. Я. Роль молочнокислых бактерий в обеспечении биобезопасности ферментированных мясopодуктов // Вестник казанского технологического университета. 2014. № 21 (17). С. 248-250. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_22528814_61123177.pdf.
- 9 Соловьева И. В., Точилина А. Г., Белова И.В., Новикова Н. А и др. Биологические свойства лактобацилл. Перспективы использования в лабораториях Роспотребнадзора экспресс-методов амплификации нуклеиновых кислот (МАНК) при контроле качества пищевых продуктов, БАД к пище, лекарственных форм, содержащих лактобациллы // Журнал МедиАль. 2014. №2 (12). С. 29-44. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-svoystva-laktobatsill-perspektivy-ispolzovaniya-v-laboratoriyah-rospotrebнадзора-ekspress-metodov-amplifikatsii>.

- качественный и количественный состав поверхностной микрофлоры опытных образцов в ходе исследований не постоянен, наименее чувствительны к обработке УЗ кокковые формы бактерий по сравнению с палочками и дрожжевыми клетками;
- применение ферментированной МС при обработке УЗ позволяет получить наименьшую поверхностную обсемененность.

10 Хмелев В. Н. и др. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. Бийск, 2010. 203 с.

11 Ünver A. Applications of ultrasound in food processing // Green Chemistry & Technology Letters. 2016. V 2. № 3. P. 121-126. URL: <http://www.giapjournals.com/index.php/gct/article/view/333>.

12 Dolatowski Z. J., Stadnik J., Stasiak D. M. Applications of ultrasound in food technology. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 2007. № 6(3). P. 88-99. URL: http://www.food.actapol.net/pub/8_3_2007.pdf.

13 Ercan S., Soysal Ç. Use of ultrasound in food preservation. Natural Science. 2013. № 5. P. 5-13. URL: http://file.scirp.org/pdf/NS_2013081414335165.pdf.

14 Иркитова А. Н., Каган Я. Р., Соколова Г. Г. Сравнительный анализ методов определения антагонистической активности молочнокислых бактерий // Известия АлтГУ. 2012. №3-1. С. 41-44. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodov-opredeleniya-antagonisticheskoy-aktivnosti-molochnokislyh-bakteriy>.

REFERENCES

- 1 Mudrecova-Viss K. A., Dedyuhina V. P., Maslennikova E. V. Osnovy mikrobiologii [Fundamentals Of Microbiology]. Moscow, Infra-M, 2014. 354 p. (in Russian)
- 2 Moiseeva E. L. Mikrobiologiya myasnyh I molochnyh produktov pri holodil'nom hranenii [Microbiology of meat and milk products in refrigeration storage]. Moscow, Agropromizdat, 1988. 222 p. (in Russian)
- 3 Awad T. S., Moharram H. A., Shaltout O. E., Asker D. et al. Applications of ultra-sound in analysis, processing and quality control of food: a review. Food Research International. 2012. vol. 48. pp. 410-427. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/234095122>.
- 4 Iulietto M.F., Sechi P., Borgogni E., Cenci-Goga B.T. Meat spoilage: a critical review of a neglected alteration due to rosy slime producing bacteria. Italian Journal of Animal Science. 2015. vol. 284. pp. 316-326. Available at: <http://www.tandfonline.com/loi/tjas20>.
- 5 Antusheva T.I. Some features of influence of ultrasound on microorganisms *Zhivye I biokosnye sistemy* [Alive and bio-inert systems]. 2013. no. 4. Available at: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-11> (in Russian)

6 Egorov N. S. Osnovyucheniyaobantibiotikah [Doctrine foundations about antibiotics]. Moscow, Publ. MGU Nauka, 2004. 528 p. (In Russian)

7 Irkitova A. N., Kagan Y. R., Sergeeva I. Y. Properties, ecological aspects and practical value of acidophilic stick. 3. Antagonistic activity. *Aktual'nyeproblemytekhnikitekhnologiiipererabotkimoloka: sb. nauch. trudov s mezhdunarodnymuchastiem* [Current problems of technique and technology of processing of milk: collection of scientific works with international participation]. 2011. no. 8. pp. 216-222. Available at: <http://pandia.ru/text/78/006/86066.php>. (in Russian)

8 Kitaevskaya S. V., Ponomarev V. Y. Role of lactic acid bacteria in ensuring biosafety of the fermented meat products. *Vestnik kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Proceedings of Kazan technological university]. 2014. no. 21 (17). pp. 248-250. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_22528814_61123177.pdf. (in Russian)

9 Solov'eva I. V., Tochilina A. G., Belova I. V., Novikova N. A. et al. . Biological properties of lactobacilli. Prospects for the use in the laboratories of Rospotrebnadzor express methods of nucleic acid amplification (MANK) in the control of food quality, dietary supplements to food, dosage forms containing lactobacilli. *Zhurnal Medial'* [J. MediAl'] 2014. no. 2 (12).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Диана Мауль магистрант, кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, diana.maul@yandex.ru

Людмила В. Красникова д.т.н., профессор, кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, krasnikoval@yandex.ru

Александр С. Громцев магистрант, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, aleex_g@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Диана Мауль обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Людмила В. Красникова предложила методику проведения эксперимента

Александр С. Громцев консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2017

pp. 29-44. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-svoystva-laktobatsill-perspektivy-ispolzovaniya-v-laboratoriyah-rospotrebnadzora-ekspress-metodov-amplifikatsii>. (in Russian)

10 Khmelev V. N. et al. Primeneniyeul'trazvukavyso koiintensivnosti v promyshlennosti [The use of high-intensity ultrasound in the industry] Biisk, 2010. 203 p. (in Russian).

11 Ünver A. Applications of ultrasound in food processing. *Green Chemistry & Technology Letters*. 2016. vol 2. no. 3. pp. 121-126. Available at: <http://www.giapjournals.com/index.php/gctl/article/view/333>.

12 Dolatowski Z. J., Stadnik J., Stasiak D. M. Applications of ultrasound in food technology. *ActaSci.Pol. Technol. Aliment*. 2007. no. 6(3). pp. 88-99. Available at: http://www.food.actapol.net/pub/8_3_2007.pdf.

13 Ercan S., Soysal Ç. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Science*. 2013. no 5. pp. 5-13. Available at: http://file.scirp.org/pdf/NS_2013081414335165.pdf.

14 Irkitova A. N., Kagan Y. R., Sokolova G. G. Comparative analysis of methods of determination of antagonistic activity of lactic acid bacteria. *IzvestiyaAltGU* [Proceedings of AltSU]. 2012. no. 3-1. pp. 41-44. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodov-opredeleniya-antagonisticheskoy-aktivnosti-molochnokislyh-bakteriy>. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Diana Maul master student, chemistry and molecular biology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, diana.maul@yandex.ru

Lyudmila V. Krasnikova doctor of engineering science, professor, chemistry and molecular biology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, krasnikoval@yandex.ru

Alexandr S. Gromtcev master student, process and equipment in food production department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, aleex_g@mail.ru

CONTRIBUTION

Diana Maul review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Lyudmila V. Krasnikova proposed a scheme of the experiment

Alexandr S. Gromtcev consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.1.2017

ACCEPTED 8.1.2017

Исследование реологических и теплофизических характеристик крови крупного рогатого скота

Сергей Т. Антипов	¹	ast@vsuet.ru
Виталий Ю. Овсянников	¹	ows2003@mail.ru
Александр А. Корчинский	¹	79192492267@ya.ru
Александр А. Смирных	¹	ucheba-a.a.smirnykh@mail.ru

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

Реферат. Совершенствование техники и технологии, направленное на комплексную безотходную переработку вторичного сырья мясной промышленности является актуальной задачей. Кровь крупного рогатого скота, являющаяся ценнейшим сырьем для производства лекарственных препаратов, а также ряда пищевых продуктов обогащенных соединениями белково-гемоглобинного комплекса. Реологическое поведение объекта обработки имеет большое значение при физико-механическом воздействии со стороны рабочих органов, при перемещении жидких сред по технологическим трубопроводам, а также в случаях интенсификации процессов теплообмена. Исследовано реологическое поведение крови крупного рогатого скота в зависимости от температуры и содержания сухих веществ в ней, проанализированы тиксотропические свойства. Показано, что при понижении температуры и снижении содержания воды вязкость крови увеличивается за счет агрегации ее составляющих, что определяет неньютоновское поведение крови. Знание теплофизических характеристик крови КРС необходимо для оптимизации и контроля технологических процессов ее переработки и концентрирования. Вместе с тем играет роль и обратная задача – разработка способов прогнозирования свойств с целью получения конечного продукта с заранее заданными теплофизическими характеристиками. Ввиду отсутствия надежных значений теплофизических характеристик крови крупного рогатого скота были экспериментально исследованы: теплопроводность, температуропроводность, плотность и удельная теплоемкость крови в зависимости от температуры и содержания сухих растворимых веществ. Выявлено, что зависимости коэффициентов тепло- и температуропроводности крови от температуры имеют вид плавных кривых, монотонно возрастающих с повышением температуры.

Ключевые слова: кровь, вязкость, теплофизические характеристики

Investigation of rheological and thermophysical characteristics blood of cattle

Sergei T. Antipov	¹	ast@vsuet.ru
Vitaly Yu. Ovsyannikov	¹	ows2003@mail.ru
Aleksandr A. Korchinskij	¹	79192492267@ya.ru
Aleksandr A. Smirnykh	¹	ucheba-a.a.smirnykh@mail.ru

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

Summary. Perfection of machinery and technology aimed at the complex non-waste processing of the secondary raw materials of the meat industry is an urgent task. The blood of cattle, which is the most valuable raw material for the production of medicines, as well as a number of food products enriched with compounds of the protein-hemoglobin complex. The rheological behavior of the processing object is of great importance in the physico-mechanical action on the part of the working bodies, in the movement of liquid media through technological pipelines, and also in cases of intensification of heat exchange processes. The rheological behavior of blood of cattle was studied depending on the temperature and the content of dry substances in it, and the thixotropic properties were analyzed. It is shown that as the temperature decreases and the water content decreases, the viscosity of the blood increases due to the aggregation of its constituents, which determines the non-Newtonian behavior of the blood. Knowledge of thermophysical characteristics of blood cattle is necessary for optimization and control of technological processes of its processing and concentration. At the same time, the inverse problem also plays a role: the development of methods for predicting properties in order to obtain a final product with predetermined thermophysical characteristics. The absence of reliable values of the thermophysical characteristics of blood of cattle was experimentally investigated: the thermal conductivity, thermal diffusivity, density and specific heat of blood, depending on the temperature and the content of dry soluble substances. It was revealed that the dependence of the coefficients of heat and thermal diffusivity of blood on temperature have the form of smooth curves monotonically increasing with increasing temperature.

Keywords: blood, viscosity, thermophysical characteristics

Для цитирования

Антипов С.Т., Овсянников В.Ю., Корчинский А.А., Смирных А.А. Исследование реологических и теплофизических характеристик крови крупного рогатого скота // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 26–30. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-26-30

For citation

Antipov S.T., Ovsyannikov V.Ju., Korchinskij A.A., Smirnykh A.A. Investigation of rheological and thermophysical characteristics blood of cattle. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 26–30. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-26-30

Введение

Выбор рациональных технологических параметров переработки и концентрирования крови крупного рогатого скота (КРС) должен базироваться на изучении изменений ее свойств при механическом и температурном воздействии на продукт при обработке в рабочем объеме аппарата [1, 2].

Определяющее влияние на характеристики процесса переработки и концентрирования крови, а также качество получаемого продукта оказывают реологические свойства, зависящие от таких показателей качества, как химический состав, содержание влаги, температура и др.

Плотность крови – важнейшая физическая характеристика, отражающая значение массы единицы объема вещества и широко используемая в расчетных и модельных зависимостях при расчете и проектировании технологического оборудования.

Эффективная вязкость крови КРС является важной реологической характеристикой. В жидких средах вязкость обусловлена, как правило, межмолекулярным взаимодействием, ограничивающим подвижность молекул. При этом вязкость напрямую зависит от химической структуры и состава молекул, входящих в состав раствора.

Знание теплофизических характеристик крови КРС необходимо для оптимизации и контроля технологических процессов ее переработки и концентрирования.

Вместе с тем играет роль и обратная задача – разработка способов прогнозирования свойств с целью получения конечного продукта с заранее заданными теплофизическими характеристиками.

Материалы и методы исследования

Плотность крови КРС исследовали ареометрическим методом при помощи лабораторного ареометра АНТ-2. Величину плотности рассчитывали как среднее арифметическое между двумя пробами.

Зависимость плотности крови и сконцентрированной крови КРС от температуры и содержания сухих веществ в ней представлена на рисунке 1.

Исследовали изменение эффективной вязкости крови КРС в зависимости от температуры и содержания сухих веществ при помощи вибровискозиметра SV-10, принцип действия, которого основан на зависимости мощности, затрачиваемой на возбуждение вибрации двух тонких сенсорных пластин с частотой 30 Гц и постоянной амплитудой около 1 мм, от вязкости

жидкости. Указанный принцип, реализованный в приборе, позволяет проводить измерения во всем диапазоне без замены сенсорных пластин. Вибровискозиметр SV-10 включает в свой состав измерительный блок и блок управления с цифровым дисплеем. В приборе размещен датчик температуры, позволяющий измерить температуру исследуемого образца в любой момент времени.

Изменение эффективной вязкости крови и концентрата крови КРС в зависимости от температуры и содержания сухих веществ представлено на рисунке 2.

Методом ротационной вискозиметрии исследовали тиксотропность объекта исследования. Эксперименты проводили в диапазоне скорости сдвига $48,6\text{--}1312\text{ с}^{-1}$ на ротационном вискозиметре «Реотест-2». По результатам экспериментов строили графики зависимостей касательного напряжения от скорости сдвига (рисунок 3).

Исследование теплоемкости крови КРС осуществляли при помощи измерителя теплоемкости ИТ-С-400, с измерительным блоком, основой которого является С – калориметр, оснащенный блоком питания и регулирования, обеспечивающий монотонный режим нагрева со средней скоростью $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ и автоматическое регулирование температуры адиабатной оболочки.

Принцип измерения теплоемкости основан на использовании метода равномерного нагрева образца в условиях максимально приближенных к отсутствию теплообмена с окружающей средой. Поток теплоты от нагревателя передавался ампуле с образцом крови КРС. Адиабатическая оболочка с нагревателем обеспечивала барьер, предотвращающий теплообмен образца крови с окружающей средой.

В течение эксперимента осуществляли увеличение температуры основания образца по линейному закону за счет регулировки электрических характеристик нагревателя прибора. Температуры адиабатической оболочки и ампулы с образцом крови КРС поддерживали постоянными посредством управления. Удельную теплоемкость образца определяли косвенно, на основании времени запаздывания изменения температур между верхним и нижним регистратором температур, с учетом объема исследуемой крови и постоянным величинам прибора.

Для определения коэффициента теплопроводности использовали метод регулярного теплового режима, который осуществлялся при помощи шарового бикалориметра. Измерительная установка содержала два термостатов, заполненных водой и снабженных контактными термометрами для контроля и регулирования. Шаровой

бикалориметр состоит из внутреннего шара, изготовленного из меди и оболочки, в пространство между которыми через патрубки заливалась кровь КРС. Внутри шара и в термостатирующей жидкости размещались темопары, подключенные к измерительному прибору, в качестве которого использовался измеритель – регулятор ТРМ138 компании «Овен».

Перед началом измерений бикалориметр с образцом крови КРС подвергался термостатированию до заданной температуры измерения в термостате. Затем осуществлялся, быстрый перенос образца исследуемой крови КРС в измерительную ячейку калориметра и измерение коэффициента теплопроводности крови КРС.

Используя экспериментальные данные были построены графики зависимостей теплофизических характеристик крови КРС при различных содержаниях сухих веществ и температурах (рисунки 4–7).

Результаты и их обсуждение

Графики зависимости изменения плотности крови и сконцентрированной крови КРС носят нелинейный характер. С повышением температуры исследуемого вещества его плотность монотонно снижается.

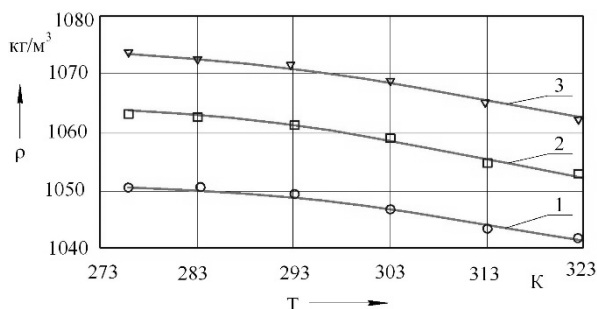


Рисунок 1. Изменение плотности крови и сконцентрированной крови КРС от температуры, К и содержания сухих веществ, %: 1 – 19,0; 2 – 26,4; 3 – 37,1

Figure 1. Change in blood density and concentrated blood of cattle as a function of temperature, K and content of solids, %: 1 – 19.0; 2 – 26.4; 3 – 37.1

Важнейшими факторами, оказывающими характерное влияние на вязкость крови выступают свойства плазмы, гематокрит, агрегация и деформируемость клеточных структур. При этом следует отметить, что подавляющее количество эритроцитов в крови, по сравнению с лейкоцитами и тромбоцитами, в основном определяются красными кровяными клетками, и, в частности, объемной концентрацией эритроцитов (содержанием и средним объемом), называемым гематокритом. Гематокрит, выделяемый из пробы крови при разделении центрифугированием, составляет, как правило, 0,4–0,5 дм³/дм³ [3]

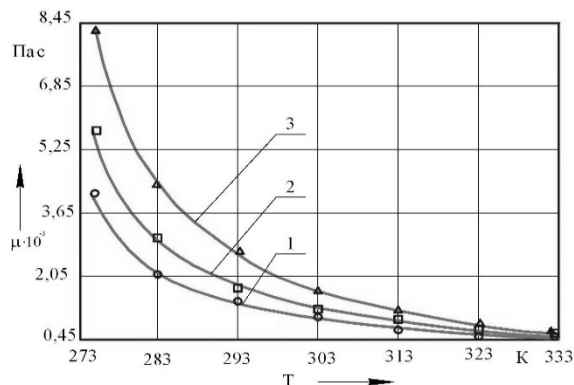


Рисунок 2. Изменение эффективной вязкости крови и сконцентрированной крови КРС в зависимости от температуры, К и содержания сухих веществ, %: 1 – 19,0; 2 – 26,4; 3 – 37,1

Figure 2. Change in effective viscosity blood and concentrated blood of cattle in temperature, K, and content of dry substances, %: 1 – 19.0; 2 – 26.4; 3 – 37.1

Анализ полученных зависимостей позволяет заключить, что при понижении температуры и снижении содержания воды вязкость крови увеличивается за счет агрегации ее составляющих, что определяет неньютоновское поведение крови. Это свойство обусловлено агрегационной способностью эритроцитов, причем физиологическая агрегация эритроцитов является обратимым процессом. При этом известное свойство эритроцитов формировать агрегаты зависит от гемодинамических, плазменных, электростатических, механических и многих других факторов [4].

В настоящее время предложен ряд теорий, характеризующих механизм агрегации эритроцитов. Наиболее популярная теория мостикового механизма объясняет характер формирования эритроцитов исходя из адсорбционного взаимодействия фибриногена и крупных белковых молекул, в частности Υ-глобулинов, которые при уменьшении сдвиговых сил обеспечивают агрегацию эритроцитов и, соответствующее изменение вязкости крови.

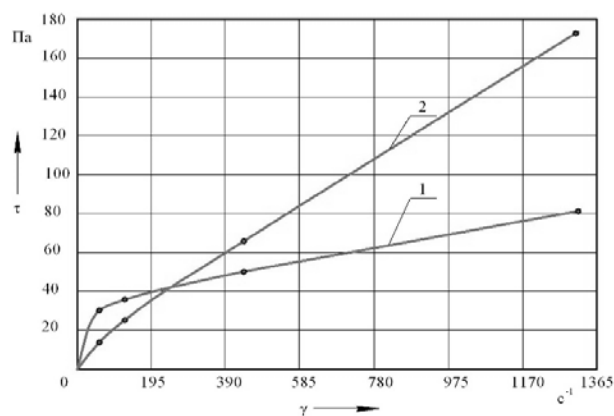


Рисунок 3. Тиксотропные свойства крови КРС при содержании сухих веществ, %: 1 – 19,0; 2 – 26,4

Figure 3. Thixotropic properties of blood cattle at the content of solids, %: 1 – 19.0; 2 – 26.4

Из анализа графиков, представленных на рисунке 3 можно сделать вывод, что кровь и сконцентрированную кровь КРС можно отнести к неньютоновским твердообразным сплошным средам, которые характеризуются при течении как упруго-вязко-пластичные.

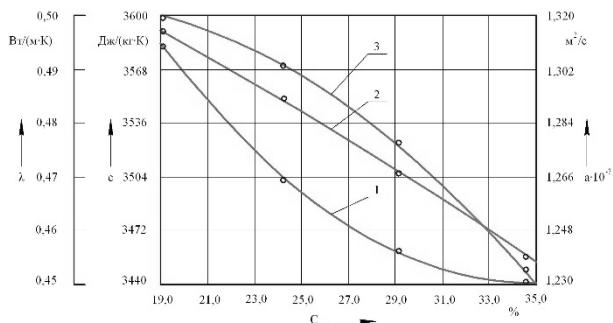


Рисунок 4. Изменение теплофизических свойств крови КРС в зависимости от содержания сухих веществ C_{sv} , % при температуре 278 К: 1 – удельной теплоемкости c , Дж/(кг·К); 2 – коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К); 3 – коэффициента температуропроводности a , м²/с

Figure 4. The change in the thermophysical properties of the blood of cattle as a function of the dry matter content of C_{sv} , % at a temperature of 278 K: 1 – specific heat c , J/(kg·K); 2 – coefficient of thermal conductivity λ , W/(m·K); 3 – coefficient of thermal diffusivity a , m²/s

Коэффициент теплопроводности λ характеризует теплопроводящие свойства крови КРС и в отличие от теплоемкости не является аддитивной функцией, поскольку зависит не только от химического состава, но и от строения вещества, а также от направления теплового потока. Коэффициент теплопроводности крови КРС и ее компонентов характеризует их теплоинерционные свойства и интенсивность способности нагреваться или охлаждаться.

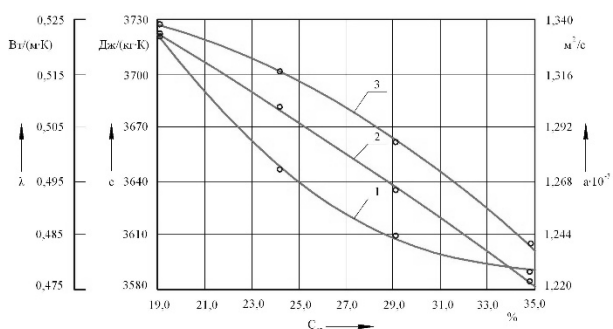


Рисунок 5. Изменение теплофизических свойств крови КРС в зависимости от содержания сухих веществ C_{sv} , % при температуре $T = 293$ К: 1 – удельной теплоемкости c , Дж/(кг·К); 2 – коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К); 3 – коэффициента температуропроводности a , м²/с

Figure 5. The change in the thermophysical properties of blood in cattle as a function of the dry matter content of C_{sv} , % at a temperature of $T = 293$ K: 1 – specific heat c , J/(kg·K); 2 – coefficient of thermal conductivity λ , W/(m·K); 3 – coefficient of thermal diffusivity a , m²/s

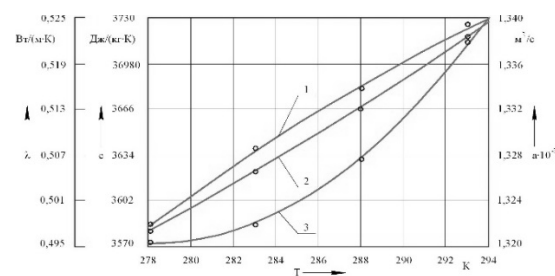


Рисунок 6. Изменение теплофизических свойств крови КРС в зависимости от температуры, К при содержании сухих веществ $C_{sv} = 19.0\%$: 1 – удельной теплоемкости c , Дж/(кг·К); 2 – коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К); 3 – коэффициента температуропроводности a , м²/с

Figure 6. The change in the thermophysical properties of cattle blood as a function of temperature, K at a solids content of $C_{sv} = 19.0\%$: 1 – specific heat c , J/(kg·K); 2 – coefficient of thermal conductivity λ , W/(m·K); 3 – coefficient of thermal diffusivity a , m²/s

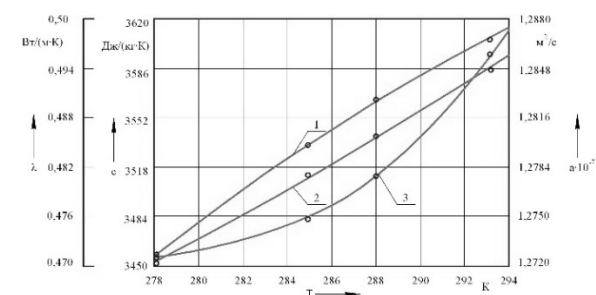


Рисунок 7. Изменение теплофизических свойств крови КРС в зависимости от температуры T , К при содержании сухих веществ $C_{sv} = 29.3\%$: 1 – удельной теплоемкости c , Дж/(кг·К); 2 – коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К); 3 – коэффициента температуропроводности a , м²/с

Figure 7. The change in the thermophysical properties of the blood of cattle as a function of temperature T , K at a solids content of $C_{sv} = 29.3\%$: 1 – specific heat c , J/(kg·K); 2 – coefficient of thermal conductivity λ , W/(m·K); 3 – coefficient of thermal diffusivity a , m²/s

Как видно из рисунков 4–7 зависимости коэффициентов тепло- и температуропроводности крови и сконцентрированной крови КРС от температуры имеют вид плавных кривых, монотонно возрастающих с повышением температуры. Вид кривых может быть объяснен изменениями в характере формирования водородных связей при переносе теплоты в жидких средах. При этом теплопроводность вызвана переносом энергии в результате перемещения молекул от одного слоя к другому без изменения последовательности расположения слоев вещества [5].

Заключение

Результаты выполненных исследований могут быть полезны при расчете процесса теплообмена при переработке и концентрировании крови КРС в вымораживающих или выпарных установках, при разработке технологии и аппаратного оформления производства сгущенной крови, необходимой для получения незаменимых лекарственных препаратов антианемического действия, а также ряда пищевых продуктов, обогащенных белково-гемоглобиновым комплексом [6].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипов С.Т., Овсянников В.Ю., Корчинский А.А. Исследование процесса охлаждения крови крупного рогатого скота // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 1 (71). С. 11–14.
- 2 Овсянников В.Ю. Концентрирование плазмы крови крупного рогатого скота вымораживанием // Мясная индустрия. 2013. № 7. С. 74–49.
- 3 Dieterich F., Boscolo W.R., Pacheco Bertoldo M.T., da Silva V.S.N. et al. Development and Characterization of Protein Hydrolysates Originated from Animal Agro Industrial Byproducts // J DairyVetAnimRes. 2014. №1(2). P. 00012.
- 4 Арет В.А., Руднев С.Д. Реология и физико-механические свойства пищевых продуктов: учебное пособие. СПб.: ИЦ Интермедия, 2014. 246 с.
- 5 Steffen P., Verdier C., Wagner C. Quantification of depletion-induced adhesion of red blood cells // Physical Review Letters. 2013. № 110. P. 018102.
- 6 Tomaiuolo G., Lanotte L., Ghigliotti G., Misbah C. et al. Red blood cell clustering in poiseuille microcapillary flow // Physics of Fluids. 2012. № 24. P. 51903.
- 7 Щеглов Н.Г. Факторы, влияющие на величину касательных напряжений ньютоновских жидкостей при ламинарном движении // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 1. С. 9–11.
- 8 Herwaldt B., Linden J.V., Bosserman E. et al. Transfusion-associated babesiosis in the United States: A description of cases // AnnInternMed. 2012. № 155. P. 509–19.
- 9 Никифоров Ю.Б., Светлов Ю.В., Калюшин Ю.А., Бузетти К.Д. Влияние объемной плотности и удельной теплоемкости пищевых продуктов на их эффективную теплопроводность // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 10. С. 18–22.
- 10 Успенская М.Е., Антипова Л.В., Ибрагимова З.Р., Газданова Р.Ю. Получение кормовых добавок с использованием крови бройлеров и кавитационной обработки // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. 2014. № 1. С. 22–26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

Александр А. Корчинский аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, 79192492267@ya.ru

Александр А. Смирных к.т.н., доцент, м, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ucheba-a.a.smirnykh@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 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2017

REFERENCES

- 1 Antipov S.T., Ovsyannikov V. Yu., Korchinsky A.A. Investigation of the process of cooling blood of cattle. *VestnikVoronzhskogogosudarstvennogouniversitetaizhenernyhtehnologij* [Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies], 2017. 79. no. 1 (71), pp. 11–14 (in Russian).
- 2 Ovsjannikov V. Ju. Concentration of blood plasma of cattle by freezing. *Mjasnajaindustrija* [Meat Industry], 2013. no 7. pp. 74–49 (in Russian).
- 3 Dieterich F., Boscolo W.R., Pacheco Bertoldo M.T., da Silva V.S.N. et al. Development and Characterization of Protein Hydrolysates Originated from Animal Agro Industrial Byproducts. *J. DairyVetAnimRes*. 2014. no. 1(2). pp. 00012.
- 4 Aret V.A, Rudnev S.D. Rheology and physical and mechanical properties of food: a textbook. [Reologija i fiziko-mechanicheskie svoystva pishhevyyhproduktov: uchebnoeposobie] Saint-Petersburg, IC Intermedia, 2014. 246 p. (in Russian).
- 5 Steffen P., Verdier C., Wagner C. Quantification of depletion-induced adhesion of red blood cells. *Physical Review Letters*. 2013. no. 110. pp. 018102.
- 6 Tomaiuolo G., Lanotte L., Ghigliotti G., Misbah C. et al. Red blood cell clustering in poiseuille microcapillary flow. *Physics of Fluids*. 2012. no. 24. pp. 51903.
- 7 Shcheglov N.G. Factors affecting the magnitude of the tangential stresses of Newtonian liquids under laminar motion. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyra* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2015, no 1, pp. 9–11 (in Russian).
- 8 Herwaldt B., Linden J.V., Bosserman E. et al. Transfusion-associated babesiosis in the United States: A description of cases. *Ann Intern Med* 2012. no. 155. pp. 509–19.
- 9 Nikiforov Yu.B., Svetlov Yu.V., Kaloshin Yu.A., Buzetti K.D. Influence of bulk density and specific heat of food products on their effective thermal conductivity. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyra* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2015. no. 10. pp. 18–22 (in Russian).
- 10 Uspenskaya M.E., Antipova L.V., Ibragimova Z.R. Gazdanova R.Yu. Obtaining feed additives using broiler blood and cavitation treatment. *Tehnologijipishhevojipererabatyvashhejpromyshlennosti APK–produktyzdorovogopitaniya*. [Technologies of food and processing industry AIC-products of healthy nutrition] 2014. no. 1. pp. 22–26 (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

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

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

Aleksandr A. Korchinskij candidate of economical sciences, engineer, machines and equipment of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, 79192492267@ya.ru

Aleksandr A. Smirnykh candidate of technical sciences, assistant 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, ucheba-a.a.smirnykh@mail.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 7.1.2017

ACCEPTED 8.1.2017

Учет потерь на вихревые токи в обмотках электродвигателей с полым якорем

Наталья В. Прибылова	¹	n.pribylova@mail.ru
Сергей А. Филонов	¹	filonovser@yandex.ru
Екатерина Ю. Желтоухова	²	Katsturova@gmail.com

¹ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Приведено обоснование целесообразности учета потерь на вихревые токи в обмотках малоинерционных электродвигателей постоянного тока с беспазовыми магнитоэлектрическими системами. Возросшая за последнее время мощность этих электродвигателей (за счет применения высококоэрцитивных постоянных магнитов) вызвала увеличение объема меди в воздушном зазоре, а также величины магнитной индукции. Всё это явилось причиной возникновения существенных вихревых токов в обмотках, вынесенных в воздушный зазор, и, следовательно, необходимости учёта потерь от этих токов. Экспериментально получена зависимость потерь на вихревые токи от частоты вращения для электродвигателя постоянного тока с полым якорем мощностью 350 Вт. Величина этих потерь может достигать 30% от номинальной мощности электродвигателя. Рассмотрен механизм возникновения потерь. Вихревые токи возникают в зонах с переменной магнитной индукцией и вызывают появление силы, которая направлена навстречу вектору скорости и тормозит якорь. Показаны направления этих токов, векторы магнитной индукции, напряжённости магнитного поля и силы, действующей на проводник обмотки и тормозящей якорь. Предложены методы уменьшения потерь: дробление контуров вихревых токов, а также достижение равномерного распределения магнитной индукции в межполюсном пространстве электродвигателя. Показаны их сильные и слабые стороны. При дроблении контуров обмотки возникают уравнивающие токи. Для устранения потерь на уравнивающие токи необходимо обязательно применять транспозицию проводников. Приведена уточненная формула для нахождения потерь на вихревые токи в обмотке якоря, проводники которого выполнены в виде жгута из нескольких проволок. Формула показала хорошую сходимость с экспериментальными данными.

Ключевые слова: электродвигатели постоянного тока с полым якорем, потери в обмотках на вихревые токи

The count of losses by eddy currents in the windings of electric motors with hollow anchor

Natalia V. Pribylova	¹	n.pribylova@mail.ru
Sergei A. Filonov	¹	filonovser@yandex.ru
Ekaterina Y. Zheltoukhova	²	Katsturova@gmail.com

¹ Voronezh state agrarian university named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia

² Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Given the rationale of taking into account losses on eddy currents in the windings of a low-inertia DC motors with offered magnetolectric systems. Increased in recent years, the power of these motors (through the use of highly coercive magnets permanent) caused an increase in the volume of copper in the air gap and the magnetic induction values. All this has values given rise to significant eddy currents in the windings made in the air gap, and hence the necessity of taking into account losses from these currents. The experimentally obtained dependence of the losses on eddy currents on the frequency of rotation for a DC motor with a hollow anchor with a power of 350 watts. The magnitude of these losses can reach 30% of the nominal power of the motor. Described mechanism of occurrence of losses. Eddy currents occur in areas with variable magnetic flux and cause the appearance of force, which is directed toward the velocity vector and inhibits the anchor. The directions of these currents, the vectors of magnetic induction, magnetic field and force acting on the conductor winding and a braking anchor. The proposed methods reduce losses: crushing contours of eddy currents and achieve uniform distribution of magnetic induction in the interpolar space of the motor. Shows their strengths and weaknesses. The crushing circuits of windings occur surge currents. To eliminate the losses on the surge currents it is necessary to apply a transposition of the conductors. Given a refined formula for finding the losses on eddy currents in the armature winding, the conductors of which is made in the form of a harness of several wires. Formula has shown a good convergence with experimental data.

Keywords: DC motors with hollow anchor, losses in the windings for the eddy currents

Введение

В настоящее время во многих устройствах и механизмах, используемых, в том числе и в сельскохозяйственном производстве, актуально применение малоинерционных электродвигателей постоянного тока с беспазовыми магнитоэлектрическими системами. В связи с ростом их габаритов и мощности, появилась необходимость учёта дополнительных потерь на вихревые токи

в обмотках, вынесенных в воздушный зазор. Это связано с повышением рабочей частоты вращения, возрастанием числа пар полюсов магнитных систем, и, главное, с увеличением объема меди обмоток в относительно больших немагнитных воздушных зазорах с одновременным ростом магнитной индукции (из-за использования высококоэрцитивных магнитных материалов).

Для цитирования

Прибылова Н.В., Филонов С.А., Желтоухова Е.Ю. Учет потерь на вихревые токи в обмотках электродвигателей с полым якорем // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 31–34. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-31-34

For citation

Pribylova N.V., Filonov S.A., Zheltoukhova E.Yu. The count of losses by eddy currents in the windings of electric motors with hollow anchor. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 31–34. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-31-34

Целью работы является обоснование возникновения вихревых токов в обмотках электродвигателей с полым якорем и необходимости их учёта, а также определение оптимального способа для уменьшения потерь от вихревых токов.

До сих пор считалось, что в беспазовых компоновках такие потери необходимо учитывать при проектировании высокооборотных и весьма мощных преобразователей энергии в десятки киловатт и выше [1, 2] или более одного киловатта [3]. Однако, практика показывает, что значительные дополнительные потери на вихревые токи могут возникать и в обмотках машин меньшей мощности [4].

На рисунке 1 приведена экспериментально полученная зависимость потерь на вихревые токи $P_{\text{вихр.т.}}/P_{\text{ном}}$ от частоты вращения n для электродвигателя постоянного тока с полым якорем мощностью 350 Вт [5].

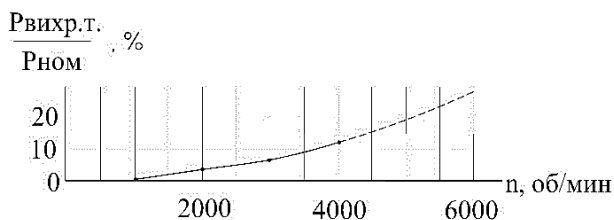


Рисунок 1. Добавочные потери на вихревые токи в процентах от номинальной мощности

Figure 1. Additional eddy current losses as a percentage of the rated power

Из зависимости, приведённой на рисунке 1, видно, что потери мощности на вихревые токи имеют квадратичную зависимость от скорости вращения и при частоте вращения 6000 об/мин составляют величину около 100 Вт (пунктирная линия).

Рассмотрим подробнее механизм возникновения вихревых токов.

При вращении якоря с поднятыми щетками вихревые токи возникают в тех проводниках, в которых $dB/dt \neq 0$ (т. е. при большой крутизне возрастания магнитной индукции). На рисунке 2 показаны направления этих токов. Под северным полюсом слева они препятствуют возрастанию поля, а справа – поддерживают его исчезновение. Плотность вихревых токов

$$j = -\frac{dH}{dy}, \quad (1)$$

где H – напряженность магнитного поля; x, y – оси координат.

В проводниках, находящихся в центре полюса, вихревые токи не возникают, если магнитная индукция неизменна. В этих проводниках наводится основная ЭДС, под действием

которой ток в проводниках не протекает, так как при поднятых щетках все проводники можно условно считать разомкнутыми.

На рисунке 3 укрупненно показана одна проволока жгута обмотки якоря. Вихревые токи, направленные в одну сторону под северным полюсом и находящиеся в зоне с большими значениями магнитной индукции B_1 , вызывают появление силы F_1 , которая направлена навстречу вектору скорости и тормозит якорь. Плотность вихревых токов в зоне B_2 намного меньше и, соответственно, меньше сила F_2 .

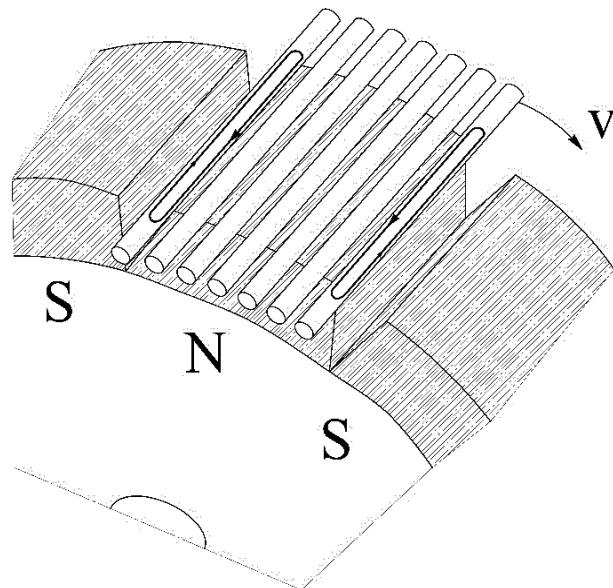


Рисунок 2. Распределение вихревых токов в обмотке полого якоря, равномерно вращающегося с поднятыми щетками в магнитном поле

Figure 2. The distribution of eddy currents in the winding of a hollow armature uniformly rotating with raised brushes in a magnetic field

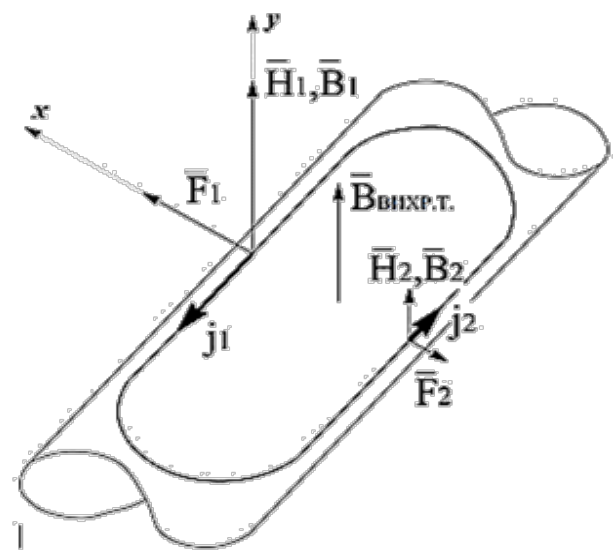


Рисунок 3. К определению сил, тормозящих якорь (под северным полюсом справа)

Figure 3. Determine forces that retard the anchor (under the north pole on the right)

Существует несколько способов борьбы с потерями на вихревые токи:

1. Применяется дробление контуров вихревых токов, т. е. каждую секцию обмотки выполняют в виде жилы из нескольких изолированных проволок.

2. Достигается более плавное распределение магнитной индукции в межполюсном пространстве, без участков с большой крутизной.

В литературе [6, 7, 8, 9, 10] приводятся формулы для определения потерь на вихревые токи, которые не представляется возможным использовать в нашем случае. Достаточно удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными показала полученная нами уточненная формула.

Таким образом, потери на вихревые токи в обмотке полого якоря, проводники N которого выполнены не в «навал», а в виде жгута (жилы) из нескольких проволок, уложенных параллельно образующей цилиндра («расчесанных») и трапецеидальной индукции в зазоре можно вычислить по следующей формуле

$$P_{\text{вихр},T} = \frac{\pi^3 N l_a d_{np}^4 a f^2 B_m^2}{16\rho}, \text{ Вт} \quad (2)$$

где N – полное число проводников обмотки, выполненных в виде жгута (жилы) из нескольких проволок, параллельных образующей цилиндра якоря; l_a – длина каждого проводника в пределах магнитного поля по оси якоря, м; d_{np} , a – диаметр круглой проволоки и число параллельных проволок в жгуте; f – частота перемагничивания проводников $f = np/60$; n – частота вращения,

об/мин; p – число пар полюсов магнитной системы; B_m – амплитудное значение магнитной индукции в зазоре, Тл, при $c/b = 0,45$; c , b – основания трапеции; ρ – удельное электрическое сопротивление меди, $\rho = 0,0173 \times 10^{-6}$ Ом·м.

При первом способе, кроме потерь на вихревые токи, определенных по формуле (2), в проволоках, соединенных между собой параллельно, на коллекторе, текут еще уравнивающие токи. Это связано с тем, что все они находятся в разных магнитных условиях под полюсами, причем, чем больше проволок в жгуте, тем большее тормозное действие они оказывают на якорь. Для устранения потерь на уравнивающие токи необходимо обязательно применять транспозицию, например – скручивание проволок перед намоткой секций, что увеличивает трудоемкость изготовления якоря.

При втором способе, в результате уменьшения магнитного потока в воздушном зазоре, ухудшаются удельные характеристики и параметры электродвигателя.

Заключение

В современных электродвигателях с полым якорем необходимо учитывать потери на вихревые токи в обмотках, вынесенных в воздушный зазор. Такие обмотки необходимо выполнять в виде жгутов из нескольких проволок, обязательно применяя транспозицию проводников. При трапецеидальном распределении магнитной индукции в воздушном зазоре эти потери рассчитываются по уточнённой формуле (2), которая показала хорошую сходимость с экспериментальными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антонов А.Е., Киреев В.Г., Петухов И.С. Потери от уравнивающих токов в многожильных обмотках беспазовых электрических машин // Техническая электродинамика. 2011. № 3. С. 33–39.

2 Васильковский Ю.Н., Титко А.И. Математическое моделирование вихревых токов и потерь в крайних пакетах сердечника статора турбогенератора // Техническая электродинамика. 2013. № 3. С. 50–56.

3 Данилина Э.М., Володин Г.И., Бреславец В.П. Потери энергии на вихревые токи в электромагнитных аппаратах вихревого слоя и способы их снижения // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2014. № 1. С. 43–47.

4 Хомяк В.А., Прибылова Н.В. Анализ потерь в обмотке якоря электродвигателя постоянного тока // Энергия – XXI век. 2014. № 4 (88). С. 56–59.

5 Прибылова Н.В., Филонов С.А., Аксенов И.И. Потери на вихревые токи в обмотках электрических машин, вынесенных в воздушный зазор // В сборнике: Наука вчера, сегодня, завтра. Материалы научно-практической конференции. 2016. С. 236–239.

6 Макачук А.В. Аналитический расчет потерь мощности от вихревых токов в роторах с постоянными магнитами // Техническая электродинамика. 2015. № 6. С. 41–45.

7 Афанасьев А.А. Расчет магнитных потерь электромеханических устройств // Электричество. 2016. № 6. С. 25–33.

8 Li Jian et al. Effects of MMF harmonics on rotor eddy-current losses for inner-rotor fractional slot axial flux permanent magnet synchronous machines // Magnetics, IEEE Transactions on 48.2. 2012. P. 839–842.

9 Makarchuk A. Eddy currents losses in a rotor of the high-speed generator with the permanent magnet excitation // Tekhnichna Elektrodynamika. 2013. № 1. P. 56–61.

10 Yamazaki, Katsumi, Fukushima Effect of eddy-current loss reduction by magnet segmentation in synchronous motors with concentrated windings // Industry Applications, IEEE Transactions on 47.2. 2011. P. 779–788.

REFERENCES

1 Antonov A.E., Kireev V.G., Petukhov I.S. Loss from surge currents in the multiconductor windings of electrical machines offered. *Tekhnicheskaya elektrodynamika* [Technical electrodynamics] 2011. no. 3. pp. 33–39. (in Russian)

2 Vaskovsky Yu. N., Titko A.I. Mathematical modeling of eddy currents and losses in the extreme packages stator core of a turbogenerator *Tekhnicheskaya elektrodinamika* [Technical electrodynamics] 2013. no. 3. pp. 50-56. (in Russian)

3 Danilina E. M., Volodin G. I., Breslavets V. P. The energy Loss due to eddy currents in electromagnetic apparatuses of a vortex layer and methods of their reduction. *Izvestiya vuzov* [News of higher educational institutions. Electrician] 2014. no. 1. pp. 43-47. (in Russian)

4 Homyak V.A., N.V. Pribylova Analysis of the loss in the armature winding of the electric motor DC. *Energiya – XXI vek*. [Energy – XXI century] 2014. no. 4 (88). pp. 56–59. (in Russian)

5 Pribylova N.V., Filonov S.A., Aksenov I.I. Losses on vortex currents in windings of electrical machines, made in the air gap. *Nauka vchera, segodnya, zavtra* [Science yesterday, today and tomorrow. Proceedings of scientific-practical conference] 2016. pp. 236–239. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Прибылова к.т.н., доцент, кафедра электротехники и автоматики, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, n.pribylova@mail.ru

Сергей А. Филонов к.т.н., доцент, кафедра электротехники и автоматики, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, filonovser@yandex.ru

Екатерина Ю. Желтоухова к.т.н., доцент, кафедра жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Katsturova@gmail.com

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 11.05.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.07.2017

6 Makarchuk V. A. Analytical calculation of power losses from eddy currents in the rotor with permanent magnets. *Tekhnicheskaya elektrodinamika* [Technical electrodynamics] 2015. no. 6. pp. 41-45. (in Russian)

7 Afanas'ev A. A. The calculation of magnetic losses in Electromechanical devices. *Elektrichestvo* [Electricity] 2016. no. 6. pp. 25-33. (in Russian)

8 Li, Jian, et al. Effects of MMF harmonics on rotor eddy-current losses for inner-rotor fractional slot axial flux permanent magnet synchronous machines. *Magnetics, IEEE Transactions on* 48.2. 2012. pp. 839-842.

9 Makarchuk A. Eddy currents losses in a rotor of the high-speed generator with the permanent magnet excitation. *Tekhnichna Elektrodinamika*. 2013. no. 1. pp. 56-61.

10 Yamazaki, Katsumi, Fukushima Effect of eddy-current loss reduction by magnet segmentation in synchronous motors with concentrated windings. *Industry Applications, IEEE Transactions on* 47.2. 2011. pp. 779-788.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia V. Pribylova candidate of technical sciences, assistant professor, electrical engineering and automatics department, Voronezh state agrarian university named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, n.pribylova@mail.ru

Sergei A. Filonov candidate of technical sciences, assistant professor, electrical engineering and automatics department, Voronezh state agrarian university named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, filonovser@yandex.ru

Ekaterina Y. Zheltoukhova candidate of technical sciences, assistant professor, fat, processes and devices of chemical and food industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Katsturova@gmail.com

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 5.11.2017

ACCEPTED 7.28.2017

Особенности низкотемпературной тепловой обработки мясопродуктов в пароконвектомате с наложением ультразвуковых колебаний

Елена И. Верболоз¹ elenaverboloz@mail.ru
Сергей А. Романчиков² romanchkovspb@mail.ru

¹ Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия

² Военная академия материально-технического обеспечения, наб. Макарова д. 8, г. Санкт-Петербург, 199034, Россия

Реферат. При низкотемпературной тепловой обработке мясных полуфабрикатов (не выше 85 °С) удастся получить достаточно нежный продукт и сохранить в нем больше соков, которые и придают им их неповторимый вкус. Но при этом общая длительность обработки достигает нескольких часов, что и обеспечивает размягчающее воздействие на collagen мышц. Обработка кулинарной продукции в таком режиме даже в пароконвектомате ведет к повышенным потерям массы готовых продуктов, в особенности при запекании. В статье представлено техническое решение задачи интенсификации низкотемпературной тепловой обработки в пароконвектомате с помощью ультразвука. Высокая адаптивность к существующим технологиям, легкость управления процессом обработки и особые физические эффекты позволяют применять ультразвук разной интенсивности и частоты. Ультразвуковые технологии позволяют резко интенсифицировать технологический процесс и повысить качество готовых изделий. На базе пароконвектомата Angelo Po (Италия) создан универсальный тепловой аппарат, в том числе и для запекания мясных полуфабрикатов с интенсификацией процессов теплообмена и приготовления в поле ультразвука. Данная технология, не применяемая ранее, позволяет ускорить процесс получения готовой продукции примерно на 29–30%, снизить потери на 8–11% и энергетические затраты. Исследования проводятся с целью научного и экономического обоснования процесса и модернизации оборудования для ускоренного производства высококачественных мясных изделий при обработке их в пароконвектомате.

Ключевые слова: пароконвектомат, ультразвуковой излучатель, запекание мяса, интенсификация, снижение потерь, повышение сочности

Features of the low-temperature heat treatment of meat products in a combi steamer with the imposition of ultrasonic vibrations

Elena I. Verboloz¹ elenaverboloz@mail.ru
Sergei A. Romanchikov² romanchkovspb@mail.ru

¹ Saint-Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia

² Military academy of logistics, Makarova emb., 8, St. Petersburg, 199034, Russia

Summary. In the process of low-temperature heat treatment of meat semi-finished products (not higher than 85 °C) it is possible to get a fairly delicate product and keep more juices in it, which give them their unique taste. But at the same time the total processing time reaches several hours, which provides a softening effect on the collagen muscles. Processing of culinary products in this mode, even in a combi steamer, leads to increased loss of weight of finished products, especially when it baked. The paper presents a technical solution to the problem of intensification of low-temperature heat treatment in a combi steamer using the ultrasound. High adaptability to existing technologies, ease of control of the processing process and special physical effects allow using ultrasound of varying intensity and frequency. Ultrasound technologies allow you to highly intensify the technological process and improve the quality of finished products. Based on the Angelo Po's combi steamer (Italy) a universal thermal device was created, including meat semi-finished products baking with intensification of heat exchange processes and preparation in the ultrasound field. This technology not used previously and allows speeding up the process of obtaining finished products by approximately 29–30%, and reducing losses in energy costs by 8–11%. The research is conducted with the purpose of scientific and economic justification of the process and modernization of equipment for accelerated production of high-quality meat products when processing them in a combi steamer.

Keywords: combi steamer, ultrasonic emitter, intensification, loss reduction, increase of juiciness

Введение

При большом разнообразии тепловых аппаратов для приготовления пищи следует обратить особое внимание на пароконвектоматы, позволяющие выбрать рациональный режим обработки продуктов [1, 25]. Несмотря на наличие сложной системы пароувлажнения, вентиляции

и терморегуляции, выход и качество порций при запекании иногда не соответствуют желаемым результатам. Частично эта задача решается снижением температуры в шкафу на 30–50 °С и более, то есть переходом на так называемый низкотемпературный режим тепловой обработки, особенно мясных и рыбных кусковых блюд

Для цитирования

Верболоз Е.И., Романчиков С.А. Особенности низкотемпературной тепловой обработки мясопродуктов в пароконвектомате с наложением ультразвуковых колебаний // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 35–41. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-35-41

For citation

Verboloz E.I., Romanchikov S.A. Features of the low-temperature heat treatment of meat products in a combi steamer with the imposition of ultrasonic vibrations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 35–41. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-35-41

[8, 11, 16]. При таком понижении температуры удается сохранить в продуктах те соки, которые и придают им их неповторимый вкус. В более горячей или более сухой среде эти соки быстро перемещаются к нагретой поверхности продукта, чтобы выровнять его температуру, а затем вытекают в противень. Их можно использовать как основу для приготовления хорошего соуса, но только за счет ухудшения качества и вкуса блюда. Долгое запекание «проблемного» мяса с большим процентом «жиловки» при температуре около 63–70 °С позволяет размягчать жесткие взаимосвязи тканей и делать мясо очень мягким [11]. Но существенное увеличение времени приготовления пищи не всегда соответствуют требованиям посетителей ресторанов и не прибавляет имиджа заведению. Современные достижения науки позволяют легко и не дорого решить проблему внедрения такой технологии на кухне без увеличения времени обработки, и даже с повышением вкусовых качеств пищи. Ранее нами предложена и запатентована технология интенсивной тепловой обработки мучных изделий с наложением ультразвуковых колебаний в хлебопекарной печи и в пароконвектомате [1–3, 6, 7]. Известна высокая адаптивность и эффективность ультразвука к существующим технологиям, позволяющая применять их комплексно [5, 19, 20].

При этом за счет акустических эффектов обеспечивается достаточно высокий коэффициент теплоотдачи, позволяющий снизить затраты электроэнергии и температуру запекания шкафу. Возможное уменьшение скорости обдува и времени обработки повышает выход изделий. Из-за существенного снижения толщины пограничного слоя воздуха в ультразвуке происходит более быстрый прогрев верхней корочки полуфабрикатов и закупоривание наружных капилляров за счет поверхностной денатурации белка, тем самым предотвращая выдавливание сока на противень [11, 21]. Нами проведены теоретические и экспериментальные исследования тепловой обработки кусковых порций мяса свинины и охлажденной рыбы трески в акустическом поле с инструментальным контролем процесса. Основной целью данного способа запекания было предотвращение указанных выше недостатков и повышение качества изделий за счет использования ультразвуковых эффектов нагрева с присущими ему особенностями теплопередачи. Наш способ и пароконвектомат со встроенным ультразвуковым излучателем позволяют получать продукты с повышенной сочностью и массой, что заметно их отличает от обработанных традиционными способами.

Кроме того, существенно сокращается время приготовления запекаемой продукции за счет ультразвуковых эффектов. Известно, что ультразвук уменьшает толщину ламинарного (прилипшего) слоя к изделию за счет изменения характера обтекания потока даже в докавитационных режимах [3, 6]. Анализ исследований показывает, что ультразвуковые волны в воздухе приводят к турбулизации пограничного слоя, периодически создают разрежение у поверхности, что приводит к подосу новых порций воздуха – теплоносителя. Механизм влияния ультразвука при запекании изделий связан с появлением акустических завихряющих течений, обусловленных поглощением энергии в пограничном слое греющей среды у их поверхности, а также поглощением некоторой части энергии внутри кусковых изделий. Снижение толщины этого слоя обычным аэродинамическим способом требует применения высоких скоростей воздуха, следствием чего является интенсивное подсушивание поверхности даже при рекомендуемой влажности в шкафу [10]. Преимущество акустических потоков в исключительно малой толщине их пограничного слоя:

$$\delta = \sqrt{\nu / \pi f}, \quad (1)$$

где δ – толщина пограничного слоя, м; ν – коэффициент кинематической вязкости воздуха, м²/с; f – частота колебаний, Гц.

Увеличение частоты колебаний уменьшает толщину температурного (концентрационного) пограничного слоя и увеличивает тем самым градиент температуры, определяющий скорость переноса массы и тепла. Появляется возможность снижения температуры в камере до величины, обеспечивающей передачу необходимого количества энергии через тонкий слой воздуха [3].

Такое действие ультразвука на тепломассообмен проявляется от некоторых пороговых значений интенсивности волны. Как показали исследования по выпечке хлеба с наложением ультразвука малой интенсивности (0,2–0,5 Вт/см²), он в значительной степени разрушает пограничную пленку воздуха у запекаемого изделия, играющую роль теплоизолятора, и, соответственно, увеличивает коэффициент теплоотдачи в 1,6–2,1 раза [3, 9]. При этом экспериментально доказано, что ультразвук уменьшает время выпечки на 20–28%. Замеры интенсивности звука в объеме камеры показали, что за счет рассеяния и отражения ультразвуковых волн от изделий и стенок камеры приводит к усреднению акустического поля, что согласуется с обнаруженными источниками информации [4].

Особенностью ультразвука является способность его многократно отражаться от стен камеры и запекаемых изделий, проникать во все неровности изделия, снижая термическое сопротивление тепло- и массопереносу [19]. Кроме того, за счет периодического изменения местного давления внутренние мышцы мяса подвергается автоколебаниям на глубину от миллиметров до нескольких сантиметров, что способствует интенсивному проникновению тепла внутрь изделия (звукокапиллярный эффект, локальный нагрев) [11]. Расчеты показывают, что при этом наружные части волокон получают ускорения до 3–4g при мощности около 0,5–0,7 Вт/см², что также способствует размягчению мышц мяса.

Для проведения эксперимента нами был сформулирован принцип создания установок для тепловой ультразвуковой обработки пищевых продуктов с высоким содержанием влаги, которую необходимо сохранить в целях повышения вкусовых качеств готовых изделий. Ограниченный объем известных из литературы экспериментальных исследований показывает отсутствие единого мнения об интенсивности ультразвукового воздействия при тепловой обработке мясных и рыбных полуфабрикатов [11, 12, 14, 17]. В отличие от процессов сушки, где обычно критическим звуковым давлением считают 130–140 дБ, когда происходят процессы кавитации, необходимые для возгонки жидкости и активного капиллярного эффекта, нам для срыва пограничной пленки у нагреваемого продукта достаточно 90–100 дБ. Это показывают исследования М.А. Ивановой по выпечке мелкоштучных булочных изделий при воздействии слабых ультразвуковых колебаний [6].

Для решения поставленных в работе задач выполнены экспериментальные исследования зависимости времени готовности мяса от интенсивности ультразвука.

Материалы и методы

При экспериментальной проверке изложенных теоретических положений в качестве образцов использовалась охлажденная свинина без жировых прослоек, нарезанная поперек волокон кусками кубической формы массой по 210 г.

Принято решение использовать ультразвуковой электронный излучатель с максимальной потребляемой мощностью до 300 ватт, позволяющий более равномерно рассеять ее в объеме жарочного шкафа аппарата и создать достаточную интенсивность волны для срыва пограничной пленки воздуха у запекаемых изделий. Для этой цели был изготовлен в Бийске ультразвуковой аппарат с водяным охлаждением пьезоэлектрического излучателя УЗАГС-0,3/22-Ов и рабочей частотой колебаний 22 кГц (рисунок 1). Излучатель

этого аппарата был установлен в двери пароконвектомата типа Angelo Po с объемом 0,6 м³ и максимальной потребляемой мощностью 9,6 кВт (рисунок 2). Интенсивность ультразвука на изделиях можно было изменять в пределах 0,2–2,0 Вт/см².



Рисунок 1. УЗАС-0,3/22-Ов

Figure 1. UZAGS-0,3/22-Ov

В боковой части жарочного шкафа находится система регулирования температурно-влажностного режима в пароконвектомате, включающая в себя вентилятор, парогенератор, ТЭНы и другое оборудование. Излучатель ультразвука за счет водяного охлаждения устойчиво работает при высоких температурах в печи и управляется программой через компьютер.

Прогоняемый вентилятором воздух внутри камеры нагревается до расчетной технологической температуры ТЭНами, причем существенно более низкой с учетом эффектов ультразвукового поля. Поэтому в начальный период обработки, как показывают экспериментальные данные, процесс прогрева изделия внутрь и образование корочки происходит более эффективно, что важно с целью снижения потерь сока. Конструктивно устройство для производства запеченных мясных изделий может быть выполнено, как показано на рисунке 2 и 3.



Рисунок 2. Общий вид экспериментальной установки

Figure 2. General view of the experimental facility

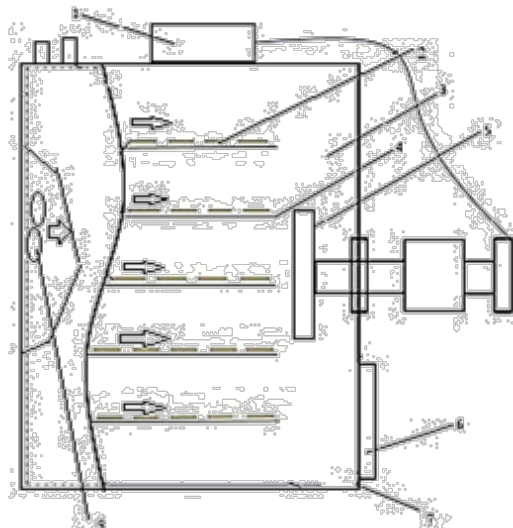


Рисунок 3. Схема экспериментальной установки для ускоренной сушки макаронных изделий с белковыми добавками: 1 – генератор ультразвука; 2 – материал для сушки; 3 – сушильная камера; 4 – сетчатые поддоны с материалом для сушки; 5 – ультразвуковой излучатель; 6 – программируемый блок управления; 7 – дверь пароконвектомата; 8 – вентилятор с ТЭНами

Figure 3. Schematic of the experimental setup for the accelerated drying of pasta with protein supplements: 1 – ultrasonic generator; 2 – material for drying; 3 – drying chamber; 4 – mesh trays for drying material; 5 – an ultrasonic emitter; 6 – a programmable control unit; 7 – combi steamer's door; 8 – fan with heating elements.

Для решения поставленных в работе задач, Ультразвуковой излучатель, учитывая характер распространения ультразвука, может быть закреплен в дверце камеры примерно в среднем положении по ее высоте. Генератор ультразвукового аппарата и сам пароконвектомат управляются по заданной программе. Признаком достоверности принятой концепции является известный опыт применения ультразвуковых колебаний в отдельности, как для изменения капиллярного эффекта пористых тел, так и для получения высоких коэффициентов теплоотдачи [2, 5, 7]. Устройство для производства запеченных мясных изделий работает следующим образом: изделия, предназначенные для запекания, помещают на сетчатый поддон под камеры пароконвектомата. Запускают программу обработки данного вида изделия, которая не требует вмешательства повара до выемки готового продукта. При этом автоматически устанавливается заданная температура обработки и необходимая влажность, включается ультразвуковой излучатель. По достижении в центре куска температуры готовности изделия, оборудование отключается.

Ультразвук, благодаря эффекту снижения на порядок толщины пограничного слоя воздуха даже при механическом обдуве, позволяет

значительно ускорить процесс коагуляции белков в поверхностных тканях мяса, предотвращая вытекание сока, а цвет изделий приобретает равномерную розово-коричневую окраску, в том числе и в углублениях (неровностях) кускового продукта (особенность обработки ультразвуком).

Результаты и обсуждение

Под действием ультразвука малой интенсивности улучшаются специфические и вкусовые качества мяса, и значительно сокращается продолжительность тепловой обработки. Ранее нами экспериментально определена рациональная интенсивность излучения ультразвука при запекании: $I=0,7 \text{ Вт/м}^2$. Тепловая денатурация мышечных белков начинается при $34\text{--}38^\circ\text{C}$. При 65°C денатурирует около 90% всех мышечных белков, но даже при 100°C часть их остается растворимыми [11]. Нами принята температура готовности запеченной свинины $76\text{--}79^\circ\text{C}$ [4].

По результатам экспериментальных исследований можно судить о большом влиянии тепловой обработки мясных полуфабрикатов при воздействии ультразвука на увеличение скорости готовности мышечной ткани мяса (рисунок 4 Верхняя кривая).

Получены аппроксимационные зависимости изменения температуры в центре мясных кусковых изделий от продолжительности процесса низкотемпературного запекания в пароконвектомате, с ультразвуком:

$$t = -0,0063\tau^2 + 1,2849\tau + 11,191 \quad (2)$$

без ультразвука:

$$t = -0,0013\tau^2 + 0,3955\tau + 12,758 \quad (3)$$

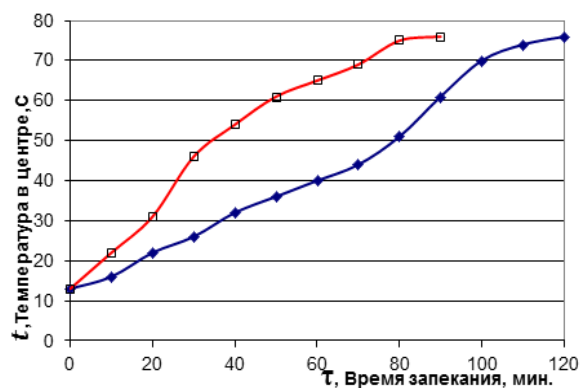


Рисунок 4. Продолжительность низкотемпературного запекания мясных кусковых изделий при скорости обдува вентилятором $v=0,3 \text{ м/с}$, температуре воздуха в камере $t=85^\circ\text{C}$, влажности $\phi=40\%$; верхняя кривая при интенсивности ультразвука $0,7 \text{ Вт/м}^2$, 20 кГц , нижняя кривая – без ультразвука

Figure 4. The duration of the low-temperature baking of meat pieces at a blowing speed of the fan $v=0,3 \text{ м/с}$, air temperature in the chamber $t=85^\circ\text{C}$, humidity $\phi=40\%$; the upper curve at ultrasound intensity is 0.7 Вт/м^2 , 20 кГц , the lower curve is without ultrasound

При 45–50 °С в центре изделия (тепловая обработка без ультразвука) начал интенсивно вытекать сок, который испаряясь, охлаждал куски мяса, что заметно на нижней кривой графика. Из рисунка 4 видно, что имеется возможность сокращения продолжительности теплового воздействия при запекании свинины кусковой, по 210 г.каждый, примерно на 29%.

Выявлено, что наиболее эффективным методом снижения потерь при запекании мяса является использование переменного присутствующего избыточного давления и вакуума, создаваемого ультразвуковыми колебаниями для ускорения поверхностной денатурации белка. В процессе денатурации белки теряют гидратную оболочку, что облегчает не только их усвоение, но и дает возможность использовать этот эффект для закупорки пор на поверхности мяса.

При этом происходит агрегирование белковых молекул, соединение их между собой в более крупные частицы. Начинается процесс свертывания белков, расслоения коллоидной системы, образования хлопьев белка, закупоривающих наружные поры поверхности мяса и удерживающих мясной сок. На поверхности обрабатываемых ультразвуком и низкотемпературным теплом порций образуется структурированная прочная белковая система. Важно, что низкотемпературная обработка в ультразвуке практически исключает образование гетероциклических ароматических аминов, представляющих собой сильные канцерогены [4].

Таким образом, ультразвук за счет существенного снижения толщины пристенного к мясу ламинарного слоя воздуха, позволяет быстрее прогреть поверхность кусков и закрыть поры, снизив потери мясного сока. При тепловой обработке без ультразвука потери достигают 32–41%. При существенном

снижении времени обработки в ультразвуке, уменьшаются и потери сока на 8–11%, что влияет на сочность и нежность мяса, его размягчение. Объясняется это тем, что при прохождении ультразвука даже небольшой интенсивности (до 1 Вт/см², частотой 22 кГц) в тканях животного происходят в результате колебаний значительные ускорения волокон, возникает ряд механических и физико-химических явлений, в первую очередь разрыв фибрилл ткани (при поперечном движении ультразвуковой волны), вследствие чего образуются пустоты. Происходит частичный механический сдвиг волокон мышечной и соединительной тканей, при этом создаются благоприятные условия для действия ферментов мяса и ускорения химических процессов в тканях [5, 16, 22]. Обработка при температурах 70–85 °С мяса, позволяет повысить пищевую и биологическую ценность мяса, улучшить цвет и аромат, снизить канцерогенность запеченных продуктов [18].

Выводы

Результаты проведенных в работе теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Применение ультразвукового метода в комплексе с низкотемпературной тепловой обработкой кусковых порций мяса позволяет увеличить скорость приготовления на 29–30% и снизить потери на 8–11%.

2. Рекомендована интенсивность ультразвука на поверхности изделий 0,7–0,8 Вт/м² С. Дальнейшее увеличение силы ультразвуковых колебаний может привести к кавитационным процессам и разрушению скоагулированного поверхностного слоя с вытеканием части влаги из обрабатываемых кусковых порций мяса, снижению их сочности.

5 Заяс Ю.Ф. Ультразвук и его применение в технологических процессах мясной промышленности // Пищевая промышленность. 1970.

6 Иванова М.А. Разработка ресурсосберегающего процесса выпечки мелкоштучных булочных изделий с наложением поля ультразвука. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2012.

7 Иванова М.А., Антуфьев В.Т. Влияние ультразвука на показатели готового мелкоштучного хлебобулочного изделия // Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств». 2011. № 1.

8 Красуля О.Н. и др. Процессы и аппараты пищевой сонотехнологии для мясной промышленности // Мясная индустрия. 2009. № 7.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. № 158128. Устройство для производства хлебобулочных изделий / Романчиков С.А., Антуфьев В.Т. Заявл. № 2015100836/10; опубл. 20.12.2015, Бюлл. № 36

2 Антуфьев В.Т., Иванова М.А. Воздействие ультразвука на выпечку мелкоштучных хлебобулочных изделий // Журнал Хлебопродукты. 2011 № 5. С. 50–51

3 Пат. № 2496319 Способ и устройство для интенсификации выпечки хлебобулочных изделий / Антуфьев В.Т., Иванова М.А. Заявл. № 2011125204/13; опубл. 27.10.2013, Бюлл. № 30.

4 Большаков О.В. Кавитационный реактор как средство сонохимических исследований и технологий в пищевой промышленности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 2.

9 Кутателадзе С.С. Пристенная турбулентность. Новосибирск: Наука.

10 Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учеб. для вузов. М.: Дрофа, 2003. 840 с.

11 Могильный М.П. Теоретические и практические аспекты создания инновационных технологий мясных продуктов функционального назначения для общественного питания. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: МГУТУ им. К.Г. Разумовского, 2012.

12 Молчанов Г.И. Ультразвук в фармации. М.: Медицина, 1980.

13 Николаев С.В. Метод ультразвукового контроля процесса пропитки пористых материалов гидрофобизирующим раствором. Автореферат ЛР 020308 от 14.02.97

14 Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. М.: Высшая школа, 2006. 237 с.

15 Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчёт и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. СПб.: ГИОРД, 2003. 352 с.

16 Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1974.

17 Русанова Т.В., Дмитриев В.В., Мачихин С.А. и др. Интенсификация процесса брожения дрожжей в хлебопечении с помощью ультразвука // – Хлебопекарная и кондитерская промышленность, 1974. № 5. С. 28.

18 Протокол испытаний № 6/177 от 11.05.2010 г. НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина РАМН / Аттестат аккредитации Департамента госсанэпиднадзора МЗ РФ ГСЭН.RU.ЦОА.234 № РОСС RU.0001.511603

19 Хмелев В.Н., Шалунов А.В., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н. и др. Исследование эффективности ультразвуковой сушки // Технологическая акустика. 2009. № 6.

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

21 Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. Термодинамика. Теплопередача: Справочное пособие. СПб.: СПбГУНИИТ, 2008. 41 с.

22 Шерстюк В.М., Беляев В.М. Физические методы обработки рыбы // Пищевая промышленность. 1971. 148 с.

23 Шестаков С.Д. Управление гидратацией биополимеров пищевых сред. В книге Теоретические основы пищевых технологий. М: КолосС, 2009.

24 Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Богуш В.И. и др. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции. СПб.: ГИОРД, 2013. 152 с.

25 Русский проект. URL: http://www.rproject.ru/pdf/AngeloPo/Angelo_PO_Rus_2011_.pdf

REFERENCES

1 Romanchikov S.A., Antuf'ev V.T. Device for the production of bakery products [Ustrojstvo dlya proizvodstva hlebobulochnyh izdelij] Patent RF, no. 158128, 2015. (in Russian)

2 Antuf'ev V.T., Ivanova M.A. The influence of ultrasound on the baking of small-baked bakery products. *Zhurnal Hleboprodukty*. [Journal of Bread Products] 2011. no. 5. pp. 50–51 (in Russian)

3 Antuf'ev V.T., Ivanova M.A. Sposob i ustrojstvo dlya intensifikacii vypechki hlebobulochnyh izdelij [Method and device for intensification of baking of bakery products] Patent RF, no. 2496319, 2013 (in Russian)

4 Bol'shakov O.V. Cavitation reactor as a means of sonochemical research and technology in the food industry. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials] 2010. no. 2. (in Russian)

5 Zayas Yu.F. Ultrasound and its application in the technological processes of the meat industry. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry] 1970. (in Russian)

6 Ivanova M.A. Razrabotka re-sursosberegayushchego processa vypechki mel-koshtuchnyh bulochnyh izdelij s nalozheniempolya ul'trazvuka. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk [Development of a resource-saving baking process for small-batch bakeries with superposition of the ultrasound field] Saint-Petersburg, Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet nizkotemperaturnyh i pishchevyh tekhnologij, 2012. (in Russian)

7 Ivanova M.A., Antuf'ev V.T. Influence of ultrasound on the parameters of finished small-baked bakery products. *Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv* [Processes and Apparatuses of Food Production] 2011. no. 1. (in Russian)

8 Krasulya O.N. et al. Processes and devices of food sonotechnology for the meat industry. *Myasnaya industriya* [Meat industry] 2009. no. 7. (in Russian)

9 Kutateladze S.S. Pristennaya turbulentnost'. [Wall turbulence] Novosibirsk, Nauka. (in Russian)

10 Lojcyanskij L.G. Mekhanika zhidkosti i gaza. [Mechanics of liquid and gas] Moscow, Drofa, 2003, 840 p. (in Russian)

11 Mogil'nyj M. P. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sozdaniya innovacionnyh tekhnologij myasnyh produktov funkcional'nogo naznacheniya dlya obshchestvennogo pitaniya Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk [Theoretical and practical aspects of creation of innovative technologies of meat products of a functional purpose for public catering. The dissertation author's abstract on competition of a scientific degree of the Doctor of Technical Sciences] Moscow, MGUTU im. K.G.Razumovskogo Moskva, 2012. (in Russian)

12 Molchanov G.I. Ul'trazvuk v farmacii [Ultrasound in Pharmacy] Moscow, Medicina, 1980. (in Russian)

13 Nikolaev S.V. Metod ul'trazvukovogo kontrolya processa propitki poristyh materialov gidrofobiziruyushchim rastvorom [The method of ultrasonic inspection of the process of impregnation of porous materials with a hydrophobizing solution] (in Russian)

14 Osnovy vzaimodejstviya ul'trazvuka s biologicheskimi ob'ektami [Fundamentals of interaction of ultrasound with biological objects] Moscow, Vysshaya shkola, 2006, 237 p. (in Russian)

15 Ostrikov A.N., Abramov O.V. Raschyot i konstruirovaniye mashin i apparatov pishchevyykh proizvodstv [Calculation and design of food machines and devices] Saint-Petersburg, GIOR, 2003. 352 p. (in Russian)

16 Rogov I.A., Gorbatov A.V. Fizicheskie metody obrabotki pishchevyykh produktov [Physical methods of food processing] Moscow, Pishchevaya promyshlennost'. 1974. (in Russian)

17 Rusanova T.V., Dmitriev V.V., Machihin S.A. et al. Intensification of yeast fermentation in baking with ultrasound. *Hlebopek, i kondit. prom-st'* [Bakery and confectionery industry] 1974. no. 5. pp. 28. (in Russian)

18 [The test report № 6/177 from 11.05.2010. Research Institute of EC and GOS. A.N. Sysoyn RAMS] Protokol ispytaniy № 6/177 ot 11.05.2010 g. NII EHCH i GOS im. A.N.Sysoyn RAMN / Attestat akkreditatsii Departamenta gossanezhpidnadzora MZ RF GSEHN.RU.CO.A. 234 № ROSS RU.0001.511603 (in Russian)

19 Hmelev V.N., Shalunov A.V., Barsukov R.V., Cyganok S.N. et al. Research of the efficiency of ultrasonic drying. *Tekhnologicheskaya akustika* [Technological acoustics] 2009. no. 6. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена И. Верболюз д.т.н., зав. кафедрой, кафедра технологические машины и оборудование, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, elenaverboloz@mail.ru

Сергей А. Романчиков к.т.н., докторант, Военная академия материально-технического обеспечения, наб. Макарова д. 8, г. Санкт-Петербург, 199034, Россия, romanchkovspb@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена И. Верболюз предложила методику проведения эксперимента

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.09.2017

20 Hmelev V.N. Ul'trazvukovye mnogo-funktsional'nye i spetsializirovannye apparaty dlya intensifikatsii tekhnologicheskikh processov v promyshlennosti [Ultrasonic multifunctional and specialized devices for the intensification of technological processes in industry] Barnaul, AltGTU, 2007. 416 p. (in Russian)

21 Cvetkov O.B. Termodinamika. Teploperedacha: Spravochnoe posobie [Thermodynamics. Heat transfer] Saint-Petersburg, SPbGUNIPT, 2008. 41 p. (in Russian)

22 Sherstyuk V.M. Belyaev V.M. Physical methods of processing fish. *Pishchevaya promyshlennost'*. [Food industry] 1971. 148 p. (in Russian)

23 Shestakov S.D. Upravlenie gidratsiej biopolimerov pishchevyykh sred [Management of hydration of food biopolymers] Moscow, KolosS, 2009. (in Russian)

24 Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I. et al. Tekhnologiya i oborudovanie dlya obrabotki pishchevyykh sred s ispol'zovaniem kavitatsionnoy dezintegratsii [Technology and equipment for processing food environments using cavitation disintegration] Saint-Petersburg, GIOR, 2013. 152 p. (in Russian)

25 Russkiy proekt [Russian project] Available at: http://www.rproject.ru/pdf/AngeloPo/Angelo_PO_Rus_2011_.pdf (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena I. Verboloz doctor of technical sciences, head of department, Process and equipment in food production department, St. Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia, elenaverboloz@mail.ru

Sergei A. Romanchikov candidate of chemical sciences, doctoral, department, Military academy of logistics, Makarova emb., 8, St. Petersburg, 199034, Russia, romanchkovspb@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena I. Verboloz proposed a scheme of the experiment

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.13.2017

ACCEPTED 9.20.2017

Исследование форм связи влаги зефира различного состава методом термического анализа

Газибег О. Магомедов	¹	mmg@inbox.ru
Инесса В. Плотникова	¹	plotnikova_2506@mail.ru
Ирина В. Кузнецова	¹	kuznetsovaiv@mail.ru
Ираида С. Наумченко	¹	iraidanaumchenko@rambler.ru
Игорь А. Саранов	¹	mr.saranov@mail.ru

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

Реферат. Зефир – сахаристое кондитерское изделие повышенной сахароемкости и энергетической ценности из-за значительного содержания в своем составе углеводов, в частности сахара-песка. Основным недостатком зефира является быстрый процесс его высыхания при хранении за счет кристаллизации сахарозы и постепенного удаления влаги из продукта. Разработан способ получения зефира без сахара на основе патоки крахмальной высокоосахаренной. В работе проведены экспериментальные исследования по определению содержания и соотношения свободной и связанной форм влаги в зефире на сахара и на патоке дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрией (ТГ). Для исследования закономерностей теплового воздействия на свойства образцов зефира был использован метод неізотермічного аналізу і прибор синхронного термічного аналізу (ТГ-ДТА/ДСК) моделі STA 449 F3 Jupiter. В процессе термического воздействия в образцах происходит разложение сахаров и других органических соединений, в результате чего масса навесок образцов снижается из-за испарения влаги. Процесс дегидратации в контрольном образце зефира с использованием сахара происходит в менее широком температурном интервале, чем в образце зефира на патоке, что свидетельствует о большей степени связанности влаги в разработанном образце. Количественную оценку форм связи влаги в образцах осуществляли по экспериментальным кривым, полученным методом ТГ. По температурным кривым определили участки эндотермических эффектов, которые соответствуют высвобождению влаги с различной формой и энергией. Замена сахара-песка на патоку в рецептуре зефира понижает долю свободной влаги и увеличивает сохранность продукта без признаков черствения.

Ключевые слова: зефир, патока, свободная и связанная влага, дифференциально-сканирующая калориметрия, термогравиметрия, срок годности

The study of forms of bonding marshmallow moisture with different composition by method of thermal analysis

Gazibeg O. Magomedov	¹	mmg@inbox.ru
Inessa V. Plotnikova	¹	plotnikova_2506@mail.ru
Irina V. Kuznetsova	¹	kuznetsovaiv@mail.ru
Iraida S. Naumchenko	¹	iraidanaumchenko@rambler.ru
Igor A. Saranov	¹	mr.saranov@mail.ru

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

Summary. Marshmallow is a sugar confectionary product with increased sugar content and energy value because of the significant content of carbohydrates, in particular sugar-sand. The main drawback of marshmallow is the rapid process of its drying during storage due to the crystallization of sucrose and the gradual removal of moisture from the product. A method for obtaining marshmallow without sugar on the basis of high-conversion glucose syrup. In the work, experimental studies were carried out to determine the content and ratio of free and bound forms of moisture in marshmallow on the basis of sugars and on the basis of high-conversion glucose syrup by Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Thermogravimetry (TG). To study the patterns of thermal effects on the properties of marshmallow samples, the non-isothermal analysis method and the synchronous thermal analysis instrument (TG-DTA / DSC) of the STA 449 F3 Jupiter were used. In the process of thermal exposure, the samples decompose sugars and other organic compounds, as a result of which the sample weight decreases due to evaporation of moisture. The process of dehydration in a control sample of marshmallow using sugar occurs in a less wide temperature range than in a sample of marshmallow on the basis of high-conversion glucose syrup, which indicates a greater degree of moisture bonding in the developed sample. A quantitative evaluation of the forms of moisture bonding in the samples was carried out using the experimental curves obtained by the TG method. From the temperature curves, the endothermic effects were determined, which correspond to the release of moisture with different forms and energies. Substitution of sugar for treacle in the formula of marshmallow reduces the share of free moisture and increases the safety of the product without signs of staling.

Keywords: marshmallow, molasses, free and bound moisture, differential – scanning calorimetry, thermogravimetry, shelf life

Введение

Обеспечение высококачественными и безопасными продуктами питания является важнейшим приоритетным направлением политики нашего государства, главной целью научных исследований при разработке инновационных пищевых технологий и первостепенной задачей каждого производителя. Сегодня ученые уделяют все большее внимание расширению продукции

диетического, профилактического питания, пониженной сахароемкости и калорийности, повышенной пищевой ценности с длительным сроком хранения. Потребление таких изделий позволит снизить риск развития таких заболеваний, как кариес зубов, ожирение, сахарный диабет, нарушение работы сердечно-сосудистой, эндокринной системы, органов пищеварения и др.

Для цитирования

Магомедов Г.О., Плотникова И.В., Кузнецова И.В., Наумченко И.С. Исследование форм связи влаги зефира различного состава методом термического анализа // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 42–50. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-42-50

For citation

Magomedov G.O., Plotnikova I.V., Kuznetsova I.V., Naumchenko I.S. The study of forms of bonding marshmallow moisture with different composition by method of thermal analysis. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 42–50. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-42-50

Зефир – сахаристое кондитерское изделие, в состав которого входят пектиновые вещества, яичный белок и сахара различного состава – от 70 до 80 г/100 г продукта, поэтому его калорийность составляет 300–350 ккал, следовательно, данное изделие можно отнести к высокосахаристым и высококалорийным продуктам.

Сотрудниками кафедры ТХКМЗП ФГБОУ ВО ВГУИТ разработан способ получения зефира на основе крахмальной патоки высокоосахаренной без использования сахара-песка, что существенно изменило углеводный состав изделия и повлияло на физико-химические процессы, протекающие при получении и хранении зефира [1].

Цель работы – исследование содержания и соотношения различных форм связи влаги в образцах зефира после его хранения.

Материалы и методы

Обеспечение свежести зефира связано с равномерным распределением и удержанием влаги внутри изделия в течение всего срока годности. При хранении в зефире непрерывно протекают процессы кристаллизации сахарозы и миграции влаги сначала с периферийных слоев, а затем и с внутренних центральных, что влияет на изменение физико-химических процессов, приводящих к постепенному черствению и высыханию продукта. Одним из важных условий предотвращения данного процесса является связывание свободной влаги и удержание ее внутри изделия [2].

Оптимальным решением является использование в рецептуре крахмальной патоки взамен сахара-песка, в состав которой входят высокомолекулярные соединения – декстрины от 30 до 50%, представляющие собой по своей химической природе разветвленные высокомолекулярные вещества, способные вступать в физическое взаимодействие со свободной влагой в виде реакции сольватации, связывая молекулы воды, ограничивая их подвижность, и обеспечивая надежное удержание влаги внутри изделия [3].

Важными свойствами, характеризующими качество зефира после хранения в течение трех месяцев, являются содержание влаги и соотношение свободной и связанной влаги в продукте. Экспериментальные исследования определения данных свойств проводились на приборе (ТГ-ДТА/ДСК) модели STA 449 F3 Jupiter синхронного термического анализа комплексного исследования в различных газовых атмосферах методами дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрии (ТГ). Данный прибор комбинирует в себе преимущества высокочувствительных термовесов и дифференциального сканирующего калориметра (рисунок 1).



Рисунок 1. Прибор синхронного термического анализа (TG-DTA/DSC) модели STA 449 F3 Jupiter
Figure1. Device simultaneous thermal analysis (TG-DTA/DSC) model STA 449 F3 Jupiter

ДСК основан на регистрации тепловых эффектов физико-химических и структурных превращений, протекающих в продукте при запрограммированном изменении воздействующей температуры. ТГ позволяет измерить изменения массы и тепловых эффектов в процессе нагрева (или охлаждения) образцов в широком диапазоне температур (от (-150) до 2400 °C) [4].

Результатом термического анализа являются термические кривые – термограммы (кривые нагревания), которые зависят главным образом от химического состава и структуры исследуемого вещества.

Для обработки полученных зависимостей кривых ДСК и ТГ использовалось программное обеспечение NETZSCH Proteus и MS Excel, после чего строились дифференциальные кривые dДСК и dТГ. Эксперименты проводились по программе нагрева от 20 до 430 °C со скоростью 5 К/мин в окислированных алюминиевых тиглях в среде газообразного азота класса 5 с расходом продувочного газа – 60 мл/мин.

При исследовании использовались навески зефира различного состава упакованного в полипропиленовую пленку после трех месяцев хранения: образец № 1 – зефир, приготовленный по традиционной технологии с использованием сахара-песка (контроль); образец № 2 – зефир на основе патоки крахмальной высокоосахаренной.

Полученные термические кривые, описывающие процесс термоллиза исследуемых образцов, показали, что в интервале температур от 20 до 300 °C на кривых ДСК наблюдается ряд эндотермических эффектов, сопровождающихся поглощением тепла и изменением массы на кривых ТГ (рисунок 2, 3).

Тепловые эффекты в двух исследуемых образцах в процессе их нагревания до температуры 300 °C характеризуются изменениями показателя энтальпии при удалении влаги и потери массы образцов (таблица 1).

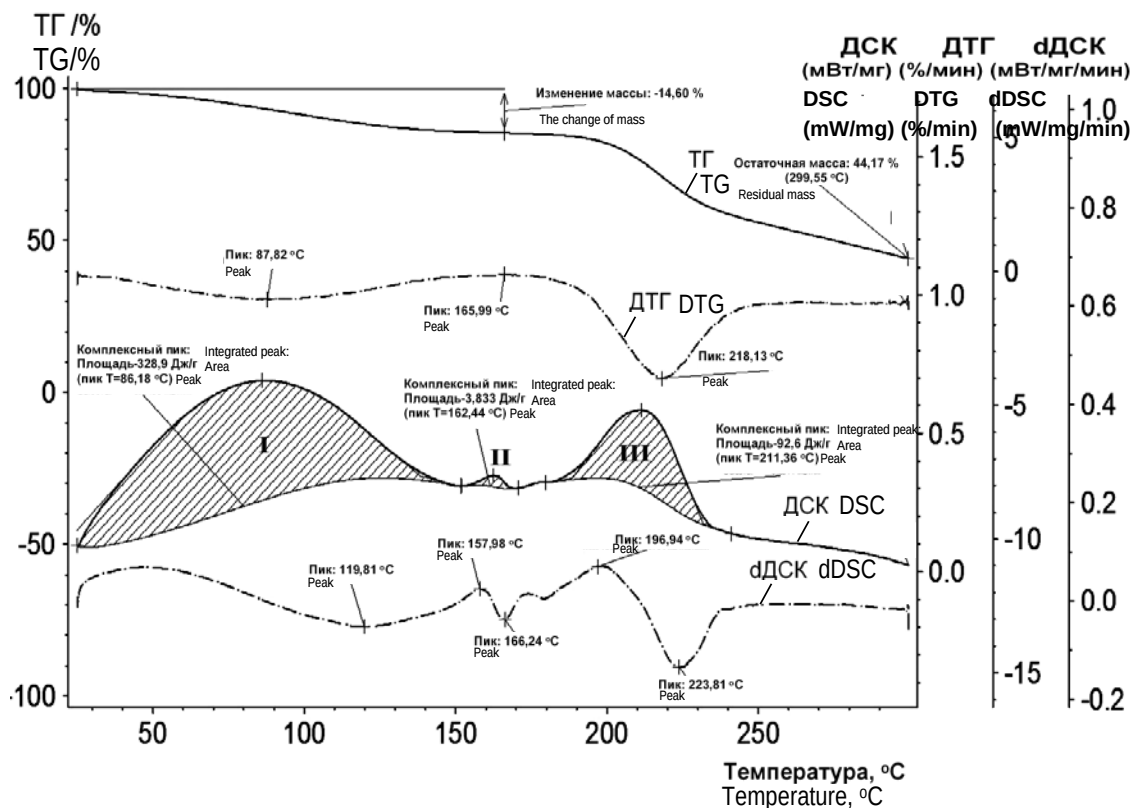


Рисунок 2. Термограмма образца зефира с использованием сахара-песка (контроль)

Figure 2. A thermogram of a sample of marshmallow using sugar (control)

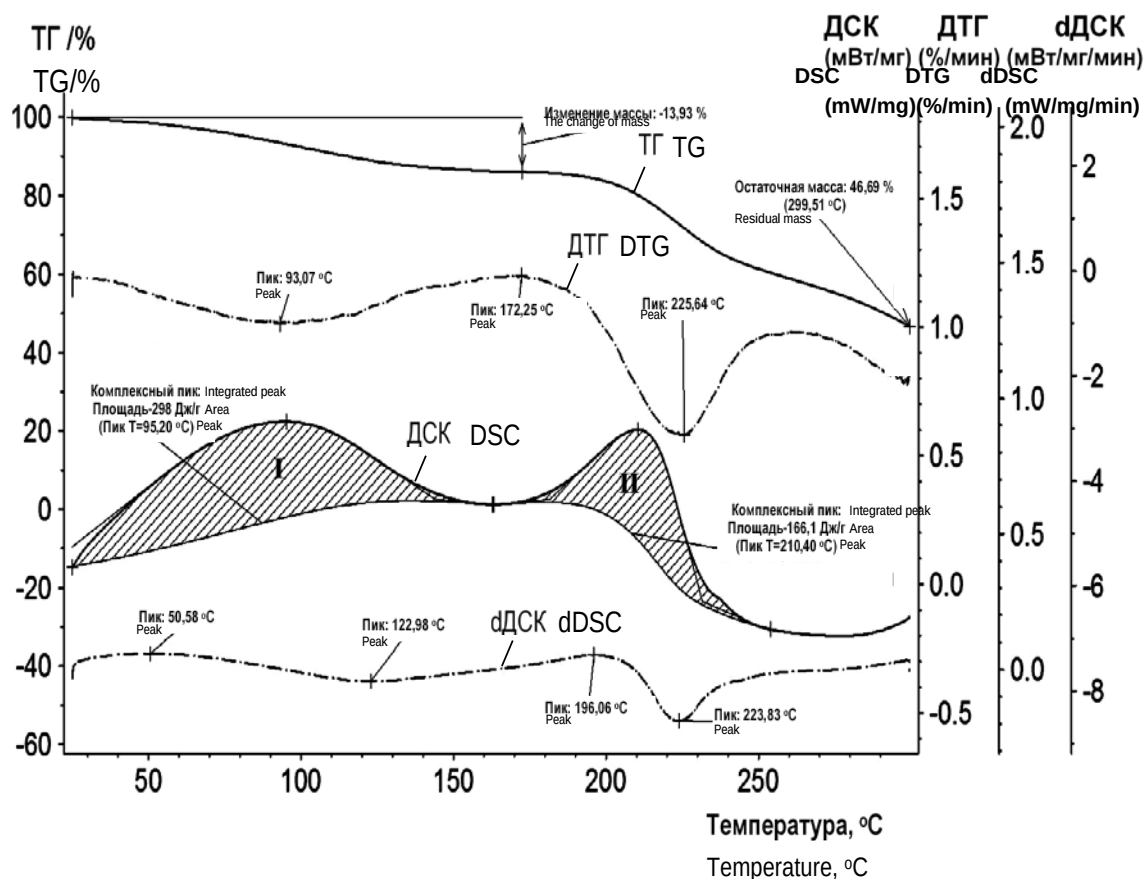


Рисунок 3. Термограмма образца зефира на основе высокооосахаренной патоки

Figure 3. The thermogram of a sample of marshmallow on the basis of high-conversion glucose syrup

Тепловые эффекты в процессе нагревания образцов зефира различного состава

Table 1.

Thermal effects in the process of heating samples of marshmallows of different composition

№/ №	Образец зефира A sample of marshmallows	Эндотермический эффект Endothermic effect	Температурный интервал Temperature range, ΔT , °C	Энтальпия Enthalpy, ΔH , Дж/кг J/kg (кривая ДСК) (curve DSC)	Изменение массы образца The change in mass of the sample, % (кривая ТГ) (curve TG)
1.	– с использованием сахара-песка (контроль) using granulated sugar (control)	I	20–150	0,3289	13
		II	150–170	0,0038	15
		III	180–240	0,0926	42
2.	– на основе патоки крахмальной высокоосахаренной on the basis of high-conversion glucose syrup	I	20–163	0,2980	14
		II	163–253	0,1661	38

В процессе термического анализа контрольного образца зефира (рисунок 2) на кривой ТГ выделяются три эндотермических эффекта с поглощением тепла:

I эффект – в интервале температур от 20 до 150 °C соответствует процессу дегидратации и потери массы на 13% за счет удаления свободносвязанной влаги;

II эффект – в интервале температур от 150 до 170 °C соответствует потери массы на 15% за счет удаления адсорбционной и осмотически-связанной влаги и разложению сахарозы при плавлении с высвобождением кристаллизационно-связанной влаги;

III эффект – в интервале температур от 180 до 240 °C соответствует резкому снижению массы до 42% и разложению побочных продуктов с выделением газообразных веществ.

В процессе термического анализа при нагревании зефира на основе патоки (рисунок 3) на кривой ТГ наблюдаются два эндотермических эффекта с поглощением тепла:

I эффект – в интервале температур от 20 до 162 °C соответствует процессу дегидратации и потери массы на 14% за счет удаления свободносвязанной влаги;

II эффект – в интервале температур от 163 до 253 °C соответствует резкому снижению массы до 38% и разложению моносахаридов на побочные продукты с выделением газообразных веществ.

Чем выше температура воздействия на продукт, тем ниже вязкость массы и тем легче происходит миграция влаги из продукта, причем вязкость зефирной массы зависит от химического состава и количества пектиновых веществ, белковых веществ, сахаров, содержащихся в сахаре-песке и патоке, наличия

редуцирующих веществ (глюкозы, мальтозы, фруктозы и др.) [5]. Пектиновые вещества и декстрины патоки обладают гидрофильными свойствами, они способны прочно удерживать влагу в продукте [6]. Следовательно, чем больше патоки в рецептуре, тем прочнее молекулы полисахаридов удерживают влагу в образце, тем скорость удаления влаги из него снижается и процесс сушки замедляется.

В процессе термического воздействия при высоких температурах белковые вещества коагулируют и изменяют свою структуру, углеводы сахара и патоки распадаются на побочные продукты (ангидриды сахаров, оксиметилфурфурол, окрашенные соединения (гуминовые вещества), кислые продукты (левулиновая, муравьиная, молочная кислоты) и др. [7], в результате чего масса навесок образцов снижается, причем остаточная масса контроля составляет 44,17%, а разработанного образца – 46,69%, что на 2,52% больше.

Процесс дегидратации в контрольном образце зефира с использованием сахара происходит в менее широком температурном интервале (от 20 до 150 °C), чем в образце зефира на патоке (от 20 до 162 °C), что свидетельствует о большей степени связанности влаги в разработанном продукте.

Полученные термограммы обрабатывались при помощи метода неизотермической кинетики с нахождением степени превращения – α . Участок кривой изменения массы ТГ, соответствующий процессу дегидратации в выше представленных интервалах температур преобразовали в зависимость степени превращения вещества α , мг/мг, от температуры образца T , К (рисунок 4).

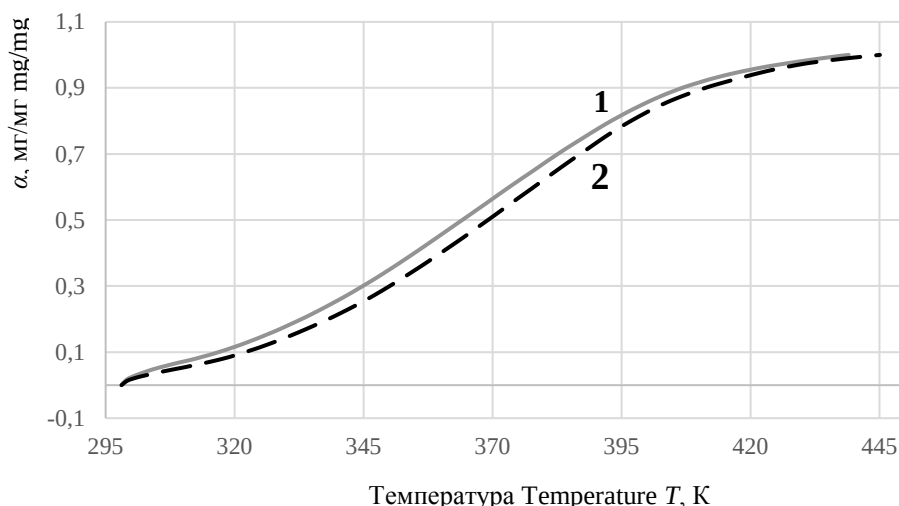


Рисунок 4. Зависимость степени превращения – α от абсолютной температуры нагрева – T образцов зефира различного состава: 1 – с использованием сахара-песка (контроль); 2 – высокоосахаренной патоки

Figure 4. Dependence of the degree of conversion – α on the absolute heating temperature – T of marshmallow samples of different composition: 1 – using sugar-sand (control); 2 – on the basis of high-conversion glucose syrup

Степень превращения вещества определяли по кривой ТГ как отношение изменения массы Δm_i на момент времени τ к общему количеству удаленной влаги Δm_{max} :

$$\alpha = \frac{\Delta m_i}{\Delta m_{max}}. \quad (1)$$

Полученная в координатах α – T кривая ТГ имеет S-образный вид, отражающий сложный

характер дегидратации и скорости высвобождения влаги из образцов на разных участках термического анализа [2].

Результаты и обсуждение

Интервал степени превращения по первой ступени дегидратации $\Delta\alpha$ (таблица 2) для контрольного образца выше, чем для зефира на патоке, что говорит о большей доли свободной влаги в контрольном образце.

Таблица 2.

Кинетика дегидратации образцов зефира различного состава

Table 2.

Kinetics of dehydration of marshmallow samples of different composition

№/№	Образец зефира Sample marshmallow	Номер ступени дегидратации The degree of dehydration	ΔT , K	Δt , °C	$\Delta\alpha$	Массовая доля удаляемой влаги Mass fraction of moisture removed, %
1.	– с использованием сахара-песка (контроль) using granulated sugar (control)	I (свободная влага) (the free moisture)	298–309	25–36	0–0,678	67,8
		II (механически связанная влага) (mechanically bound moisture)	309–399	36–126	0,678–0,849	17,1
		III (физико-химически связанная влага) (physico-chemically bound moisture)	399–421	126–148	0,849–0,958	10,9
2.	– на основе патоки крахмальной высокоосахаренной on the basis of high-conversion glucose syrup	I (свободная влага) (the free moisture)	298–309	25–36	0–0,5	50
		II (механически связанная влага) (mechanically bound moisture)	309–398	36–125	0,5–0,811	31,1
		III (физико-химически связанная влага) (physico-chemically bound moisture)	398–429	125–156	0,811–0,97	15,9

Количественную оценку форм связи влаги в зефире осуществляли по экспериментальным кривым (рисунок 5), полученным методом ТГ по методике, описанной в [8]. На кривых изменения температуры, приведенных в логарифмический вид, по графическим зависимостям ($-\lg \alpha$) от величины ($10^3/T$) определили три ступени дегидратации образцов, которые соответствуют высвобождению влаги с различной формой и энергией: I ступень – участок АВ, на котором происходит нагрев и удаление свободно связанной влаги; II ступень – участок ВС, где удаляется адсорбционно и осмотически-связанная влага и происходит частичное разложение продукта; III ступень – участок CD, где продолжается разложение продукта с выделением газообразных составляющих и удаление химически связанной влаги (рисунок 5, таблица 2) [4, 8, 9].

Для каждого указанного участка построили аппроксимирующие кривые, которые имеют линейный характер, что подтверждается значением величины достоверности аппроксимации R^2 , приближающейся к 1.

Три линейных участка, выделенных штрихпунктирной линией, подтверждают ступенчатое удаление влаги и разложение пищевых веществ образцов зефира на побочные продукты. До температуры 295 К происходит нагрев образцов, удаление капиллярно-связанной влаги, находящейся в межпоровом пространстве продукта. На первом участке кривой АВ при температуре 298–309 К разрушаются связи «вода-вода» происходит высвобождение свободной

влаги, при этом массовая доля удаляемой влаги в контрольном образце составляет 67,8%, в образце на патоке – 50%. На втором участке ВС при температуре 309–399 К для контрольного образца и 309–398 К для образца на патоке удаляется механически связанная влага, содержащаяся в микрокапиллярах составных частей продукта, и происходит частичное разложение углеводов на побочные продукты, при этом массовая доля удаляемой влаги в контроле – 17,1%, в образце на патоке – 31,1%. На последнем участке CD в интервале температур 399–421 К для контроля и 398–429 К для исследуемого образца происходит окончательное разложение побочных продуктов с образованием газообразных составляющих и удаление физико-химически связанной влаги, в контрольном образце – на 10,9%, в образце на патоке – 15,9%. Увеличенный температурный интервал на втором и третьем участке свидетельствует о большей доле связанной влаги в продуктах.

На втором и третьем участках суммарная доля связанной влаги для контрольного образца составляет – 28%, для исследуемого на патоке – 47%, что больше на 19% [9]. Следовательно, замена сахара-песка на патоку в рецептуре зефира понижает долю свободной влаги, а значит, увеличивает сохранность продукта более продолжительное время.

Относительное изменение массовой доли влаги образцов зефира в процессе хранения в течение 6 месяцев представлено на рисунке 6. Образцы хранились в полипропиленовой пленке.

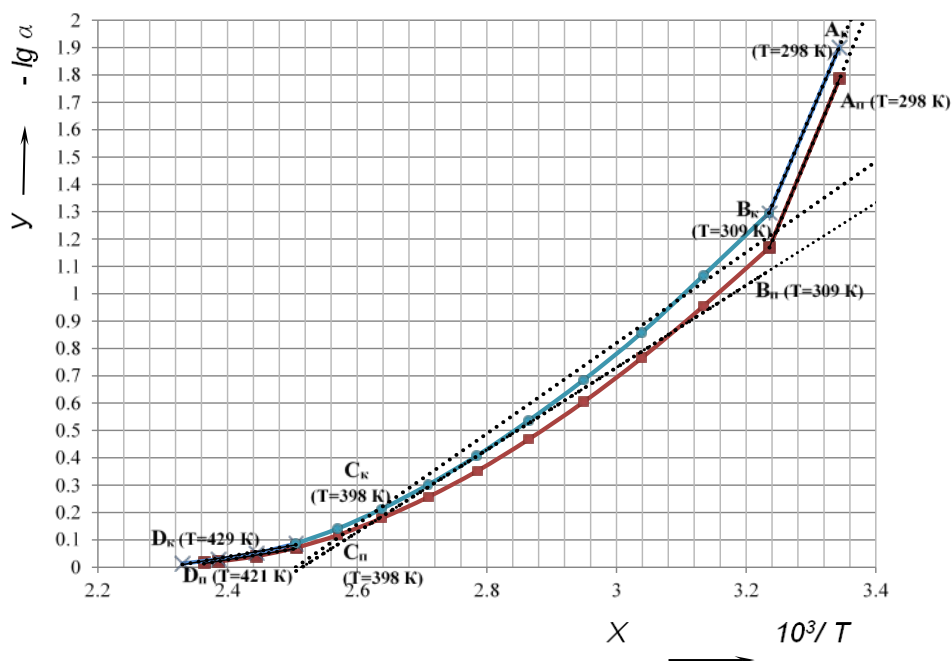


Рисунок 5. Зависимость ($-\lg \alpha$) от температуры ($10^3/T$) при скорости нагрева воздуха 5 К/мин для образцов зефира: — с использованием сахара-песка (контроль); — на основе патоки крахмальной высокоосахаренной

Figure 5. Dependence ($-\lg \alpha$) on temperature ($10^3/T$) at air heating rate 5 K/min for marshmallow samples: — using sugar (control); — on the basis of high-conversion glucose syrup

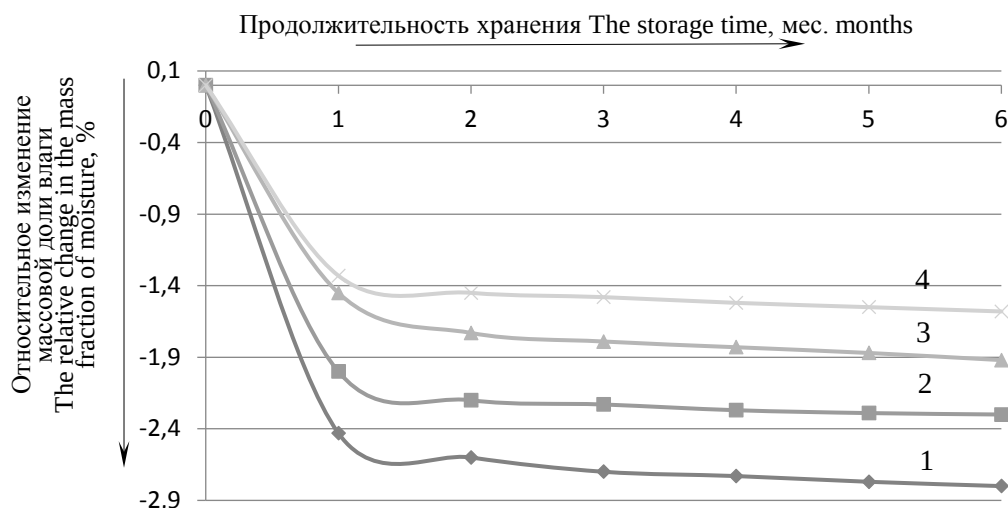


Рисунок 6. Относительное изменение массовой доли влаги (к общей массе) в процессе хранения зефира в полипропиленовой пленке различного состава: 1 – на сахаре и патоке (1:0,2) (контроль); с заменой сахара на высокосахаренную патоку по сухому веществу, %: 2 – 50; 3 – 100; 4 – на основе высокосахаренной патоки

Figure 6. Relative change in the mass fraction of moisture (to the total mass) during the storage of marshmallows in a polypropylene film of different composition: 1 – on sugar and molasses (1:0.2) (control); with the replacement of sugar with high-conversion glucose syrup dry matter, %: 2 – 50; 3 – 100; 4 – on the basis of high-conversion glucose syrup

Из графических зависимостей видно, что разработанный образец по сравнению с контролем после хранения в течение 6-ти месяцев способен лучше удерживать влагу – примерно в два раза, что продляет его срок хранения с трех до шести месяцев.

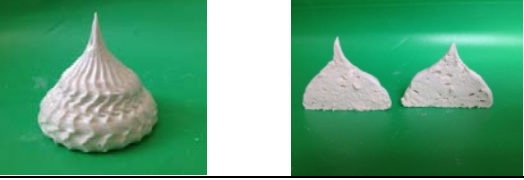
Физико-химические и органолептические показатели зефира на основе патоки после всего срока хранения соответствуют требованиям ГОСТ 6441-96 «Изделия кондитерские пастильные» (таблица 3).

Таблица 3.

Показатели качества зефира на основе патоки после 6-ти месяцев хранения

Table 3.

The indicators of the quality of marshmallow on the basis of high-conversion glucose syrup after 6 months of storage

Наименование показателей Name of indicators	Исследуемый образец Investigated sample
<i>Органолептические / Organoleptic:</i>	
– поверхность/sur / surface	Рифленая, без грубого затвердевания на боковых гранях и выделения сиропа Corrugated, without coarse solidification on the side faces and the allocation of syrup
– вкусы запах / taste and smell	Без постороннего привкуса и запаха / Without foreign taste and smell
– цвет / color	Равномерный, белый / Uniform, white
– консистенция / consistency	Мягкая, слегка затянжистая / Soft, slightly zatista
– структура / structure	Плотная, равномерная мелкопористая, не мажущаяся, четкий разрез при разрезе изделия на две половинки Dense, uniform fine-pored, not spotting, clear cut when you cut the product into two halves
Фото / Photo	
<i>Физико-химические / Physico-chemical:</i>	
– массовая доля влаги до сушки mass fraction of moisture prior to drying, %	25,7
– массовая доля влаги после сушки mass fraction of moisture after drying, %	19,4
– массовая доля редуцирующих веществ mass fraction of reducing substances, %	27,1
– плотность / density, г/см³/g/cm³	0,37
Калорийность / Calorific value, ккал kcal	275

Расчет пищевой и энергетической ценности зефира на основе патоки показал, что энергетическая ценность изделия по сравнению с контролем уменьшилась на 29,4 ккал, содержание быстрых углеводов – моно- и дисахаридов уменьшилось на 14%, а содержание полисахаридов, которые относятся к сложным углеводам, увеличилось на 7,8%, что будет способствовать улучшению пищеварения при употреблении продукта и на большее время сохранить чувство сытости.

Заключение

Разработанный способ получения зефира на основе патоки является одним из решений повышения эффективности пастильного производства,

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Магомедов Г.О., Плотникова И.В., Масютина О.И. и др. Зефир на пектине для спортивного питания // Кондитерские изделия XXI века: Сб. матер. XI Междунар. конф. 2017. С. 84–87.
- 2 Олейникова А.Я., Магомедов Г.О., Плотникова И.В. и др. Технология кондитерских изделий. Практикум. СПб.: ГИОРД, 2015. 600 с.
- 3 Кондратова И.И., Томашевич С.Е., Конович В.М. и др. Исследование процессов черствения зефира, обогащенного пищевыми волокнами // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2014. № 2. С. 110–115.
- 4 Родионова Н.С., Кузнецова И.В., Зацепина Н.П. и др. Влияние формы связи влаги фаршевых систем на основе различного рыбного сырья методом DTA // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 12. С. 39–40.
- 5 Ухарцева И. Ю., Кадолич Ж.В., Ткачева Л.В. Методы исследования продовольственного сырья и пищевых продуктов и опыт их применения // Потребительская кооперация. УО «Беларус. торг. - эконом. универ. потребит. кооперации». 2014. № 1. С. 66 – 74.
- 6 Коротков Е.Г., Пономарев А.Н., Мельникова Е.И. и др. Исследование форм связи влаги в твороге с микропартикулятом сывороточных белков // Молочная промышленность. 2016. № 8. С. 31–32.
- 7 Шаповалова Н.В. Вплив дієтичної добавки "Ламідан" на черствіння пастильних виробів // Товари і ринки. 2012. № 1. С. 123–131.
- 8 Sarikanat M. et al. Determination of properties of *Althaea officinalis* L.(Marshmallow) fibres as a potential plant fibre in polymeric composite materials // Composites Part B: Engineering. 2014. T. 57. С. 180–186.
- 9 Buggy J. J., Staudt L. M., Wilson W. H. Methods of treating abc-dlbcl using inhibitors of bruton's tyrosine kinase : Pat. 13/153,291 США. – 2011.
- 10 Ratnayake R. M. S. et al. Effects of cooking on the cell walls (dietary fiber) of 'Scarlet Warren' winter squash (*Cucurbita maxima*) studied by polysaccharide linkage analysis and solid-state ¹³C NMR // Journal of agricultural and food chemistry. – 2011. – Т. 59. – № 13. – С. 7186–7193.
- 11 Антипов С.Т., Визир Д.М., Шахов С.В., Жигулина М.О. Термический анализ кизельгурового шлама // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 2 (56). С. 7–9.

что позволяет расширить ассортимент зефира пониженной сахароемкости, калорийности, себестоимости, и рекомендовать изделие для различных групп населения, в том числе и для диетического питания. Снижение себестоимости зефира на патоке достигает до 5,5% за счет использования патоки вместо сахара, упрощения технологического процесса и сокращения отдельных единиц оборудования.

Таким образом, новая продукция конкурентоспособна как по качественным характеристикам, так и по экономической эффективности. Выработку зефира на патоке можно рекомендовать для промышленного внедрения на кондитерских предприятиях.

REFERENCES

- 1 Magomedov G.O., Plotnikova I.V., Masyutina O.I. and others. Marshmallow on pectin for sports nutrition. Konditerskie izdeliya XXI veka [Confectionery products of the XXI century: Sat. mater. XI Intern. Conf. – Moscow: International Industrial Academy] 2017. pp. 84–87. (in Russian)
- 2 Oleynikova A.Ya., Magomedov G.O., Plotnikova I.V. et al. Tekhnologiya konditerskikh izdelii [Technology of confectionery products. Workshop] St. Petersburg : GIORД, 2015. 600 p. (in Russian)
- 3 Kondratova I.I., Tomashevich S.E., Kanovich V.M. et al. Investigation of the processes of staling of marshmallow enriched with dietary fibers. Vesti natsional'noi akademii nauk Belarusi [News of the national Academy of Sciences of Belarus. Series of Agrarian Sciences] 2014. no. 2. pp. 110–115. (in Russian)
- 4 Rodionova N.S., Kuznetsova I.V., Zatsepilina N.P. et al. Influence of the form of moisture binding of minced systems based on various fish raw materials using the DTA method. Khranenie i pererabotka [Storage and processing of agricultural raw materials] 2010. no. 12. pp. 39–40. (in Russian)
- 5 Uhartseva I.Yu., Kadolich Z.V., Tkacheva L.V. Methods of researching food raw materials and food products and the experience of their application. Potrebitel'skaya kooperatsiya [Consumer Cooperation : Belarusian Trade and Economic University of Consumer Cooperatives] 2014. no. 1. pp. 66 - 74. (in Russian)
- 6 Korotkov E.G., Ponomarev A.N., Melnikova E.I. et al. Study of the forms of moisture binding in curds with micro-particulate whey proteins. Molochnaya promyshlennost' [Dairy industry] 2016. no. 8. pp. 31–32. (in Russian)
- 7 Shapovalova N. Influence of the dietary supplement "Lamidán" on stinging of the pastil products. Tovary i rynki [Products and markets]. 2012. no. 1. pp. 123–131 (in Belarusian)
- 8 Sarikanat M. et al. Determination of properties of *Althaea officinalis* L.(Marshmallow) fibres as a potential plant fibre in polymeric composite materials. Composites Part B: Engineering. 2014. vol. 57. no. 180–186.
- 9 Buggy J. J., Staudt L. M., Wilson W. H. Methods of treating abc-dlbcl using inhibitors of bruton's tyrosine kinase : Pat.. 13/153,291 США. 2011
- 10 Ratnayake R. M. S. et al. Effects of cooking on the cell walls (dietary fiber) of 'Scarlet Warren' winter squash (*Cucurbita maxima*) studied by polysaccharide linkage analysis and solid-state ¹³C NMR. Journal of agricultural and food chemistry. 2011. vol. 59. no. 13. pp. 7186–7193.
- 11 Antipov S.T., Vizir D.M., Shakhov S.V., Zhigulina M.O. Thermal Analysis of Kieselguhr Sludge. Vestnik VGUIT [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 2. pp. 7–9 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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, mmg@inbox.ru

Инесса В. Плотникова к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, plotnikova_2506@mail.ru

Ирина В. Кузнецова к.х.н., доцент, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kuznetsovaiv@mail.ru

Ираида С. Наумченко к.т.н., доцент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, iraidanaumchenko@rambler.ru

Игорь А. Саранов инженер-исследователь, ЦКП «Контроль и управление энергоэффективных проектов», Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mr.saranov@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 30.06.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.08.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

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

Inessa V. Plotnikova candidate of technical sciences, assistant professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, plotnikova_2506@mail.ru

Irina V. Kuznetsova candidate of chemical sciences, assistant professor, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kuznetsovaiv@mail.ru

Iraida S. Naumchenko candidate of technical sciences, assistant 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, iraidanaumchenko@rambler.ru

Igor A. Saranov Engineer-researcher, Center for Control and Management of Energy-Efficient Projects, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mr.saranov@mail.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 6.30.2017

ACCEPTED 8.17.2017

Информационные технологии, моделирование и управление

Оригинальная статья/Original article

УДК 681.3

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-51-56>

Вероятностный подход к управлению многостадийными многокритериальными технологическими процессами

Юрий В. Бугаев,¹ y_bugaev52@mail.ru

Юлия А. Сафонова,¹

Артем Ю. Ткачев¹ reddiablo.007@mail.ru

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

Реферат. В настоящее время любой производственный процесс рассматривается как основное средство получения прибыли и повышения конкурентоспособности, иными словами, доминирующим становится процессный подход. При таком подходе производство конечного продукта представляется сетью связанных между собой технологических стадий, в ходе которых осуществляется преобразование входных ресурсов в выходную продукцию, при этом стабильный, точно исполняемый, высококачественный технологический процесс наиболее эффективно и с минимальными затратами обеспечивает получение продукции запланированного качества. Примером может служить организация хлебопекарного производства. Для современного периода характерно восстановление классической технологии, позволяющей улучшить вкусовые качества хлеба, усилить его аромат, дольше сохранить свежесть. Хлебопечение является процессом, подлежащим управлению, с целью получения требуемых качественных показателей конечного изделия. Одним из новых и перспективных способов управления качеством технологических процессов является вероятностный метод, позволяющий определять повышение вероятности выпуска качественных изделий в пределах ресурсов, выделенных на мероприятия по улучшению уровня качества. В работе была применена концепция управления качеством на основе вероятностного подхода для многостадийных процессов, которая заключается в том, что в качестве одного из основных критериев принимается вероятность выпуска качественного изделия. Однако очевидно, что реализация тех или иных мероприятий по ее повышению предполагает подключение определённых ресурсов, что, в первую очередь, неизбежно связано с некими денежными затратами. Таким образом, приходим к задаче оптимального управления, имеющей, как минимум, два критерия – вероятность качественного завершения технологического процесса, которую надо максимизировать, и суммарные затраты на проведение корректирующих мероприятий, которые надо минимизировать. Авторами была разработана принципиальная модель оптимального управления для случая, когда одно мероприятие оказывает влияние только на одну стадию. Для оптимизации структуры многостадийного технологического процесса был использован частный случай векторного алгоритма Флойда-Уоршалла. Применение векторной оптимизации на графах позволило авторам получить развёрнутую картину последствий различных вариантов управления на каждой стадии технологического процесса, которую затем можно будет использовать для технологической подготовки производства либо для оперативного управления функционированием технологического процесса.

Ключевые слова: Wi-Fi сеть, алгоритм бинарного программирования, задача о наименьшем покрытии

A probabilistic approach to the management of multi-stage multicriteria process

Yurii V. Bugaev,¹ y_bugaev52@mail.ru

Yuliya A. Safonova¹

Artem Yu. Tkachev¹ reddiablo.007@mail.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Currently, any production process is viewed as the primary means of profit and competitiveness, in other words, becomes the dominant process approach. In this approach, the final product production appears network of interconnected processing steps during which the conversion of inputs into outputs, with a stable, accurate executable, high process most efficiently and cost-effectively provides a planned quality. An example is the organization of bread production. For the modern period is characterized by the classical recovery technology that allows to improve the palatability of bread, enhance its flavor, longer-lasting freshness. Baking is a process to be controlled in order to obtain the required quality parameters of the final product. One of the new and promising methods of quality management processes is a probabilistic method to determine the increase in the probability of release of quality products within the resources allocated for measures to improve the quality level. The paper was applied a quality management concept is based on a probabilistic approach for the multi-step process, which consists in the fact that as one of the main criteria adopted by the probability of release of high-quality products. However, it is obvious that the implementation of certain measures for its improvement requires the connection of certain resources that, first of all, is inevitably associated with certain cash costs. Thus, we arrive at an optimal control problem, which has at least two criteria - probability qualitative completion of the process, which should be maximized and the total costs of the corrective measures that need to be minimized. The authors of the idealized model of optimal control has been developed for the case when a single event affects only a single step. a special case of vector Uorshall-Floyd algorithm was used to optimize the structure of a multi-step process. The use of vector optimization on graphs allowed the authors to get a detailed picture of consequences of different management options at each stage of the process, which then can be used for technological preparation of production or to control the operation of the operational process

Keywords: multicriteriaity, process, graph theory, probability method

Для цитирования

Юрий В. Бугаев, Юлия А. Сафонова, Артем Ю. Ткачев Построение минимального доминирующего множества при проектировании Wi-Fi-сети // Вестник ВГУИТ. 2017. № 3. С 51–56. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-51-56

For citation

Yurii V. Bugaev, Yuliya A. Safonova Artem Yu. Tkachev Construction of the minimal dominating set in the design of Wi-Fi-network. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. no 3 pp. 51–56 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-51-56

Введение

Производственный процесс – упорядоченная, регулярная последовательность взаимосвязанных технологических процедур, которая превращает исходные ресурсы в конечные продукты. До середины 80-х годов XX века процесс производства представлялся вторичным по отношению к конечному продукту, т.е. на предприятиях существовал продуктовый подход. В настоящее же время любой производственный процесс рассматривается как основное средство получения прибыли и повышения конкурентоспособности, иными словами, доминирующим становится процессный подход.

При процессном подходе производство конечного продукта представляется сетью связанных между собой технологических стадий, в ходе которых осуществляется преобразование входных ресурсов в выходную продукцию, при этом стабильный, точно исполняемый, высококачественный технологический процесс наиболее эффективно и с минимальными затратами обеспечивает получение продукции запланированного качества. Примером может служить организация хлебопекарного производства [1].

Хлебопекарная отрасль пищевой промышленности по праву занимает особое место

в производстве продуктов питания, так как хлеб в России традиционно является основным продуктом питания. А поскольку почти 40 % суточной нормы калорий человек получает от потребления хлеба, то актуальность интенсификации технологических процессов хлебопекарного производства очевидны.

Характерной особенностью современного периода является критический подход к технологии приготовления теста непрерывным способом и восстановление классической технологии, что позволяет улучшить вкусовые качества хлеба, усилить его аромат, дольше сохранить свежесть. Создание продукта является процессом, подлежащим управлению, с целью получения требуемых качественных показателей конечного изделия. Это предполагает установление параметров, характеризующих и определяющих весь ход производства, которые изменяют процесс, приводя его в соответствие с технологическим регламентом. Определение данных параметров достигается в результате декомпозиции процессов, в виде горизонтальных структур, на отдельные взаимосвязанные подпроцессы, каждый из которых является определенным технологическим переделом (рисунок 1).

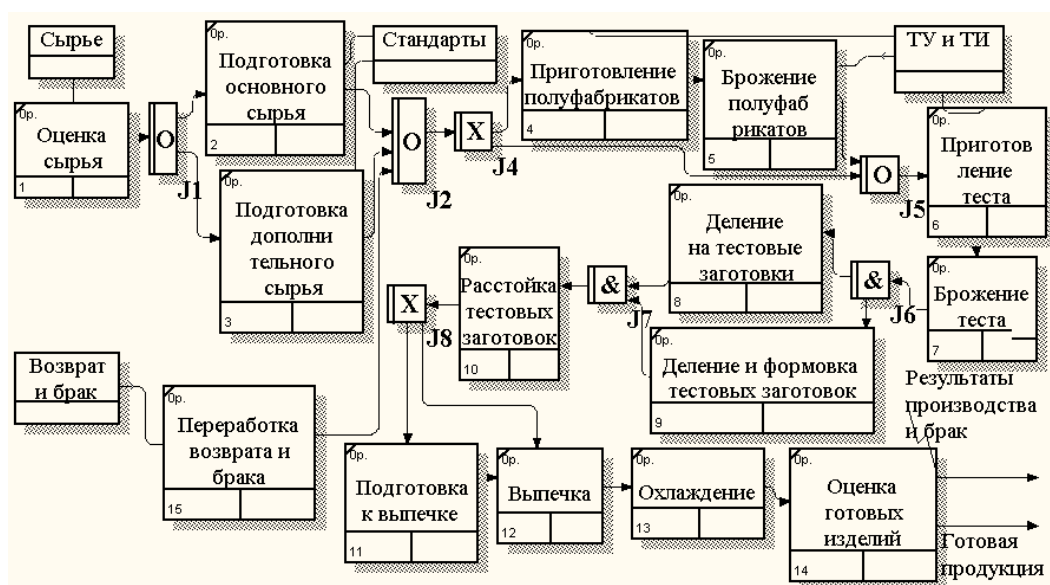


Рисунок 1. IDEF3-диаграмма «Производство изделий»

Figure 1. IDEF3-diagram "Production of goods"

Существует большое число методов управления качеством. К наиболее часто применяемым методам можно отнести структурирование функции качества, анализ последствий и причин отказов, статистические методы, ABC – метод и др. [2]. Одним из новых и перспективных способов управления качеством технологических процессов является вероятностный метод, предложенный в [3] и позволяющий

определять повышение вероятности выпуска качественных изделий в пределах ресурсов, выделенных на мероприятия по улучшению уровня качества.

Каждая из стадий, представленных на рисунке 1, имеет некоторую вероятность качественного завершения. Но, если при неудовлетворительном выполнении операций по подготовке основного и дополнительного сырья,

переработки и возврата брака, оценке готовых изделий, сырье и продукция дальнейшим производственным действиям не подвергается (т.е. идет возврат), то при некачественном выполнении стадий по приготовлению полуфабрикатов, теста, расстойки тестовых заготовок и их выпечке выход не отбраковывается, а подлежит дальнейшей переработке, согласно технологическим инструкциям на данный вид изделия. Поэтому требуется проводить ряд мероприятий с целью улучшения качественного выполнения всех технологических операций.

Наиболее рациональное распределение производственных ресурсов, используемых для проведения необходимых организационно-технических мероприятий, возможно при раздельном управлении качеством на каждой стадии. Это позволяет определить приоритетные направления развития всего производства, осуществление которых улучшает одну или несколько компонент показателя $P_{\text{конечн}}$ – вероятности качественного завершения всего технологического процесса.

Обозначим P_{ij} – вероятность того, что на i -й стадии процесса в результате проведения j -го мероприятия качество промежуточного или конечного продукта повысится до необходимого уровня. Данные вероятности можно получить либо посредством моделирования технологического процесса, либо экспериментально как отношение числа случаев получения качественного продукта к общему числу случаев.

Согласно известной формуле теории вероятностей, вероятность того, что к конечной стадии будет получен качественный продукт, равна произведению «промежуточных» вероятностей. Тогда имеем формулу:

$$P_{\text{конечн}} = \prod_{i=1}^N P_{ij^*}, \quad (1)$$

где j^* – номера мероприятий, выбираемых (производимых) на каждой стадии. Очевидно, что номера j^* надо выбирать, исходя из максимального значения конечной вероятности.

Любой технологический процесс многокритериален. Концепция управления качеством на основе вероятностного подхода для многошаговых процессов заключается в том, что в качестве одного из основных критериев принимается вероятность выпуска качественного изделия $P_{\text{конечн}}$. Однако очевидно, что реализация тех или иных мероприятий по повышению $P_{\text{конечн}}$ предполагает подключение определенных ресурсов, что, в первую очередь, неизбежно связано с некими денежными затратами. Таким образом, приходим к задаче оптимального управления, имеющей, как минимум, два критерия – вероятность качественного завершения

технологического процесса, которую надо максимизировать, и суммарные затраты на проведение корректирующих мероприятий, которые надо минимизировать.

Для разработки принципиальной модели оптимального управления рассмотрим простейший случай, когда одно мероприятие оказывает влияние только на одну стадию. Введем для каждой i -й стадии вектор

$$z_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{in_i}), \quad i = 1, \dots, N, \quad (2)$$

каждая компонента которого может принимать значение 0 или 1.

$$z_{iu} = \begin{cases} 1, & \text{если } u\text{-е мероприятие проводится для } i\text{-й стадии,} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Обозначим c_{iu} – материальные затраты, связанные с проведением u -го мероприятия на i -й стадии процесса. Необходимо определить набор мероприятий с минимальной суммарной стоимостью, который обеспечивает достаточный уровень вероятности качественного завершения всего производственного процесса, в котором стадии последовательно зависимы.

В общем случае на каждой стадии можно проводить не одно, а целый комплекс из n_i мероприятий. Очевидно, что суммарная стоимость этих комплексов будет равна сумме отдельных составляющих. Следовательно, в общем случае в качестве второго критерия эффективности технологического процесса необходимо использовать целевую функцию вида

$$q_2 = \sum_{i=1}^N \sum_{u=1}^{n_i} z_{iu} c_{iu} \rightarrow \min \quad (3)$$

С другой стороны, понятно, что повышение вероятности качественного завершения каждой стадии в общем случае не связано простой линейной зависимостью с набором проводимых мероприятий. Поэтому надо иметь такую модель, которая позволяла бы установить связь между комплексом реализуемых мероприятий и достигнутым уровнем вероятности качественного завершения каждой стадии. Иными словами, модель должна реализовывать некое множество-точечное отображение вида:

$$\varphi: 2^{\{z_{iu}\}} \rightarrow \{P_{ij^*}\}, \quad (4)$$

где $2^{\{z_{iu}\}}$ – множество всех подмножеств мероприятий, каждый элемент которого образует некоторый комплекс M_{ij^*} мероприятий, реализуемых на i -й стадии процесса; P_{ij^*} – вероятность качественного завершения i -й стадии после реализации комплекса M_{ij^*} . Благодаря модели (4) появляется возможность связать вероятности, соответствующие первому критерию эффективности процесса с переменными z_{iu} , определяющими значения второго критерия.

При оптимизации структуры многостадийного технологического процесса хорошо зарекомендовало себя применение теории графов. Тогда оптимальная последовательность проводимых мероприятий будет ассоциироваться с оптимальным путём в графе, описывающем структуру процесса. Определённая сложность для оптимизации состоит в том, что при поиске оптимального пути критерий должен быть аддитивным. Тогда значение критерия на всём пути будет равно сумме значений критерия на дугах, составляющих оптимальный путь, а это не соответствует формуле (1). Однако формулу (1) можно почленно прологарифмировать и получить необходимый вид критерия:

$$\ln P_{\text{конечн}} = \sum_{i=1}^N \ln P_{ij*} \quad (5)$$

В качестве метода оптимизации будем использовать частный случай векторного алгоритма Флойда-Уоршалла [4], когда исходный граф не содержит контура. Это позволяет избежать одного внешнего цикла, что существенно повышает быстродействие алгоритма.

Рассмотрим в качестве примера, иллюстрирующего работу алгоритма, следующую задачу. Имеем двухстадийный технологический процесс, на каждой стадии которого возможно проведение любого комплекса из трёх мероприятий, включая «пустого» комплекса, при котором мероприятия вообще отсутствуют и процесс пущен «на самотёк». Следовательно, на каждой стадии возможно реализовать по 8 комплексов мероприятий:

$\emptyset, z_1, z_2, z_3, z_1 \cup z_2, \dots, z_1 \cup z_2 \cup z_3$. Прономеруем возможные состояния процесса числами от 1 до 18, где 1-е состояние – начальное, 18-е – конечное (они фиксированы). После реализации какого-либо комплекса мероприятий на первой стадии процесс может прийти в одно из состояний с номерами 2 – 9. А после реализации какого-либо комплекса мероприятий на второй стадии процесс может прийти в одно из состояний с номерами 10 – 17.

В таблице 1 приведен фрагмент матрицы двумерных весов дуг графа, соответствующих различным переходам из одного состояния в другое на 1 и 2 стадиях (всего граф содержит 80 дуг и, соответственно, 64 варианта путей).

Таблица 1

Фрагмент матрицы двумерных весов дуг графа

Table 1

Fragment of the matrix of two-dimensional weights of graph arcs

Начальная вершина дуги Initial vertex of arc (i)	Конечная вершина дуги Final vertex of the arc (j)	Вероятность P_{ij} достижения нужного качества The probability of achieving the required quality	Затраты на проведение комплекса мероприятий Costs of the complex of activities
1	2	0,75	0,0
1	3	0,85	7,0
1	4	0,90	12,0
1	5	0,88	10,0
1	6	1,00	19,0
1	7	1,00	22,0
1	8	0,98	17,0
1	9	1,00	29,0
2	10	0,68	0,0
2	11	0,78	5,0
2	12	0,83	15,0
2	13	0,81	20,0
2	14	0,93	20,0
2	15	0,94	35,0
2	16	0,91	25,0
2	17	0,98	40,0

Реализация алгоритма позволила найти 16 Парето-оптимальных путей в данном графе из вершины №1 в вершину №18:

Rout 1 = 1 6 17 18	Rout 9 = 1 2 11 18
Rout 2 = 1 8 17 18	Rout 10 = 1 3 11 18
Rout 3 = 1 6 15 18	Rout 11 = 1 4 11 18

Rout 4 = 1 3 14 18	Rout 12 = 1 5 11 18
Rout 5 = 1 4 14 18	Rout 13 = 1 6 11 18
Rout 6 = 1 5 14 18	Rout 14 = 1 8 11 18
Rout 7 = 1 6 14 18	Rout 15 = 1 2 10 18
Rout 8 = 1 8 14 18	Rout 16 = 1 5 10 18

Соответствующие значения 1-го и 2- критериев приведены в таблице 2.

Значения критериев эффективности технологического процесса

Table 2

Values of the efficiency criteria of the technological process

№ пути Path number	Значение q_1 Value of q_1	Значение q_2 Value of q_2	№ пути Path number	Значение q_1 Value of q_1	Значение q_2 Value of q_2
1	0,9800	59,0	9	0,5850	5,0
2	0,9604	57,0	10	0,6630	12,0
3	0,9400	54,0	11	0,7020	17,0
4	0,7905	27,0	12	0,6864	15,0
5	0,8370	32,0	13	0,7800	24,0
6	0,8184	30,0	14	0,7644	22,0
7	0,9300	39,0	15	0,51	0,0
8	0,9114	37,0	16	0,5984	10,0

На рисунке 2 приведено графическое представление таблицы 2 (для наглядности направление

оси абсцисс 1-го критерия изменено на противоположное).

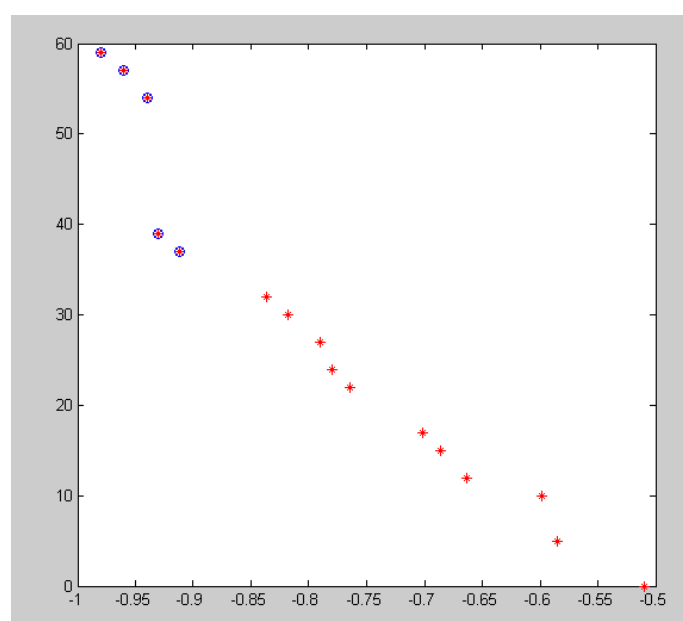


Рисунок 2. Множество Парето-оптимальных решений двухстадийного технологического процесса (синим кругом обозначены решения со значением вероятности качественного завершения процесса более 0,9)

Figure 2. The set of Pareto-optimal solutions of the two-stage production process (the blue circle marked solutions with the value of probability qualitative completion of the process more than 0.9)

Вывод

Применение векторной оптимизации на графах позволяет получить развёрнутую картину последствий различных вариантов управления на каждой стадии технологического процесса,

ЛИТЕРАТУРА

1 Федюкин В. К. Управление качеством производственных процессов. М.: КНОРУС, 2013. 332 с.

2 Авсеева О. В., Медведкова И. Е., Складов В. А. Экспертная оценка функций отклика в задаче управления качеством многошаговых технологических процессов // Сборник статей II Международной научно-практической интернет-конференции «Моделирование энергоинформационных процессов» Воронеж, 22 – 24 декабря 2014. Воронеж, 2015. С. 84 – 89.

которую затем можно будет использовать для технологической подготовки производства либо для оперативного управления функционированием технологического процесса.

3 Авсеева О.В., Говорский А.Э., Тебекин Ю. Б., Кравец О. Я. К постановке задачи оптимизации проектирования систем специальной связи // Информационные технологии моделирования и управления. 2009. № 7(59). С. 945 – 948.

4 Блинов И.В., Бугаев Ю.В., Чикунев С.В. Обобщение алгоритма Флойда-Уоршалла на случай нескольких критериев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2009. Т. 15. № 4. С. 885 – 892.

REFERENCES

1 Fedyukin V.K. Upravlenie kachestvom proizvodstvennykh protsessov [Quality management of production processes] Moscow, KNORUS, 2013. 332 p. (in Russian).

2 Avseeva O.V., Medvedkova I.E., Sklyarov V.A. Expertise response functions in the problem of quality control multistep processes. Sbornik statei II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi intrnet-konferentsii «Modelirovanie energoinformatsionnykh protsessov» [Collection of Articles II International scientific and practical Internet-conference "Energy and Process Simulation" Voronezh, 22 - December 24, 2014] Voronezh, 2015, pp. 84 - 89. (in Russian).

3 Avseeva O.V., Govorskii A.E., Tebekin Yu.B., Kravets O. Ya. About setting the optimization problem of designing special communication systems. *Informatsionnye tekhnologii modelirovaniya i upravleniya* [Information technology modeling and management] 2009, no. 7 (59), pp. 945 - 948. (in Russian).

4 Blinov I.V., Bugaev Yu.V., Chikunov S.V. Generalization of algorithm Floyd-Uorshall in the case of several criteria. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Tambov state technical university] 2009, vol. 15, no. 4, pp. 885 - 892. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий В. Бугаев д.ф.-м.н, профессор, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, y_bugaev52@mail.ru

Юлия А. Сафонова к.т.н., ст. преподаватель, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036

Артем Ю. Ткачев аспирант, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, reddiablo.007@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuri V. Bugaev doctor of physical-mathematical science, professor, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, y_bugaev52@mail.ru

Yuliya A. Safonova candidate of technical science, senior lecturer, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Artem Yu. Tkachev graduate student, information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, reddiablo.007@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий В. Бугаев предложил методику проведения

Юлия А. Сафонова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты, консультация в ходе исследования

Артем Ю. Ткачев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Yuri V. Bugaev proposed a scheme of the experiment

Yuliya A. Safonova review of the literature on an investigated problem, consultation during the study

Artem Yu. Tkachev 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 21.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.08.2017

RECEIVED 7.21.2017

ACCEPTED 8.18.2017

Синтез Марковской модели термохимической деструкции полимера в растворе

Виталий К. Битюков	¹	president@vsuet.ru
Анатолий А. Хвостов	²	khvtol1974@yandex.ru
Сергей Г. Тихомиров	¹	tikhomirov_57@mail.ru
Андрей В. Иванов	¹	andrious@rambler.ru
Игорь А. Хаустов	¹	haustov_ia@mail.ru

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

² ВУНЦ ВВС Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, Старых Большевиков, 54 «А», г. Воронеж, 394064, Россия

Реферат. В работе рассматривается задача математического моделирования процесса термохимической деструкции. Для синтеза математической модели используется аппарат цепей Маркова. Предлагается рассматривать процесс деструкции как случайный процесс, при котором изменяется состояние системы, характеризующееся долей макромолекул в каждой фракции молекулярно-массового распределения. Интенсивности переходов из состояния в состояние характеризуют соответствующие скорости процессов деструкции для каждой фракции молекулярно-массового распределения. Процессами сшивки и полимеризации в данной работе пренебрегли, и принято, что существует вероятность перехода из любого состояния с низким порядковым индексом (соответствующим фракции с более высокими молекулярными весами) в любое состояние с более высоким индексом (соответствующим фракциям с более низкими молекулярными весами). В качестве основы математической модели принята цепь Маркова с дискретными состояниями и непрерывным временем. В качестве среды моделирования использована интерактивная графическая среда имитационного моделирования MathWorksSimulink. Для оценки параметров математической модели были проведены экспериментальные исследования процесса деструкции полибутадиена в растворе. В качестве исходных данных для оценки ММР полимера использовались данные ГПХ раствора полибутадиена. Для численного поиска значений параметров минимизировалось среднеквадратичное отклонение расчетных данных от экспериментальных по каждой фракции и в заданные моменты времени. Результаты сравнения экспериментальных и рассчитанных по математической модели показали погрешность расчётов в среднем около 5%, что говорит о приемлемой ошибке оценки изменения долей фракций полимера в ходе процесса деструкции для рассматриваемого процесса и условий.

Ключевые слова: термохимическая деструкция, цепь Маркова, математическое моделирование

Synthesis of the Markov model of the thermochemical degradation of a polymer in solution

Vitalii K. Bitjukov	¹	president@vsuet.ru
Anatolii A. Khvostov	²	khvtol1974@yandex.ru
Sergei G. Tikhomirov	¹	tikhomirov_57@mail.ru
Andrei V. Ivanov	¹	andrious@rambler.ru
Igor A. Khaustov	¹	haustov_ia@mail.ru

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

² MESAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin air force academy», Staryh Bolshevikov St., 54 «A», Voronezh, 394064, Russia

Summary. The paper deals with the problem of mathematical modeling of thermochemical destruction process. The apparatus of Markov's chains is used to synthesize a mathematical model. The authors of the study suggest to consider the destruction process as a random one, where the system state changes, which is characterized by the proportion of macromolecules in each fraction of the molecular- and weight distribution. The intensities of transitions from one state to another characterize the corresponding rates of destruction processes for each fraction of the molecular- and weight distribution. The processes of crosslinking and polymerization in this work were neglected, and it was accepted that there is a probability of transition from any state with a lower order index (corresponding to fractions with higher molecular weights) to any state with a higher index (corresponding to fractions with lower molecular weights). Markov's chain with discrete states and continuous time was taken as the mathematical model basis. Interactive graphical simulation environment MathWorksSimulink was used as a simulation environment. Experimental studies of polybutadiene destruction in solution were carried out to evaluate the mathematical model parameters. The GPC (gel-penetration chromatography) data of the polybutadiene solution were used as the initial (starting) data for estimating the polymer WMD (molecular weight distribution). Mean-square deviation of the calculated data from the experimental data for each fraction and at specified times was minimized for the numerical search of parameter values. The results of comparison of experimental and calculated on mathematical model data showed an error of calculations on the average about 5%, which indicates an acceptable error in estimating of polymer fractions proportions change during the process of destruction for the process under consideration and conditions.

Keywords: thermochemical destruction, Markov chain, mathematical modeling

Введение

Одним из перспективных новых способов получения низкомолекулярных полимеров является термохимическая деструкция полимеров в растворе. При этом в качестве сырья рассматриваются

как товарные каучуки промышленного назначения, так и отходы их производства [1]. Разработка таких технологий требует детального изучения кинетики происходящих химических реакций, в том числе и методом моделирования.

Для цитирования

Битюков В.К., Хвостов А.А., Тихомиров С.Г., Иванов А.В., Хаустов И.А. Синтез Марковской модели термохимической деструкции полимера в растворе // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 57–64. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-57-64

For citation

Bitjukov V.K., Khvostov A.A., Tikhomirov S.G., Ivanov A.V., Khaustov I.A. Synthesis of the Markov model of the thermochemical degradation of a polymer in solution. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 57–64. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-57-64

Механизм деструкции представляет собой последовательность случайных событий (элементарных актов разрушения макромолекул) с конечным количеством исходов, которые можно рассматривать как в дискретные моменты времени, так и непрерывно. При этом вероятность перехода в новое состояние (молекулярно-массовое распределение (ММР) полимера) зависит только от состояния, из которого совершается переход и не зависит от всей предыстории процесса. Для описания такого рода процессов помимо уравнений химической кинетики [1], часто используется математический аппарат теории цепей Маркова [2]. В этом случае рассматривается не кинетика превращения на уровне отдельных макромолекул, а ММР всего полимера, участвующего в процессе деструкции. Случайным событием при таком подходе является совокупность элементарных актов деструкции, а состояниями – диапазоны (фракции) молекулярных масс ММР. Интенсивности переходов из состояния в состояние характеризуют скорость прямых и обратных процессов (деструкции и сшивки, полимеризации).

В работах [3, 4] показано применение аппарата цепей Маркова для описания процессов синтеза полимеров на уровне кинетики превращения отдельных макромолекул. В работе [5] предложено описание процесса разрушения зерен крахмала на основе цепей Маркова, в работе [6] рассмотрено описание динамики массового распределения жировых шариков молока в ходе его деструкции.

Методика моделирования

Предлагается использовать аппарат цепей Маркова для описания непосредственно измеряемого ММР полимера в ходе деструкции. В этом случае рассматривается не кинетика превращения на уровне отдельных макромолекул, а ММР всего полимера, участвующего в процессе деструкции. Случайным событием будет совокупность элементарных актов деструкции, а состояниями – диапазоны (фракции) молекулярных масс в ММР. При этом интенсивности переходов из состояния в состояние характеризуют скорость прямых и обратных процессов (деструкции и сшивки). Вероятность нахождения в определенном состоянии характеризует количество макромолекул соответствующей фракции ММР, а распределение вероятностей характеризует соответственно ММР полимера. Преимуществом такого подхода является простота описания процесса, возможность использовать измерения ММР полимера методами гель-проникающей хроматографии (ГПХ), не проводя их масштабирования и предварительной обработки, а представление интенсивностей в виде функций режимных параметров

процесса деструкции (расходов агента деструкции, температуры и т. п.) позволит создавать алгоритмы управления процессом, ориентируясь на желаемое ММР. В качестве недостатков можно отметить то, что полученные значения интенсивностей переходов будут феноменологическими и «привязаны» к технологическому оборудованию, на котором проводился эксперимент для идентификации значений интенсивностей переходов.

Основываясь на вышесказанном, предлагается следующая модель процесса деструкции полимера. Под действием агента деструкции с течением времени система макромолекул может переходить из одного состояния в другое. Система принимает состояния, которые будут ассоциироваться с диапазоном длин (масс) макромолекул, соответствующих определенной массовой или объемной фракции ММР. Дискретное конечное множество состояний в соответствии с принятой шкалой описывается множеством состояний в виде следующего множества $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, n \in \mathbb{N}$, где x_n – числовой диапазон длин (масс) макромолекул в n -ой фракции.

При синтезе структуры, в рамках теории цепей Маркова, приняты следующие допущения: процесс деструкции последовательный характер; интенсивность перехода из одного состояния в другое отражает интенсивность процесса деструкции и характеризуется величиной $\lambda_{i,j}$, а интенсивности обратных переходов равны нулю; процесс деструкции моделируется переходом из состояния x_i в x_j , где $j > i$, при этом интенсивностью переходов $\lambda_{j,i}$ пренебрегаем; состояние системы характеризуется вероятностью P_i , где $i = 1, N$, где N – количество фракций [7, 8]. При принятых допущениях граф состояний представлен на рисунке 1. Распределение макромолекул по фракциям соответствует индексам (пусть $i = 1$ фракция с наибольшей молекулярной массой или длиной).

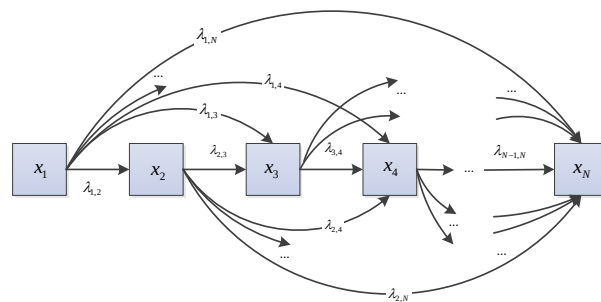


Рисунок 1. Граф состояний для принятых допущений

Figure 1. State graph for accepted assumptions

Запишем систему уравнений Колмогорова-Чепмена для графа, представленного на рисунке 1:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_1(t)}{dt} = -\sum_{j=2}^N \lambda_{1,j} P_1(t); \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{1,2} P_1(t) - \sum_{j=3}^N \lambda_{2,j} P_2(t); \\ \dots \\ \frac{dP_i(t)}{dt} = \lambda_{1,i} P_1(t) + \lambda_{2,i} P_2(t) + \dots + \lambda_{i-1,i} P_{i-1}(t) - \\ - \sum_{j=i+1}^N \lambda_{i,j} P_i(t); \\ \dots \\ \frac{dP_N(t)}{dt} = \lambda_{1,N} P_1(t) + \lambda_{2,N} P_2(t) + \dots + \lambda_{i,N} P_i(t) + \\ + \dots + \lambda_{N-1,N} P_{N-1}(t); \\ P_1(0) = P_{1,0}, P_2(0) = P_{2,0}, \dots, P_n(0) = P_{n,0}, \dots, \\ P_N(0) = P_{N,0}; \\ \lambda_{i,j} \geq 0, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, N}. \end{array} \right. \quad (1)$$

где t – время деструкции.

Пусть плотности потоков $\lambda_{i,j}$ постоянны, тогда, задаваясь матрицей интенсивностей прямых переходов λ и вероятностей состояний P

$$\Lambda = \begin{bmatrix} -\sum_{j=2}^N \lambda_{1,j} & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \lambda_{1,2} & -\sum_{j=3}^N \lambda_{2,j} & \dots & 0 & \dots & 0 \\ & & \dots & & & \\ \lambda_{1,i} & \lambda_{2,i} & \dots & -\sum_{j=i+1}^N \lambda_{i,j} & \dots & 0 \\ & & \dots & & & \\ \lambda_{1,N} & \lambda_{2,N} & \dots & & \lambda_{N-1,N} & 0 \end{bmatrix},$$

$$[P_i] = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \\ \dots \\ P_N \end{bmatrix}, \quad P_0 = \begin{bmatrix} P_{10} \\ P_{20} \\ \dots \\ P_{i0} \\ \dots \\ P_{N0} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

в матричном виде запишем

$$\frac{dP}{dt} = \Lambda \cdot P, \quad P|_{t=0} = P_0. \quad (3)$$

В данной записи вектор P_0 задает начальное ММР полимера до начала процесса деструкции.

Математическая модель

В качестве среды моделирования использована интерактивная графическая среда имитационного моделирования MathWorks Simulink™, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов, строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибридные, нелинейные и разрывные системы. Кроме того, среда Simulink™ имеет в своем составе инструменты генерирования сигналов различной формы, анализа сигналов во временных и частотных областях, что позволяет осуществлять генерирование, имитацию прохождения и всесторонний анализ сигналов в рамках одной среды моделирования [9]. Преобразование системы дифференциальных уравнений в структурную Simulink™ модель осуществлялось по методике, представленной в [10]. Для интегрирования системы дифференциальных уравнений использовался метод Рунге-Кутты 4/5 порядка в модификации Дорманда-Принца (функция ode45), а в случае большого разброса в значениях интенсивностей метод конечных разностей переменного порядка в сочетании со схемой обратного дифференцирования (метод Гира функция ode15s) [11].

Для оценки параметров математической модели были проведены экспериментальные исследования процесса деструкции полибутадиена в растворе. В качестве исходных данных для оценки ММР полимера использовались данные ГПХ раствора полибутадиена [12]. Из исходной хроматограммы, содержащей 100 фракций усреднением выделено 6 фракций (рисунок 2). Определение молекулярных параметров и молекулярно-массового распределения образцов каучука осуществлялись с помощью ГПХ. В качестве оборудования для ГПХ анализа применялась система Breeze фирмы Waters. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 1. Ввиду наибольшей интенсивности процесса деструкции в первый час и необходимости идентификации всех 6-ти фракций ММР разбиение на фракции в ходе процесса деструкции отличается от исходного.

Research results

№ фракции (fraction)	масса М (ln M)	доля	масса (mass) М (lnM)	доля			
		0 ч		2 ч	3 ч	4 ч	5 ч
P _{6,0}	6–7.7	0	31000 (10.34)	0.667	0.887	0.98	0.992
P _{5,0}	7.7–9.3	0,01	93000 (11.44)	0.234	0.097	0.02	0.007
P _{3,0}	9.3–11	0,62	155000 (11.95)	0.058	0.016	0	0
P _{4,0}	11–12.7	0.255	217000 (12.3)	0.02	0	0	0
P _{2,0}	12.7–14.3	0.39	279000 (12.54)	0.011	0	0	0
P _{1,0}	14.3–16	0.01	341000 (12.74)	0.01	0	0	0

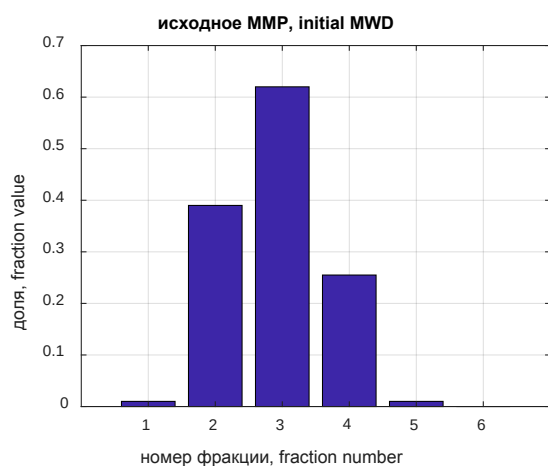


Рисунок 2. ММР исходного полимера

Figure 2. MWD of the starting polymer

Соответствующий сделанным допущениям граф представлен на рисунке 3.

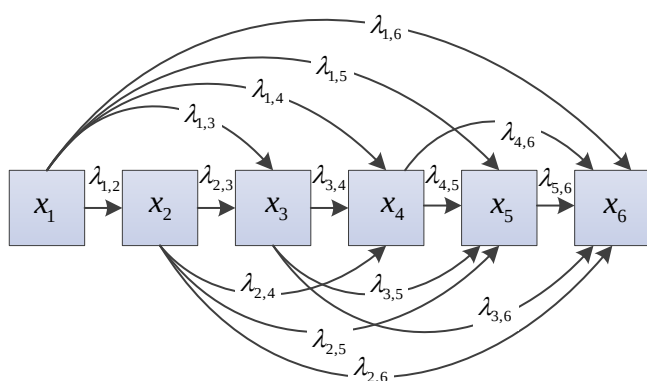


Рисунок 3. Граф, моделирующий процесс деструкции полимера с ММР из шести фракций

Figure 3. Graph modeling the process of destruction of polymer with MMP from six fractions

Математическая модель процесса деструкции для случая 6-ти фракций описывается системой (4).

$$\begin{cases}
 \frac{dP_1(t)}{dt} = -\sum_{i=2}^6 \lambda_{1,i} P_1(t); \\
 \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{1,2} P_1(t) - \sum_{i=3}^6 \lambda_{2,i} P_2(t); \\
 \frac{dP_3(t)}{dt} = \sum_{i=1}^2 \lambda_{i,3} P_i(t) - \sum_{i=4}^6 \lambda_{3,i} P_3(t); \\
 \frac{dP_4(t)}{dt} = \sum_{i=1}^3 \lambda_{i,4} P_i(t) - \sum_{i=5}^6 \lambda_{4,i} P_4(t); \\
 \frac{dP_5(t)}{dt} = \sum_{i=1}^4 \lambda_{i,5} P_i(t) - \lambda_{5,6} P_5(t); \\
 \frac{dP_6(t)}{dt} = \sum_{i=1}^5 \lambda_{i,6} P_i(t); \\
 P_1(0) = P_{1,0}, P_2(0) = P_{2,0}, P_3(0) = P_{3,0}, \\
 P_4(0) = P_{4,0}, P_5(0) = P_{5,0}, P_6(0) = P_{6,0}; \\
 \lambda_{i,j} \geq 0.
 \end{cases} \quad (4)$$

где $P_{i,0}, i = \overline{1..6}$ задает начальное ММР полимера до начала процесса деструкции из таблицы 1.

Структурная схема, в формате MathWorksSimulink™, реализующая математическую модель (4) представлена на рисунке 4.

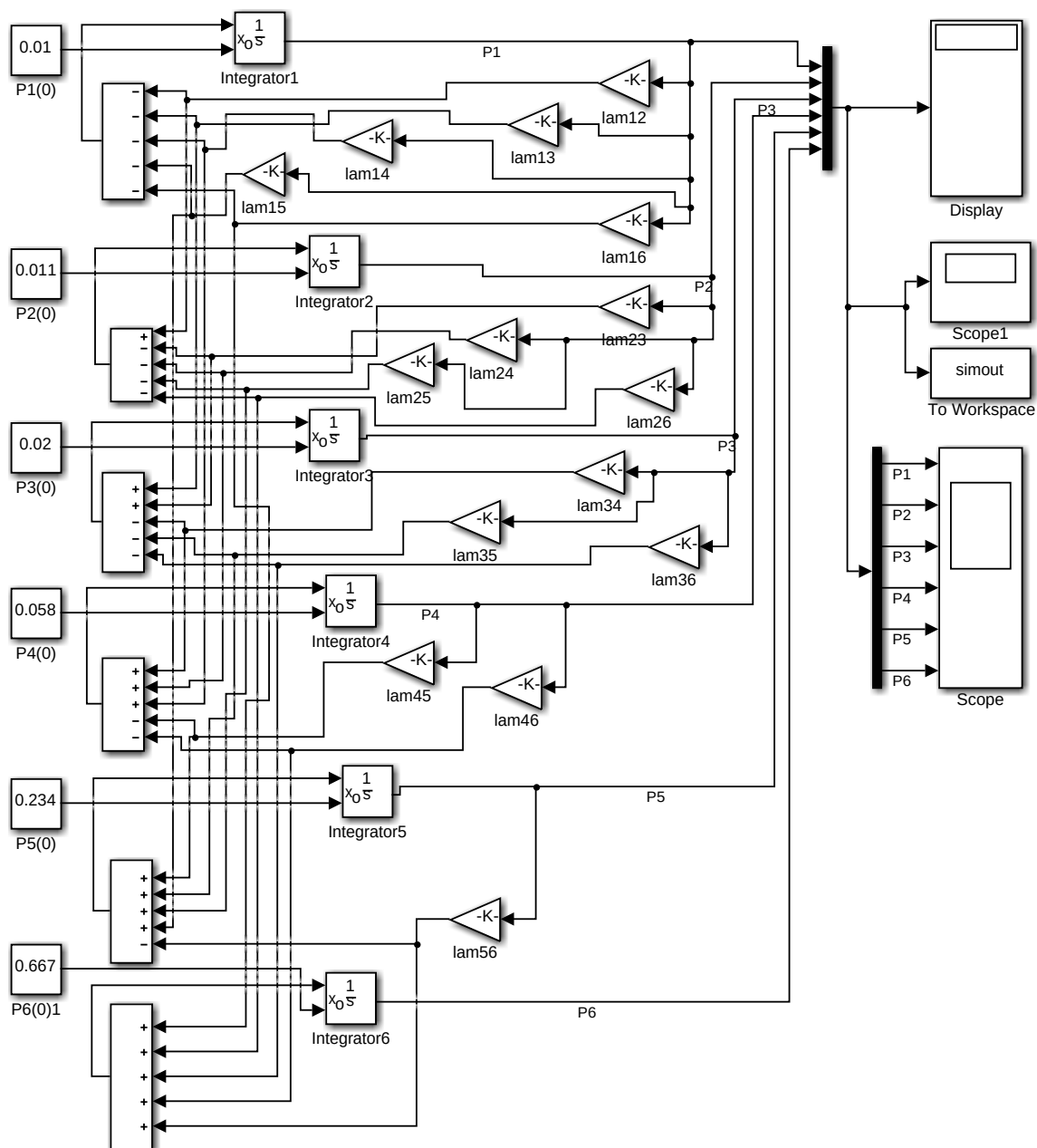


Рисунок 4. Модель Simulink

Figure4. Simulink model

Для корректного использования аппарата сетей Маркова были нормированы, исходя из условия

$$\sum_{i=1}^N P(t_i) = 1, \quad (5)$$

где N – количество фракций.

Для этого вводился дополнительно коэффициент нормировки $k_{\text{норм}}$, на который умножаются значения таблицы 1 для каждого образца, обеспечивающего выполнение равенства (5):

$$k_{\text{норм}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N P(p_i)}. \quad (6)$$

Для численного поиска значений параметров минимизировалось среднее квадратичное отклонение расчетных данных от экспериментальных по каждой фракции

$$S = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N (P_j(t_i)^{\text{экс}} - P_j(t_i)^{\text{расч}})^2 \xrightarrow{\lambda} \min, \quad (7)$$

где M , N – количество фракций и точек контроля при заданном времени деструкции соответственно.

Для минимизации критерия (7) использовался нелинейный метод наименьших квадратов на основе алгоритма Левенберга–Марквардта [13] из библиотеки Optimization-ToolboxMathWorks™ [14].

Результаты математического моделирования

Результаты численного эксперимента представлены на рисунке 5, где показаны динамика изменения доли каждой фракции во времени (рисунок 5а) и фракционный состав в заданные моменты времени (5б). Погрешность расчётов в среднем составила около 5%, что говорит о приемлемой ошибке оценки изменения долей фракций полимера в ходе процесса деструкции для рассматриваемого процесса и условий. Параметры математической модели (4) (матрица интенсивностей переходов),

полученные в результате минимизации критерия (6) представлены в таблице 2.

Таблица 2.
Матрица интенсивностей переходов

Table 2.

Transition intensity matrix

$\lambda_{i,j}$	p1	p2	p3	p4	p5	p6
p1	0	1.0015	1.0077	1.0395	1.1457	0.88349
p2	0	0	1.0098	1.0687	1.2755	0.84755
p3	0	0	0	1.1516	1.7132	0.73419
p4	0	0	0	0	2.8476	0.082361
p5	0	0	0	0	0	1.3532
p6	0	0	0	0	0	0

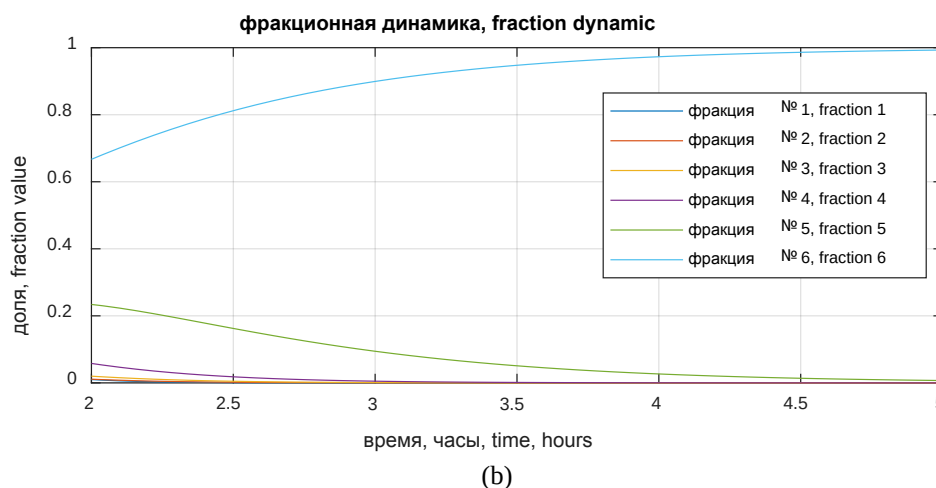
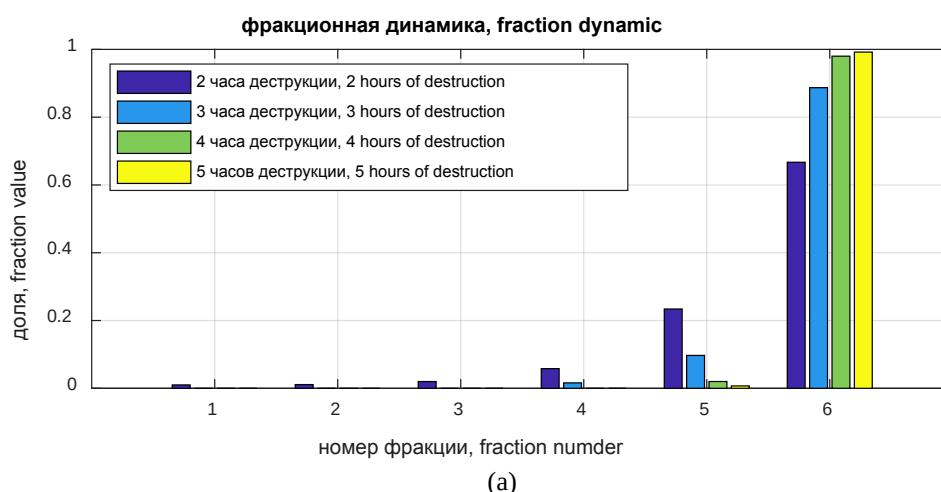


Рисунок 5. Фракционная динамика в ходе процесса деструкции, (а) динамика изменения доли каждой фракции во времени, (б) фракционный состав в заданные моменты времени

Figure 5. Fractional dynamics during the process of destruction, (a) the dynamics of the change in the fraction of each fraction in time, (b) the fractional composition at specified times

Выводы

Как видно из представленных данных предложенная математическая модель качественно верно описывает как динамику изменения долей фракций, так характер изменения фракционного состава. Кроме этого, проведенные экспериментальные исследования и оценка параметров математической модели (6) показали приемлемую погрешность расчетов долей

фракций полимера в ходе процесса его деструкции для рассматриваемого процесса и условий.

Визуализация найденной в ходе исследования матрицы интенсивности даёт наглядную картину интенсивности процесса деструкции для каждой фракции (рисунок 6), что существенно облегчает анализ процесса деструкции и позволяет в дальнейшем оптимизировать его с учетом фракционной динамики.

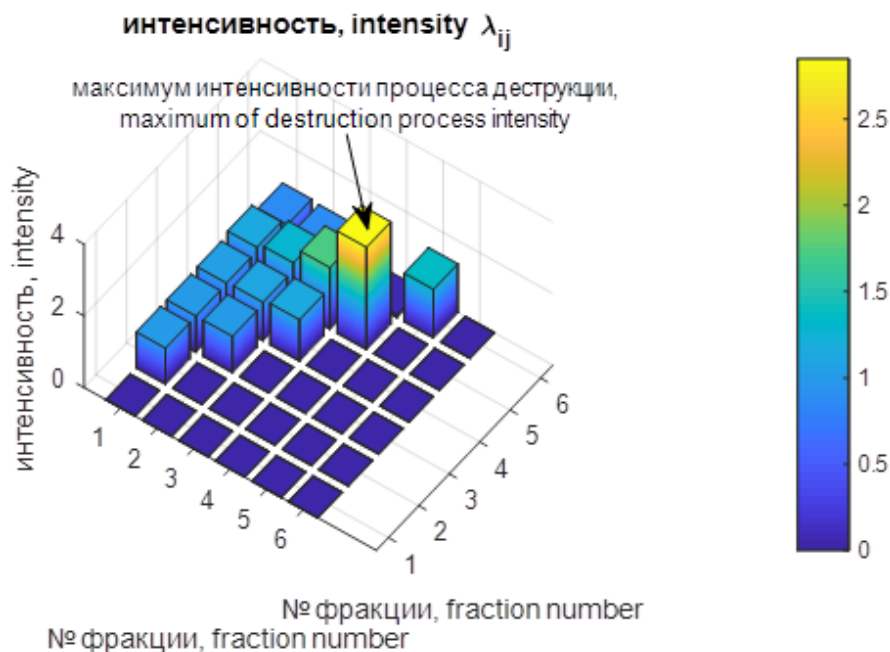


Рисунок 6. Визуализация матрицы интенсивности переходов $\lambda_{i,j}$

Figure 6. Visualization of the intensity matrix of transitions $\lambda_{i,j}$

Все это позволяет использовать предложенную математическую модель для исследования процессов деструкции, отладки алгоритмов управления процессом и его оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Битюков В.К., Хаустов И.А., Хвостов А.А., Попов А.П. Системный анализ процесса термоокислительной деструкции полимеров в растворе как объекта управления // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 3 (61). С. 61–66.
- 2 Paul A. Gagniuc Markov Chains: From Theory to Implementation and Experimentation // John Wiley & Sons. 2017.
- 3 Кучанов С.И. Методы кинетических расчетов в химии полимеров. М.: Мир, 1978.
- 4 Улитин Н.В., Терещенко К.А. Методы моделирования кинетики процессов синтеза и молекулярно-массовых характеристик полимеров. Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. 228 С.
- 5 Падохин В.А., Кочкина Н.Е., Кокина Н.Р., Назаров Д.В. и др. Стохастическая модель кинетики разрушения зерен крахмала // Химия и химическая технология. 2012. Т. 53. № 12. С. 123–124.
- 6 Хвостов А.А., Журавлёв А.А., Богер А.А., Шипилова Е.А. и др. Математическое моделирование процесса гомогенизации молочных продуктов с использованием цепей Маркова // Молочная промышленность. 2016. № 8. С. 16–19.
- 7 Podvalny S., Khvostov A., Tikhomirov S. et al. Mathematical Model of the Polymer Destruction Process Based on the Markov Chain // 2017 IEEE 11th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT) 20–22 Sep. 2017. P. 218–221.

В качестве перспективы развития работы стоит отметить возможность использования в качестве параметров модели (интенсивностей переходов) функций управляющих параметров: температуры, концентрации деструктора и т. п.

- 8 Хвостов А.А., Тихомиров С.Г., Рязских В.И., Хаустов И.А. Стохастическая модель деструкции полимера в растворе на основе цепи Маркова // Математические методы в технике и технологиях: сб. тр. междунар. науч. конф.: т. 3. СПб.: Изд-во СПбПУ, 2017. С. 42–45.
- 9 MathWorks (official site). Available at: <http://matlab.ru/> Date of inspect 04.06.2017.
- 10 Herman R. Solving Differential Equations Using Simulink, 2017.
- 11 Cleve B. Moler: Numerical Computing with MATLAB. Massachusetts: MathWorks, Inc., Natick, 2010.
- 12 Голоденко Б.А., Чеснокова Е.В., Голоденко А.Б. Моделирование одномерного гармонического осциллятора в среде MATLAB/SIMULINK // Вестник ВГУИТ. 2012. № 2. С. 81–84.
- 13 Branch M.A., Grace A. MATLAB Optimization Toolbox User's Guide. Massachusetts: MathWorks, 2007.
- 14 Achille Messac Optimization in Practice with MATLAB. Cambridge University Press, 2015.

REFERENCES

- 1 Bityukov V.K., Khaustov I.A., Khvostov A.A., Popov A.P. System analysis of the process of thermooxidative degradation of polymers in solution as a control object. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2014. no. 3 (61). pp. 61–66. (in Russian)
- 2 Paul A. Gagniuc Markov Chains: From Theory to Implementation and Experimentation. John Wiley & Sons, 2017

3 Kuchanov S.I. Metody kineticheskikh raschetov v khimii polimerov [Methods of kinetic calculations in the chemistry of polymers] Moscow, Mir, 1978. (in Russian)

4 Ulitin N.V., Tereshchenko K.A. Metody modelirovaniya kinetiki protsessov sinteza i molekulyarno-massovykh kharakteristik polimerov [Methods for modeling the kinetics of synthesis processes and molecular-mass characteristics of polymers] Kazan, KNITU, 2014. 228 p. (in Russian)

5 Padokhin VA, Kochkina NE, Kokina NR, Nazarov DV Stochastic model of kinetics of destruction of starch grains. *Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Chemistry and chemical technology] 2012. pp. 53. no. 12. pp. 123-124. (in Russian)

6 Khvostov A.A., Zhuravlyov A.A., Boger A.A., Shipilova E.A. et al. Mathematical modeling of the process of homogenization of dairy products using Markov chains. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry] 2016. no 8. pp. 16-19. (in Russian)

7 Podvalny S., Khvostov A., Tikhomirov S. et al. Mathematical Model of the Polymer Destruction Process Based on the Markov Chain [2017 IEEE 11th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT) 20-22 Sep.] 2017. pp. 218-221

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виталий К. Битюков д.т.н., профессор, президент, Воронежского государственного университета инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, president@vsuet.ru

Анатолий А. Хвостов д.т.н., профессор, кафедра математики, ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54 «А», г. Воронеж, Россия, khvtol1974@yandex.ru

Сергей Г. Тихомиров д.т.н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tikhomirov_57@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

Игорь А. Хаустов д.т.н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, haustov_ia@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 13.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.08.2017

8 Khvostov A.A., Tikhomirov S.G., Ryazhskikh V.I., Khaustov I.A. Stochastic model of polymer degradation in a solution based on the Markov chain. *Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologii* [Mathematical methods in engineering and technology] Saint-Petersburg, SPbPU, 2017. pp. 42-45 (in Russian)

9 MathWorks (official site). URL: <http://matlab.ru/> Date of inspect 04.06.2017.

10 Herman R. Solving Differential Equations Using Simulink, 2017.

11 Cleve B. Moler: Numerical Computing with MATLAB. Massachusetts, MathWorks, Inc., Natick, 2010.

12 Golodenko B.A., Chesnokova E.V., Golodenko A.B. Simulation of a one-dimensional harmonic oscillator in the MATLAB / SIMULINK environment. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET] 2012. no. 2. pp. 81-84. (in Russian)

13 Branch M.A., Grace A. MATLAB Optimization Toolbox User's Guide. Massachusetts, MathWorks, 2007.

14 Achille Messac Optimization in Practice with MATLAB. Cambridge University Press, 2015.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vitalii K. Bityukov doctor of technical sciences, professor, Information & control system department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, president@vsuet.ru

Anatolii A. Khvostov doctor of technical sciences, professor, Department of Mathematic, MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Staryh Bolshevikov St., 54 «A», Voronezh, 394064, Russia, khvtol1974@yandex.ru

Sergei G. Tikhomirov doctor of technical sciences, professor, Information & control system department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tikhomirov_57@mail.ru

Andrei V. Ivanov candidate of technical sciences, assistant professor, Information & control system department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, andrious@rambler.ru

Igor A. Khaustov doctor of technical sciences, Information & control system department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, haustov_ia@mail.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 4.13.2017

ACCEPTED 8.3.2017

Разработка алгоритма обучения мобильного робота в целях обнаружения препятствий в замкнутом пространстве

Ольга В. Авсеева¹ olga-avseeva@mail.ru
Марина В. Ларина¹ redlar21@yandex.ru

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

Реферат. XXI век – век высоких технологий. В настоящее время наша жизнь окружена информационными технологиями: у каждого есть мобильный телефон, компьютер и прочая техника (иногда называемая гаджетами). Сами не замечая, мы все больше и больше используем их в своей жизни. Уже дошло до того, что мы начинаем использовать роботов в своих целях. Не пройдет и десяти лет, как у каждого будет свой личный мобильный робот. Правильно запрограммированный робот может выполнять большое количество задач. Одной из распространенных проблем, возникающих при проектировании роботов, является проблема разработки эффективного алгоритма обхода препятствий. Робот во время своего движения не должен застревать и останавливаться, пока не выполнит задачу. Для успешного выполнения данной задачи в памяти робота должна храниться карта рабочего пространства, на которой отмечены места, где находятся препятствия для робота. Необходимо разработать алгоритм, позволяющий роботу построить карту местности за конечное (минимальное) время. Карта представляет собой поверхность замкнутого пространства, разделенную на квадраты. Площадь каждого квадрата равна площади основания робота или квадрату длины шага робота. Для изучения пространства используется алгоритм, основанный на алгоритмах движения робота «Спираль» и «Движение вдоль стены». Существует множество алгоритмов обхода препятствий. Наиболее эффективным является алгоритм Дейкстры. Этот алгоритм применим только к графам с неотрицательными весами. Алгоритм Дейкстры находит кратчайшие пути к вершинам графа в порядке их удаления от данной исходной вершины. Главным в алгоритме Дейкстры является то, что достаточно сравнить длины таких путей.

Ключевые слова: мобильный робот, алгоритм, карта местности

Development learning algorithm of mobile robot to detect obstacles in confined space

Olga V. Avseeva¹ olga-avseeva@mail.ru
Marina V. Larina¹ redlar21@yandex.ru

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

Summary. XXI century – the age of high technology. Now our life is surrounded by information technology: everyone has a cell phone, computer and other appliances (sometimes called gadgets). Themselves without noticing, we increasingly use them in their lives. Already it reached the point that we begin to use the robots for their own purposes. In less than ten years, each will have their own personal mobile robot. Properly programmed robot can perform many tasks. One of the common problems encountered in the design of robots, is the problem of developing an effective obstacle avoidance algorithm. Robot during their movement should not get stuck and stop until they have accomplished the task. To successfully perform this task in robot memory card should be stored workspace, which marked the places where there are obstacles to the robot. It is necessary to develop an algorithm that allows the robot to build a map of the area for the final (minimal) time. The map is a surface enclosed space that is divided into squares. The area of each square equal to the area of the robot base or square robot step length. To study the space used by an algorithm based on the algorithms of “Spiral” movement of the robot and the “movement along the wall”. There are many obstacles crawling algorithms. The most effective is Dijkstra's algorithm. This algorithm applies only to graphs with non-negative weights. Dijkstra's algorithm finds the shortest way to the top of the graph in order to remove them from a given source vertex. Central to Dijkstra's algorithm is that it is enough to compare the length of such paths

Keywords: mobile robot, algorithm, map of the area

Введение

XXI век – век высоких технологий. В настоящее время наша жизнь окружена информационными технологиями: у каждого есть мобильный телефон, компьютер и прочая техника (иногда называемая гаджетами). Сами не замечая, мы все больше и больше используем их в своей жизни. Уже дошло до того, что мы начинаем использовать роботов в своих целях. Не пройдет и десяти лет, как у каждого будет свой личный мобильный робот.

Для цитирования

Авсеева О. В., Ларина М. В. Разработка алгоритма обучения мобильного робота в целях обнаружения препятствий в замкнутом пространстве // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 65–67. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-65-67

Правильно запрограммированный робот может выполнять большое количество задач. Одной из распространенных проблем, возникающих при проектировании роботов, является проблема разработки эффективного алгоритма обхода препятствий. Робот во время своего движения не должен застревать и останавливаться, пока не выполнит задачу. Для успешного выполнения данной задачи в памяти робота должна храниться карта рабочего пространства, на которой отмечены места, где находятся препятствия для робота [1–6].

For citation

Avseeva O. V., Larina M. V. Development learning algorithm of mobile robot to detect obstacles in confined space. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET], 2017. vol. 79. no. 3. pp. 65–67. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-65-67

Постановка задачи

Необходимо разработать алгоритм, позволяющий роботу построить карту местности за конечное(минимальное) время. Карта представляет собой поверхность замкнутого пространства, разделенную на квадраты. Площадь каждого квадрата равна площади основания робота или квадрату длины шага робота.

Метод решения

Для изучения пространства используется алгоритм, основанный на алгоритмах движения робота «Спираль» и «Движение вдоль стены» [7].

Алгоритм «Спираль» представляет собой движение по окружности с увеличением радиуса. На рисунке 1 представлена блок-схема алгоритма.

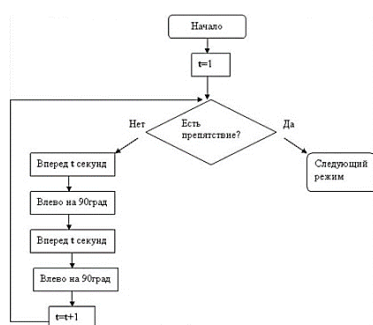


Рисунок 1. Алгоритм «Спираль»

Figure1. “Spiral” algorithm

Алгоритм «Движение вдоль стены» представляет собой алгоритм, при котором робот движется по периметру пространства. В отличие от алгоритма «Спираль» в данном алгоритме робот может обходить препятствия. Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 2.

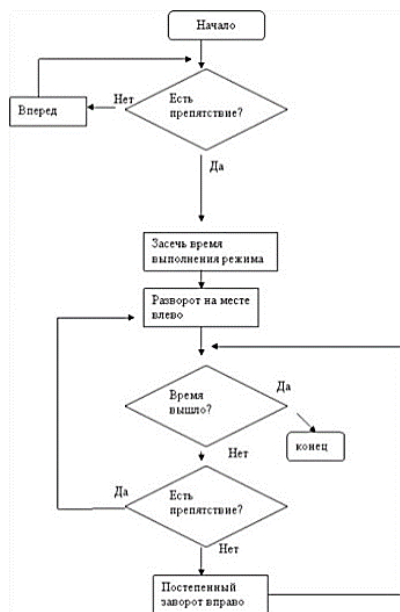


Рисунок 2. Алгоритм «Движение вдоль стены»

Figure 2. Algorithm “Movement along the wall”

Предлагаемый алгоритм обучения мобильного робота в целях обнаружения препятствий является модифицированным объединением двух вышеописанных алгоритмов. Алгоритм обучения состоит из трех частей. Первую часть можно назвать основной – это алгоритм прохода одного круга. Робот начинает свое исследование пространства с возможного периметра, и с каждым кругом он сужает его до радиуса меньше на единицу. Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 3.

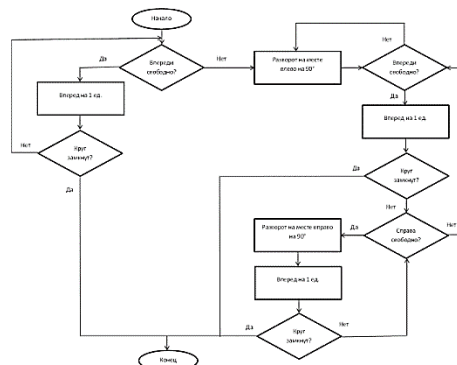


Рисунок 3. Алгоритм прохода одного круга

Figure 3. Algorithm pass one circle

Для того чтобы робот с каждым пройденным кругом сужал радиус, необходима вторая часть алгоритма – алгоритм начала исследования нового круга. На рисунке 4 представлена блок-схема алгоритма.

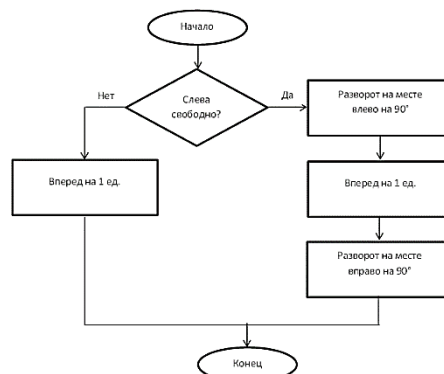


Рисунок 4. Алгоритм начала исследования нового круга

Figure 4. Algorithm for beginning of the study the new circle

После окончания движения по данному алгоритму роботу необходимо проверить пространство на неисследованные участки (рисунок 5). В случае, когда препятствий будет мало и их форма будет простой, робот исследует пространство за один проход. В противном случае останутся темные, неизвестные роботу участки. Чтобы робот не затратил много времени на путь до такого участка, необходимо использовать алгоритм поиска кратчайшего пути. Так как на пути робота могут быть препятствия, то алгоритм должен искать кратчайший путь, обходя все возможные препятствия на своем пути.

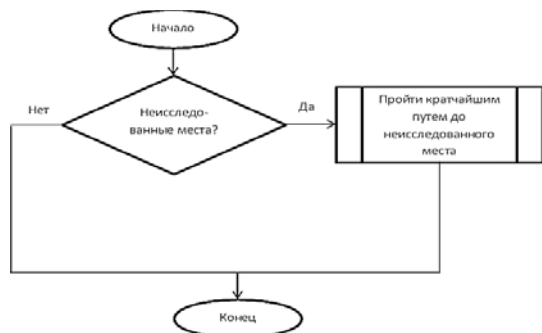


Рисунок 5. Алгоритм завершения обучения
Figure5. Algorithm for completion of training

ЛИТЕРАТУРА

- 1 DiGiampaolo E., Martinelli F. Mobile robot localization using the phase of passive UHF RFID signals // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2014. V. 61. № 1. P. 365-376.
- 2 Pierlot V., Van Droogenbroeck M. A new three object triangulation algorithm for mobile robot positioning // IEEE Transactions on Robotics. 2014. V. 30. № 3. P. 566-577.
- 3 Duchoň F. et al. Path planning with modified a star algorithm for a mobile robot // Procedia Engineering. 2014. V. 96. P. 59-69.
- 4 Юдинцев Б. С., Даринцев О. В. Интеллектуальная система планирования траекторий мобильных роботов, построенная на сети Хопфилда // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4.
- 5 Бобырь М. В., Милостная Н. А. Нечеткая модель интеллектуальной системы управления мобильным роботом // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2015. № 3. С. 57-67.
- 6 Мистров Л.Е., Павлов В.А. Обеспечение конфликтной устойчивости функционирования информационных систем на основе комплекса технических средств // Вестник ВГУИТ. 2016. № 1. С. 83-88.
- 7 RoboCraft. URL: <http://robocraft.ru/blog/>
- 8 Левитин А.В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006. 576 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Авсеева к. т. н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olga-avseeva@mail.ru

Марина В. Ларина магистрант, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, redlar21@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга В. Авсеева консультация в ходе исследования
Марина В. Ларина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.08.2017

Заключение

Существует множество алгоритмов обхода препятствий. Наиболее эффективным является алгоритм Дейкстры. Этот алгоритм применим только к графам с неотрицательными весами. Алгоритм Дейкстры находит кратчайшие пути к вершинам графа в порядке их удаления от данной исходной вершины. Главным в алгоритме Дейкстры является то, что достаточно сравнить длины таких путей [8].

REFERENCES

- 1 DiGiampaolo E., Martinelli F. Mobile robot localization using the phase of passive UHF RFID signals. IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2014. vol. 61. no. 1. pp. 365-376.
- 2 Pierlot V., Van Droogenbroeck M. A new three object triangulation algorithm for mobile robot positioning. IEEE Transactions on Robotics. 2014. vol. 30. no. 3. pp. 566-577.
- 3 Duchoň F. et al. Path planning with modified a star algorithm for a mobile robot. Procedia Engineering. 2014. vol. 96. pp. 59-69.
- 4 Yudinsev B.S., Darintsev O.V. Intelligent system of trajectory planning for mobile robots, built on the Hopfield network. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education] 2014. no. 4. (in Russian)
- 5 Bobyr M.V., Milostnaya N.A. Fuzzy model of intelligent control system for a mobile robot. *Problemy mashinostroeniya i avtomatizatsii* [Problems of Mechanical Engineering and Automation] 2015. no. 3. pp. 57-67. (in Russian)
- 6 Mistrov L.E., Pavlov V.A. Ensuring the conflict sustainability of the information systems on the basis of technical means. *Vestnik VGUET* [Proceedings of the VSUET]. 2016. no. 1. pp. 83-88. (in Russian)
- 7 RoboCraft. Available at: <http://robocraft.ru/blog/> (in Russian)
- 8 Levitin A.V. Algoritmy: vvedenie v razrabotku i analiz [Algorithms: introduction to the design and analysis] Moscow, Vil'yams, 2006, 576 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V. Avseeva candidate of technical sciences, associate professor, information technologies of simulation and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olga-avseeva@mail.ru

Marina V. Larina master student, information technologies of simulation and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, redlar21@yandex.ru

CONTRIBUTION

Olga V. Avseeva consultation during the study
Marina V. Larina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.4.2017

ACCEPTED 8.2.2017

Оптимальное управление отбором биомассы из аппарата

Юрий Е. Кожевников¹ kozh1234@mail.ru

Наталья В. Суханова¹ Suhanovanv1971@mail.ru

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

Реферат. Представлен вариант решения задачи оптимального управления отбором биомассы из аппарата с использованием принципа максимума Понтрягина. В качестве критерия оптимальности выбрана максимальная продуктивность аппарата. На конечномерном пространстве определяется функция Понтрягина, функция Гамильтона и концевая функция. Для описания динамики развития популяции дрожжей используется уравнение Ферхюльста–Гаузе. Доказано, что оптимальное управление (в смысле выбранного критерия) возможно при найденных соотношениях коэффициента естественного роста ε и коэффициента β , учитывающего внутривидовую конкуренцию микроорганизмов. Для определения оптимального значения концентрации микроорганизмов и величины отбора биомассы необходимо по ходу процесса культивирования определять численные значения коэффициентов модели ε и β . Представлен метод определения коэффициентов модели и оптимального значения отбора биомассы из аппарата. Разработаны алгоритм и система оптимального управления отбором биомассы из аппарата, отличающаяся тем, что в ней используются найденные теоретические соотношения названных коэффициентов. Для исследования системы оптимального управления был проведен машинный эксперимент с использованием опытных данных о почасовом накоплении микроорганизмов, снятых на Воронежском дрожжевом заводе. Данные были получены для 13 часового процесса культивирования с отбором культуральной среды после 6 часа. Отбор ведется таким образом, что накопление (концентрация дрожжей) X во время отбора остается неизменной при постоянном отборе культуральной среды. То есть забирается объем биомассы, равный объему среды, подаваемой с подпиткой. Получены графики почасового изменения концентрации дрожжей и динамика отбора. Анализ результатов показывает, что использование такой системы в процессе управления дрожжевым производством позволяет сократить время культивирования на 1 час.

Ключевые слова: оптимальное управление, принцип максимума Понтрягина, отбор биомассы, уравнение Ферхюльста–Гаузе, система оптимального управления

Optimal control of biomass selection from the apparatus

Yuriy E. Kozhevnikov¹ kozh1234@mail.ru

Natalia V. Sukhanova¹ Suhanovanv1971@mail.ru

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

Summary. The variant of solving the problem of optimal control of biomass selection from the apparatus using the Pontryagin maximum principle is presented in the article. The maximum productivity of the device as an optimality criterion was chosen. On a finite-dimensional space the Pontryagin function, the Hamiltonian function, and the end function were defined. To describe the dynamics of the development of the yeast population, the Ferhulst-Gause equation was used. It is proved that optimal control (in the chosen criterion) is possible with the found ratios of the coefficient of natural growth ε and the coefficient β taking into account the intraspecies competition of microorganisms. To determine the optimal concentration of microorganisms and the biomass selection value, it is necessary to determine the numerical values of the coefficients of the model ε and β during the cultivation process. The method for determining the model coefficients and the optimal biomass selection from the apparatus was presented. The algorithm and the system for optimal control of the selection of biomass from the apparatus were developed. They differ in that here the found theoretical relationships of the named coefficients are used. To study the optimal control system, a computer experiment was carried out using experimental data on the hourly accumulation of microorganisms taken at the Voronezh yeast plant. The data were obtained for a 13 hour culture process with selection of the culture medium after 6 hours. The selection is conducted in such a way that the accumulation (yeast concentration) of X during sampling remains unchanged with a constant culture medium selection. That is, the volume of biomass equal to the volume of the medium supplied with the feeding is taken. The graphs of the hourly change in yeast concentration and the dynamics of selection were obtained. The results analysis shows that the use of such a system in the process of controlling yeast production makes it possible to shorten the cultivation time by 1 hour.

Keywords: the optimal control, the Pontryagin maximum principle, the selection of the biomass, Verhulst–Gause equation, the optimal control system

Введение

Для биотехнологического процесса выращивания дрожжей задачи оптимизации являются особо актуальными, поскольку они характеризуются влиянием множества факторов на скорость развития популяции, сложностью технологического регламента, плохой воспроизводимостью

данных. Это обуславливает необходимость принятия оптимального решения (в смысле выбранного критерия) при известных начальных условиях и при любом ходе течения процесса.

Для цитирования

Кожевников Ю.Е., Суханова Н.В. Оптимальное управление отбором биомассы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 68–74. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-68-74

For citation

Kozhevnikov Y.E., Sukhanova N.V. Optimal control of biomass from the selection apparatus. *Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]*. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 68–74. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-68-74

Постановка задачи оптимального управления отбором биомассы из аппарата

Одной из наиболее актуальных проблем при производстве хлебопекарных дрожжей является задача ведения отбора биомассы из аппарата по ходу процесса культивирования. Возникает необходимость использования текущих данных о процессе и математического описания для нахождения оптимального значения количества отбираемой биомассы из аппарата по ходу культивирования.

Для описания динамики развития популяции дрожжей используется уравнение Ферхюльста–Гаузе [1], характеризующее их рост:

$$\frac{dx}{dt} = [\varepsilon - \beta \cdot x] \cdot x, \quad (1)$$

где ε – коэффициент естественного роста микроорганизмов, $\varepsilon > 0$; β – коэффициент, учитывающий внутривидовую конкуренцию микроорганизмов, $\beta > 0$; x – количество микроорганизмов, t – текущее время.

Необходимо иметь в виду, что:

$$x(0) = x^0, \quad x(t) \equiv x^0, \quad t \in [0; t_k],$$

где x^0 – количество микроорганизмов в аппарате во время отбора; t_k – время выращивания микроорганизмов; т. е. необходимо так отбирать биомассу из аппарата, чтобы на всем промежутке времени от 0 до t_k , значение концентрации микроорганизмов в аппарате было равно некоторому значению, ниже которого отбор вести нецелесообразно.

В качестве критерия оптимальности выбирается максимальная продуктивность аппарата [2]:

$$\Phi = \int_0^{t_k} c \cdot u dt + c \cdot x(t_k), \quad (2)$$

где x – удовлетворяет дифференциальному уравнению:

$$\frac{dx}{dt} = [\varepsilon - \beta \cdot (x - u)] \cdot [x - u] - u; \quad (3)$$

$$x(0) = x^0, \quad x(t) \equiv x^0, \quad t \in [0; t_k].$$

Здесь u – количество микроорганизмов, отбираемых из аппарата в каждый момент времени $t \in [0; t_k]$. В данном случае u является управляющим воздействием и характеризует скорость отбора. Отобранная биомасса не участвует ни в размножении, ни в конкурентном взаимоотношении. c – стоимость единицы объема биомассы. При этом выполняется следующее ограничение:

$$0 \leq u(t) \leq x(t). \quad (4)$$

Интегральный член в функционале (2) задает общую стоимость биомассы, отобранной из аппарата на всем интервале времени $[0, t_k]$. Терминальный член в функционале задает общую стоимость биомассы, оставшуюся в аппарате в конечный момент времени t_k . Определенный регламентом, интервал времени $[0, t_k]$ считается постоянным.

Задача оптимального управления формулируется следующим образом: на интервале времени от 0 до t_k , необходимо найти такое значение $u(t)$, которое обеспечивает максимум Φ в выражении (2) при ограничении в виде (4), при котором концентрация $x(t)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению (3).

Определение оптимального значения отбора биомассы из аппарата

Для решения поставленной задачи введем дополнительную переменную x_0 .

$$\frac{dx_0}{dt} = c \cdot [\varepsilon - \beta \cdot (x - u)] \cdot [x - u]; \quad x_0(0) = x^0. \quad (5)$$

В этом случае задача оптимизации формулируется следующим образом [2,3,4]. Необходимо найти $\min[-x_0(t_k)]$ при следующих ограничениях:

$$\frac{dx_0}{dt} = c \cdot [\varepsilon - \beta \cdot (x - u)] \cdot [x - u],$$

$$\frac{dx}{dt} = c \cdot [\varepsilon - \beta \cdot (x - u)] \cdot [x - u] - u, \quad (6)$$

$$x_0(0) = x^0, \quad x(0) = x^0, \quad x(t) \equiv x^0,$$

$$t \in [0; t_k], \quad u - x \leq 0, \quad u > 0.$$

Функции x и x_0 являются абсолютно непрерывными, u – измеряемая ограниченная функция.

Для решения задачи оптимизации воспользуемся принципом максимума Понтрягина [2, 3]. Определим на конечномерном пространстве $x_0, x, \psi_0, \psi_1, u, l_1, l_2$, функцию Понтрягина H , функцию Гамильтона $\mathcal{H}$ и концевую функцию L следующим образом:

$$H(x_0, x, u, \psi_0, \psi_1) = -\psi_0 \times$$

$$\times \{c \cdot [\varepsilon - \beta \cdot (x - u)] \cdot [x - u]\} -$$

$$-\psi_1 \{c \cdot [\varepsilon - \beta \cdot (x - u)] \cdot [x - u] - u\},$$

$$\mathcal{H}(x_0, x, u, \psi_0, \psi_1, l_1, l_2) = -\psi_0 \times$$

$$\times \{c \cdot [\varepsilon - \beta \cdot (x - u)] \cdot [x - u]\} +$$

$$+\psi_1 \cdot \{c \cdot [\varepsilon - \beta \cdot (x - u)] \cdot [x - u] - u\} +$$

$$+l_1 \cdot [u - x] - l_2 \cdot u,$$

$$L(l_1, x_0(t_k)) = -l_1 \cdot x_0(t_k).$$

Из [2,3] следует, что если процесс $(x_0(t), x(t), u(t))$ является оптимальным, то он удовлетворяет интегральному принципу максимума. В этом случае на интервале $[0, t_k]$ существуют абсолютно непрерывные функции $\psi_0(t)$, $\psi_1(t)$, константа $l_1 > 0$, интегрируемые функции $l_1(t)$, $l_2(t)$, такие, что имеет место:

$$\frac{dx_0}{dt} = \frac{d\mathcal{R}}{d\psi_0}, \quad \frac{dx}{dt} = \frac{d\mathcal{R}}{d\psi_1}, \quad (7)$$

$$x_0(0) = x^0, \quad x(0) = x^0, \quad x(t) \equiv x^0, \quad t \in [0; t_k];$$

$$\frac{d\psi_0}{dt} = -\frac{d\mathcal{R}}{dx_0}, \quad \frac{d\psi_1}{dt} = -\frac{d\mathcal{R}}{dx}, \quad (8)$$

$$\psi_0(t_k) = -\frac{dl_1}{dx_0(t_k)}, \quad (9)$$

$$\psi_1(t_k) = -\frac{dl_2}{dx(t_k)}, \quad \frac{d\mathcal{R}}{du} = 0. \quad (10)$$

Практически при всех $t \in [0; t_k]$ имеет место:

$$H(\bar{x}_0, \bar{x}, \bar{u}, \psi_0, \psi_1) = \max \mathcal{R}(\bar{x}_0, \bar{x}, \bar{u}, \psi_0, \psi_1),$$

$$0 \leq \bar{u} \leq \bar{x}, \quad (11)$$

$$\frac{d\mathcal{R}}{du} = 0, \quad (12)$$

и выполняется условие нормировки:

$$l_1 + \|\psi_0\| + \|\psi_1\| + \|l_1\| + \|l_2\| > 0. \quad (13)$$

Уравнение (7) дает дифференциальную связь поставленной задачи оптимизации, уравнение (8) удовлетворяет сопряженным переменным $\psi_0(t)$ и $\psi_1(t)$, выражение (9) – условие локального минимума, а (10) – условие дополнительной нежесткости.

Принцип максимума Понтрягина записывается в виде выражений (11) и (12) [3–10].

Функции $\psi_0(t)$ и $\psi_1(t)$ являются абсолютно непрерывными, поскольку, как видно из выражения (7), траектория $x(t)$ никогда не выходит на ограничениях $x(t) = 0$. Из выражения (8) для сопряженных переменных следует, что $\frac{d\psi_0}{dt} = 0$ и $\psi_0 \equiv -l_1$.

Следует отметить, что функции $\psi_0(t)$ и $\psi_1(t)$ на всем интервале $[0, t_k]$ одновременно не могут обращаться в ноль, так как из условия $\frac{d\mathcal{R}}{du} = 0$ следует, что $l_1 - l_2 = 0$, при любом t имеет место $\bar{x}(t) > 0$ и из условия дополнительной нежесткости $l_1 = l_2 = 0$ [2,4]. По виду функции $\mathcal{R}$ получаем: $\frac{d\mathcal{R}}{dx} = -\frac{d\mathcal{R}}{du} + \psi_1 + l_2$, и в силу условия (9) следует, что:

$$\frac{d\psi_1}{dt} = \psi_1 + l_2, \quad \psi_1(t) = 0, \quad t \in [0; t_k]. \quad (14)$$

Воспользовавшись принципом максимума Понтрягина (11), получим, что если

$$\bar{x} \geq \varepsilon \cdot c \cdot \frac{\psi_0}{2 \cdot \beta [c \cdot \psi_0 + \psi_1]} + [1 + \varepsilon] \cdot \frac{\psi_1}{2 \cdot \beta [c \cdot \psi_0 + \psi_1]}, \quad (15)$$

то выражение (11) эквивалентно условию:

$$\frac{dH}{dx} = -\frac{d\mathcal{R}}{du} + l_2 - l_1.$$

Тогда из условия (10) вытекает $l_1 - l_2 = 0$.

В силу этого с учетом справедливости (15) выражение (9) эквивалентно условию (11), и при этом управление $u(t)$ представляется в виде:

$$\bar{u} = \bar{x} - \frac{\varepsilon \cdot c \cdot \psi_0}{2\beta \cdot [c\psi_0 + \psi_1]} - \frac{[1 + \varepsilon] \cdot \psi_1}{2\beta \cdot [c\psi_0 + \psi_1]}. \quad (16)$$

Из выражения (13) вытекает, что на интервале $[0; t_k]$ $\psi_1 \leq 0$. При нарушении неравенства (15) в силу принципа максимума Понтрягина (11) следует, что максимум H достигается на одном из концов отрезка $[0; x]$. Следует отметить, что неравенство (15) эквивалентно выражению $dH/du \leq 0$. Поскольку $d\mathcal{R}/du = dH/du + l_1 - l_2$, то из условия локального минимума (9) следует $l_1 = 0$, $l_2 \neq 0$, что по условию (10) дает $u \neq 0$. Окончательно выражение для управления можно записать в виде:

$$\bar{u} = \begin{cases} \bar{x} - \frac{\varepsilon}{2\beta} - \frac{\psi_1}{2\beta [\psi_0 c + \psi_1]}, \\ \text{при } \bar{x} \geq \frac{\varepsilon}{2\beta} + \frac{\psi_1}{2\beta [\psi_0 c + \psi_1]}, \\ 0, \text{ при } \bar{x} < \frac{\varepsilon}{2\beta} + \frac{\psi_1}{2\beta [\psi_0 c + \psi_1]}. \end{cases} \quad (17)$$

В интегральном принципе максимума $l_1 \neq 0$. В противном случае это приводит к нарушению условия нормировки (13). Для общности будем полагать $l_1 = 1$.

Подставляя управление $\bar{u}$ из (17) в уравнение (6) для траектории $\bar{x}$ получим:

$$\frac{d\bar{x}}{dt} = \begin{cases} \frac{\varepsilon^2}{4\beta} - \frac{\bar{x}}{2\beta} + \frac{\varepsilon}{2\beta} - \frac{2\psi_1[\psi_0 c + \psi_1] - \psi^2}{4\beta [\psi_0 c + \psi_1]^2}, \\ \text{при } \bar{x} \geq \frac{\varepsilon}{2\beta} + \frac{\psi_1}{2\beta [\psi_0 c + \psi_1]}, \\ [\varepsilon - \beta \cdot \bar{x}] \cdot \bar{x}, \text{ при } \bar{x} < \frac{\varepsilon}{2\beta} + \frac{\psi_1}{2\beta [\psi_0 c + \psi_1]}. \end{cases} \quad (18)$$

Из уравнения (18) следует, что если $\bar{x}(0) \geq \frac{\varepsilon}{2\beta}$, то всюду на интервале $[0; t_k]$

$\bar{x}(t) > \frac{\varepsilon}{2\beta}$, к тому же, если при каком либо

$t^* \in [0; t_k]$ выполняется неравенство $\bar{x}(t^*) \geq \frac{\varepsilon}{2\beta}$,

то на интервале $[t^*; t_k]$ имеет место $\bar{x} > \frac{\varepsilon}{2\beta}$.

Из условия (10) в этом случае следует:

$\psi_1(t_k) = 0$, и неравенство $\bar{x}(0) \geq \frac{\varepsilon}{2\beta}$ приводит

к тому, что $\psi_1(t_k) = 0$ при всех $t \in [0; t_k]$.

В случае $\bar{x}(0) < \frac{\varepsilon}{2\beta}$ из условий (10) и (12)

вытекает, что $\psi_1 \neq 0$, траектория $\bar{x}$ монотонно

возрастает одновременно с ψ_1 , в момент выхода

$\bar{x}$ на уровень $\frac{\varepsilon}{2\beta}$ сопряженная переменная ψ_1

обращается в ноль и, начиная с этого момента, траектория $\bar{x}$ изменяется, как и в предыдущем случае.

С учетом этого уравнение (18) примет вид:

$$\frac{d\bar{x}}{dt} = \begin{cases} \frac{\varepsilon^2}{4\beta} + \frac{\varepsilon}{2\beta} - \bar{x}, & \text{при } \bar{x} \geq \frac{\varepsilon}{2\beta}, \\ [\varepsilon - \beta \cdot \bar{x}] \cdot \bar{x}, & \text{при } \bar{x} < \frac{\varepsilon}{2\beta}. \end{cases} \quad (19)$$

При достаточно большом интервале времени $[0; t_k]$ начиная с некоторого момента траектория $\bar{x}$ удовлетворяет неравенству $\bar{x} \geq \frac{\varepsilon}{2\beta}$

и следовательно:

$$\frac{d\bar{x}}{dt} = \frac{\varepsilon^2}{4\beta} + \frac{\varepsilon}{2\beta} - \bar{x}. \quad (20)$$

В случае стационарного процесса при $\frac{d\bar{x}}{dt} = 0$, траектория для $\bar{x}$ описывается выражением:

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon^2}{4\beta} + \frac{\varepsilon}{2\beta}. \quad (21)$$

При этом в силу $\bar{x} \geq \frac{\varepsilon}{2\beta}$ управление имеет вид:

$$\bar{u} = \frac{\varepsilon^2}{4\beta}. \quad (22)$$

Метод определения коэффициентов модели и оптимального значения отбора биомассы из аппарата

Структура макроскопической модели периодического процесса культивирования дрожжей, имеет вид [5]:

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = X(\mu - \tilde{\mu}), \\ \frac{dS_i}{dt} = -Xq_{si}, \end{cases} \quad i = \overline{1, 3} \quad (23)$$

где уравнение $dX/dt = X(\mu - \tilde{\mu})$ – модель Ферхюльста – Гаузе (1), записанная в краткой форме; $\tilde{\mu}$ – удельная скорость автолиза биомассы, которая вычисляется по формуле:

$\tilde{\mu} = K_4 X$, где K_4 – константа.

Рассмотрим математическую модель процесса в следующем виде [1,5]:

$$\begin{cases} \theta \frac{dX}{dt} = \theta \cdot \mu_m \cdot \frac{S_1^{(i)}}{K_1 + S_1^{(i)}} \cdot \frac{S_2^{(i)}}{K_2 + S_2^{(i)}} \cdot \frac{S_3^{(i)}}{K_3 + S_3^{(i)}} \cdot X^{(i)} - \\ \theta \cdot K_4 \cdot X^{2(i)} - \theta \cdot \frac{F}{V^{(i)}} \cdot X^{(i)} + (X^{(i)} - X^{(i-1)}); \\ \theta \frac{dS_1}{dt} = -\frac{\theta}{Y_{X/S1}} \cdot \mu_m \cdot \frac{S_1^{(i)}}{K_1 + S_1^{(i)}} \cdot \frac{S_2^{(i)}}{K_2 + S_2^{(i)}} \cdot \\ \frac{S_3^{(i)}}{K_3 + S_3^{(i)}} \cdot X^{(i)} - \theta \cdot m \cdot X^{(i)} + \\ + \theta \cdot \frac{F_1}{V^{(i)}} \cdot (S_{01} - S_1^{(i)}) + (S_1^{(i)} - S_1^{(i-1)}); \\ \theta \frac{dS_2}{dt} = -\theta \cdot \mu_m \cdot \frac{S_1^{(i)}}{K_1 + S_1^{(i)}} \cdot \frac{S_2^{(i)}}{K_2 + S_2^{(i)}} \cdot \frac{S_3^{(i)}}{K_3 + S_3^{(i)}} \cdot \\ X^{(i)} \cdot \left[\alpha_{02} + \frac{(\alpha_{m2} - \alpha_{02}) \cdot S_2^{(i)}}{K_5 + S_2^{(i)}} \right] + \\ + \theta \cdot \frac{F_2}{V^{(i)}} \cdot (S_{02} - S_2^{(i)}) + (S_2^{(i)} - S_2^{(i-1)}); \\ \theta \frac{dS_3}{dt} = -\theta \cdot \mu_m \cdot \frac{S_1^{(i)}}{K_1 + S_1^{(i)}} \cdot \frac{S_2^{(i)}}{K_2 + S_2^{(i)}} \cdot \frac{S_3^{(i)}}{K_3 + S_3^{(i)}} \cdot \\ X^{(i)} \cdot \left[\alpha_{03} + \frac{(\alpha_{m3} - \alpha_{03}) \cdot S_3^{(i)}}{K_6 + S_3^{(i)}} \right] + \\ + \theta \cdot \frac{F_3}{V^{(i)}} \cdot (S_{03} - S_3^{(i)}) + (S_3^{(i)} - S_3^{(i-1)}); \\ F = F_1 + F_2 + F_3; \\ \theta \frac{dT}{dt} = T^{(i)} + T_b^{(i)} + \theta \cdot \varphi^{(i)} \cdot a_0 \cdot (X^{(i)} - \\ X^{(i-1)}) \cdot V^{(i)} - \theta \gamma^{(i)} G_{\text{вот}} \cdot \Delta I. \end{cases} \quad (24)$$

где F – объемная скорость подачи питательных веществ; F_1, F_2, F_3 – объемные скорости подачи

мелассы, сульфата аммония и диаммонийфосфата соответственно; S_{01} , S_{02} , S_{03} – концентрации сахаров, азота и фосфора в подпитке соответственно, $Y_{X/S1}$ – экономический коэффициент, m – скорость потребления субстрата на поддержание жизнедеятельности, α_{0i} и α_{mi} – минимальное и максимальное содержание элемента в биомассе, q_{Si} – удельная скорость потребления субстрата, θ – время роста микроорганизмов в аппарате, a_0 – коэффициент удельного тепловыделения дрожжей; $G_{в03}$ – массовый расход воздуха, ΔI – приращение теплосодержания воздуха, T – температура культуральной среды в аппарате; T_b – температура воды в рубашке аппарата.

Для определения оптимального значения концентрации микроорганизмов и величины оптимального отбора биомассы, необходимо по ходу процесса культивирования определять численные значения коэффициентов модели ε и β . Анализ математической модели, описывающей рост микроорганизмов (24), показывает, что коэффициенты ε и β можно выразить следующим образом:

$$\varepsilon = \left(\mu - \frac{F}{V} + \frac{1}{\theta} \right), \beta = K_4. \quad (25)$$

Расчет значений ε и β необходимо производить непосредственно по ходу процесса, используя его математическое описание (систему уравнений (24)).

Отбор биомассы из аппарата начинается при достижении текущей концентрации X уровня $\frac{\varepsilon}{2\beta}$. Для определения объема биомассы, отбираемой из аппарата, используется выражение:

$$\frac{dX}{dt} = \mu \cdot X^{(i)} - K_4 \cdot X^{(i)2} - \frac{F}{V} \cdot X^{(i)} + \frac{1}{\theta} (X^{(i)} - X^{(i-1)})$$

При условии, что весь прирост биомассы должен быть отобран во время отбора, можно записать:

$$u = \frac{dX}{dt}. \quad (26)$$

Принимая во внимание нулевые начальные условия, т. е. $X^{(i-1)} = 0$, объем отбираемой биомассы определяется как:

$$V_{от} = \frac{F}{\frac{u}{X^{(i)}} - \mu + K_4 \cdot X^{(i)} + \frac{1}{\theta}}. \quad (27)$$

Система оптимального управления отбором биомассы дрожжей из аппарата

На основе описанной выше методики была разработана автоматическая система управления отбором биомассы дрожжей из аппарата по ходу процесса культивирования [1]. Для исследования системы оптимального управления был проведен машинный эксперимент с использованием опытных данных о почасовом накоплении микроорганизмов, полученных на Воронежском дрожжевом заводе. Данные были получены для 13 часового процесса культивирования с отбором культуральной среды после 6 часа.

Отбор ведется таким образом, что накопление (концентрация дрожжей) X во время отбора остается постоянной при постоянном объеме культуральной среды. То есть забирается объем биомассы, равный объему среды, подаваемой с подпиткой.

Алгоритм исследования системы заключается в следующем. По математической модели (система уравнений (24)) с периодичностью $\Delta t = 1$ ч рассчитываются параметры процесса: X^p , S_1 , S_2 , S_3 , V и определяются коэффициенты модели ε и β по уравнениям (25). Рассчитывается

величина $\frac{\varepsilon}{2\beta}$ и сравнивается с введенным

экспериментальным значением X (из опытных данных) соответствующим данному моменту времени t . Процедура повторяется до тех пор,

пока X не будет больше или равен величине $\frac{\varepsilon}{2\beta}$,

или время t не станет больше или равно времени начала регламентного отбора t' .

Рассмотрим оба случая.

1) В случае, если концентрация X больше

или равна величине $\frac{\varepsilon}{2\beta}$, рассчитывается новое

значение времени культивирования

$t_k^H = t_k - \left(t' - t \mid x \geq \frac{\varepsilon}{2\beta} \right)$. Определяется величина

управляющего воздействия u из выражения (22)

и величина отбираемого объема из выражения (27). Определяется скорость изменения концен-

трации X' (по системе уравнений (24)) и для сле-

дующего момента времени $t = t + \Delta t$ предсказыва-

ется значение концентрации дрожжей X'' без

учета отбора и значение концентрации X с уче-

том отбора. Процедура продолжается до

тех пор, пока время t не достигнет значения

времени культивирования $t = t_k^H$.

При этом выводятся значения t , X , V , u .

2) В случае, если концентрация X до момента времени t' (регламентное время отбора) не достигнет уровня $\frac{\varepsilon}{2\beta}$, алгоритм выходит на регламентное определение концентрации: $X(t+\Delta t) = X(t)$; при этом время культивирования t_k остается прежним.

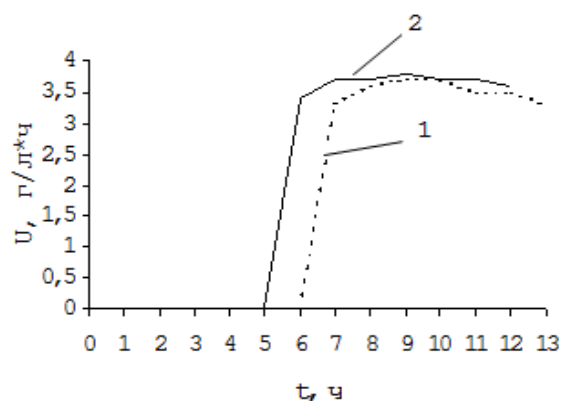
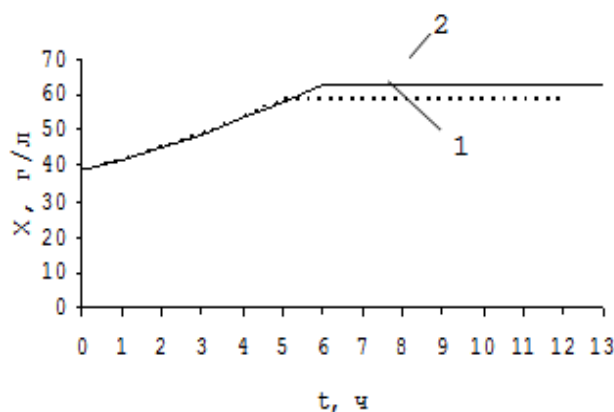


Рисунок 1. Графики почасового изменения концентрации дрожжей X и динамика отбора U – (1 – регламентный; 2 – с учетом оптимального управления)

Figure 1. Hourly charts changes in the concentration of yeast X and the dynamics of selection U (1-regulations; 2 – taking into account optimal control)

Результаты исследования работы системы оптимального управления (машинный эксперимент)

Table 1

The research results of work of system of optimal control (engine experiment)

Время культивирования t , ч Cultivation time t , h	Накопление X , кг/м ³ The accumulation X , kg/m ³	Объем V , м ³ Volume V , m ³	Отбор биомассы u , кг/м ³ ·ч The selection of biomass u , kg/m ³ ·h
0	39	50	0
1	42	52	0
2	45	56	0
3	49	60	0
4	54	64	0
5	59	68	0
6	59	68	3,4
7	59	68	3,7
8	59	68	3,7
9	59	68	3,8
10	59	68	3,7
11	59	68	3,7
12	59	68	3,6

Анализ результатов показывает, что использование такой системы в процессе управления дрожжевым производством позволяет снизить время культивирования на 1 час.

Оптимальная концентрация $X = 59$ кг/м³, t' – время отбора – начало 6 часа; $t_k = 12$ ч – время культивирования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ануфриев В.В., Кожевников Ю.Е., Суханова Н.В. Одно решение задачи кинетики роста микроорганизмов // Проблемы химии и химической технологии: тез.докл. 2-ой региональной научной конференции. Тамбов, 1994. С. 126 – 127.

2 Галлеев Э.М., Зеликин М.И., Конягин С.В. Оптимальное управление. М: Изд-во МЦНМО (Московский центр непрерывного математического образования), 2008. 320 с.

3 Покорный Ю.В. Оптимальные задачи. М: Изд-во Регулярная и хаотичная динамика, 2008. 160 с.

4 Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации: учеб. пособие. М: Изд-во Физматлит, 2008. 368 с.

5 Grogard F., Akhmetzhanov A. R., Bernard O. Optimal strategies for biomass productivity maximization in a photobioreactor using natural light // *Automatica*. 2014. V. 50. №. 2. P. 359-368.

6 Liu C., Gong Z. Optimal control of switched autonomous systems // *Optimal Control of Switched Systems Arising in Fermentation Processes*. Berlin Heidelberg: Springer, 2014. P. 77-87.

7 Basset N. et al. Integrating the selection of PHA storing biomass and nitrogen removal via nitrite in the main wastewater treatment line // *Bioresource technology*. 2016. V. 200. P. 820-829.

8 Aloisio J. M., Tuininga A. R., Lewis J. D. Crop species selection effects on stormwater runoff and edible biomass in an agricultural green roof microcosm // *Ecological Engineering*. 2016. V. 88. P. 20-27.

9 Casler M. D., Vogel K. P. Selection for biomass yield in upland, lowland, and hybrid switchgrass // *Crop science*. 2014. V. 54. №. 2. P. 626-636.

10 Суханова Н. В. Оптимальное управление процессом выращивания микроорганизмов при конкурентном взаимодействии двух популяций // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса: материалы II международной научно - практической конференции. Воронеж. гос. ун-т инж. технол. Воронеж, 2016. С. 76 –78.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий Е. Кожевников старший преподаватель, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, kozh1234@mail.ru

Наталья В. Суханова к. т. н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, 19, г. Воронеж, Россия, Suhanovanv1971@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий Е. Кожевников предложил вариант решения задачи оптимального управления отбором биомассы из аппарата и организовал производственные испытания

Наталья В. Суханова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчеты, написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 09.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.08.2017

REFERENCES

1 Anufriev V.V., Kozhevnikov Y.E., Sukhanova N.V. One solution to the problem of the kinetics of microbial growth. *Problemyi himii i himicheskoy tehnologii: tez.dokl. 2-oy regionalnoy nauchnoy konferentsii* [Problems of chemistry and chemical technology: abstracts of the 2nd regional scientific conference]. Tambov, 1994. pp. 126–127. (in Russian).

2 Galeev E.M., Zelikin M.I., Konyagin S.V. *Optimalnoe upravlenie* [Optimal control] Moscow, Publishing house MCCME (Moscow center for continuous mathematical education), 2008. 320 p. (in Russian).

3 Pokorny J.V. *Optimalnyie zadachi* [Optimal task]. Moscow, Publishing house Regular and chaotic dynamics, 2008. 160 p. (in Russian).

4 Sukharev A.G., Timokhov A.V., Fedorov V.V. *Kurs metodov optimizatsii* [Course of optimization methods]. Moscow, Publishing house Fizmatlit, 2008. 368 p. (in Russian).

5 Grogard F., Akhmetzhanov A. R., Bernard O. Optimal strategies for biomass productivity maximization in a photobioreactor using natural light. *Automatica*. 2014. vol. 50. no. 2. pp. 359-368.

6 Liu C., Gong Z. Optimal control of switched autonomous systems. *Optimal Control of Switched Systems Arising in Fermentation Processes*. Springer Berlin Heidelberg, 2014. pp. 77-87.

7 Basset N. et al. Integrating the selection of PHA storing biomass and nitrogen removal via nitrite in the main wastewater treatment line. *Bioresource technology*. 2016. vol. 200. pp. 820-829.

8 Aloisio J. M., Tuininga A. R., Lewis J. D. Crop species selection effects on stormwater runoff and edible biomass in an agricultural green roof microcosm. *Ecological Engineering*. 2016. vol. 88. pp. 20-27.

9 Casler M. D., Vogel K. P. Selection for biomass yield in upland, lowland, and hybrid switchgrass. *Crop science*. 2014. vol. 54. no. 2. pp. 626-636.

10 Sukhanova N. V. Optimal control of the process of growing microorganisms in a competitive interaction between the two populations. *Sistemnyj analiz i modelirovanie protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitii agropromyshlennogo kompleksa: materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [System analysis and simulation of quality management processes in innovative development of agro industrial complex: materials of II international scientific-practical conference]. Voronezh state university of engineering technologies. Voronezh, 2016. pp. 76-78. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuriy E. Kozhevnikov senior lecturer, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, kozh1234@mail.ru

Natalia V. Sukhanova candidat of technical sciences ,associate professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, Suhanovanv1971@mail.ru

CONTRIBUTION

Yuriy E. Kozhevnikov proposed the alternative solutions of the optimal control problem of the selection of the biomass apparatus and organized production trials

Natalia V. Sukhanova review of the literature on an investigated problem, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.9.2017

ACCEPTED 8.21.2017

Удаленное управление микроскопом Leica DM IRM на основе технологии интернета вещей

Анна С. Сазонова	¹	asazonova@list.ru
Людмила Б. Филиппова	¹	libv88@mail.ru
Родион А. Филиппов	¹	redfil@mail.ru

¹ Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия

Реферат. Организация любой исследовательской деятельности связана с получением и анализом результатов проводимых исследований. Это сложный и трудоёмкий процесс, требующий больших человеческих затрат и уникального дорогостоящего оборудования. Проблема использования такого уникального оборудования может сделать исследование трудновыполнимым или даже невыполнимым вовсе. Одним из путей решения этой проблемы может стать создание лабораторий удаленного доступа, работающих в режиме коллективного пользования. Важной особенностью удаленного доступа к оборудованию является возможность получения первичной информации и правильная организация ее передачи между отдельными подсистемами и потребителями. Удобным и мобильным инструментом в таких ситуациях является наличие компактных плат управления «типа Arduino», позволяющих организовать эффективное взаимодействие. Рассмотрены вопросы удаленного управления микроскопом с использованием технологий интернета вещей. Описаны основные программные и аппаратные решения, используемые при реализации доступа к микроскопу. Приведена электронная схема подключения шаговых двигателей, а также формулы расчета перемещений основных узлов микроскопа. В процессе удаленного доступа к комплексу пользователь имеет возможность работать с микроскопом аналогично исследователю, работающему непосредственно на самом оборудовании. Предложенная схема позволит проводить научные исследования в области микроструктурного и микрогеометрического анализа различных образцов и деталей в условиях дистанционного доступа, что значительно повысит эффективность использования дорогостоящего научного оборудования.

Ключевые слова: микроскоп, интернет вещей, шаговый двигатель, программно-аппаратный комплекс, усилительный элемент, Arduino Mega 2560

Remote control of the microscope Leica DM IRM based on the technology of the Internet of things

Anna S. Sazonova	¹	asazonova@list.ru
Lyudmila B. Filippova	¹	libv88@mail.ru
Rodion A. Filippov	¹	redfil@mail.ru

¹ Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia

Summary. The organization of any research activity involves obtaining and analyzing the results of ongoing research. This is a complex and time-consuming process, requiring large human costs and unique expensive equipment. The problem of using such unique equipment can make research difficult or even impossible at all. One of the ways to solve this problem can be the creation of remote access labs working in the collective mode. An important feature of remote access to equipment is the possibility of obtaining primary information and the correct organization of its transmission between individual subsystems and consumers. Convenient and mobile tools in such situations are the availability of compact control cards "type Arduino", which allow organizing effective interaction. The questions of remote control of the microscope using the technologies of the Internet of things are considered. The main software and hardware solutions used to implement access to the microscope are described. An electronic circuit for connecting stepper motors, as well as formulas for calculating the movements of the main microscope nodes, is given. In the process of remote access to the complex, the user has the opportunity to work with a microscope similar to a researcher working directly on the equipment itself. The proposed scheme will allow to carry out scientific research in the field of microstructural and microgeometric analysis of various samples and details under remote access conditions, which will significantly increase the efficiency of using expensive scientific equipment.

Keywords: microscope, internet of things, stepper motor, software and hardware complex, amplifying element, Arduino Mega 2560.

Введение

Организация любой исследовательской деятельности связана с получением и анализом результатов проводимых исследований. Это сложный и трудоёмкий процесс, требующий больших человеческих затрат и уникального дорогостоящего оборудования. Проблема использования такого уникального оборудования

может сделать исследование трудновыполнимым или даже невыполнимым вовсе. Одним из путей решения этой проблемы может стать создание лабораторий удаленного доступа, работающих в режиме коллективного пользования. Развитие информационных технологий и средств телекоммуникаций создает основу

Для цитирования

Сазонова А.С., Филиппова Л.Б., Филиппов Р.А. Удаленное управление микроскопом Leica DM IRM на основе технологии интернета вещей // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 75–81. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-75-81

For citation

Sazonova A.S., Filippova L.B., Filippov R.A. Remote control of the microscope Leica DM IRM based on the technology of the Internet of things. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 75–81. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-75-81

для осуществления взаимодействия исследователя и уникального оборудования удаленно. Расширение каналов скоростных телекоммуникаций и разработка технологий обработки данных в реальном времени дают возможность реализации модели распределенного научного коллектива, работа которого строится на технологиях удаленного доступа к научно-техническим ресурсам на основе использования компьютерных средств общения [1].

Новые информационные технологии предоставляют практически неограниченные возможности в организации коллективной научно-образовательной деятельности: построение специализированных (в том числе распределенных) баз данных, автоматизированное управление экспериментом с удаленным доступом к научному оборудованию.

Удаленное управление представляет собой набор аппаратных и программных средств, подключенных к компьютеру для обеспечения дистанционного взаимодействия оператора с научным оборудованием как с обычным измерительным прибором. Специальный графический интерфейс выполняет роль органов управления и реализуется на основе имитационной модели основных узлов реального прибора в виде графических объектов на экране монитора. Такие системы характеризуются распределенной информационной средой, обеспечивающей возможность удаленного доступа к источникам информации в виде распределенных промышленных установок, лабораторных комплексов, научно-исследовательских центров и др. Важной особенностью удаленного доступа к оборудованию является возможность получения первичной информации и правильная организация ее передачи между отдельными подсистемами и потребителями. Удобным и мобильным инструментом в таких ситуациях является наличие компактных плат управления «типа Arduino», позволяющих организовывать эффективное взаимодействие [5–10].

Основная часть

В Брянском государственном техническом университете создана лаборатория сканирующей микроскопии с доступом к экспериментальной установке через интернет (рисунок 1) на основе технологии интернета вещей. Комплекс ориентирован на решение широкого спектра задач сбора, обработки, передачи и представления информации в условиях удаленного доступа к ее источникам. Особенность оптической микроскопии состоит в том, что полученные фотографии содержат сфокусированные и расфокусированные участки. Объясняется это тем,

что при увеличении четким формируется только тот участок поверхности, который попадает в фокус объектива микроскопа [2].



Рисунок 1. Лабораторный комплекс сканирующей микроскопии: 1 – инвертированный металлографический микроскоп LEICADMIRM; 2 – сервер; 3 – цифровая камера; 4 – WEB-камера

Figure 1. Laboratory complex of scanning microscopy: 1 – inverted metallographic microscope LEICA DMIRM; 2 – server; 3 – digital camera; 4 – WEB camera

Организационная структура программно-аппаратного комплекса удаленного доступа микроскоп LEICADMIRM показана на рисунке 2. Структура комплекса включает два основных блока: WEB-сервер и лабораторный комплекс.

Лабораторный комплекс состоит из следующих узлов:

1. Микроскоп – инвертированный металлографический микроскоп LEICA DMIRM (рис. 1) с галогеновым осветителем падающего света 100Вт, револьверной головкой на 5 объективов M32, отдельным видеовыходом 100/100%, который обеспечивает возможность применения любых методов оптической микроскопии.

2. Приводы – состоят из контроллера, представляющего собой электронную плату, специальных драйверов, а также непосредственно самих шаговых двигателей, осуществляющих механическое перемещение необходимых узлов микроскопа.

3. USB_порт 1 – последовательный порт, используемый для передачи управляющих сигналов от ArduinoMega 2560 к контроллеру приводов и получения информации от датчиков аппаратного комплекса микроскопа.

4. USB_порт 2 – последовательный порт, используемый для передачи информации непосредственно от микроскопа (фото/видеоизображение).

5. ArduinoMega 2560 – микрокомпьютер, к которому подключаются микроскоп и элементы управления им.

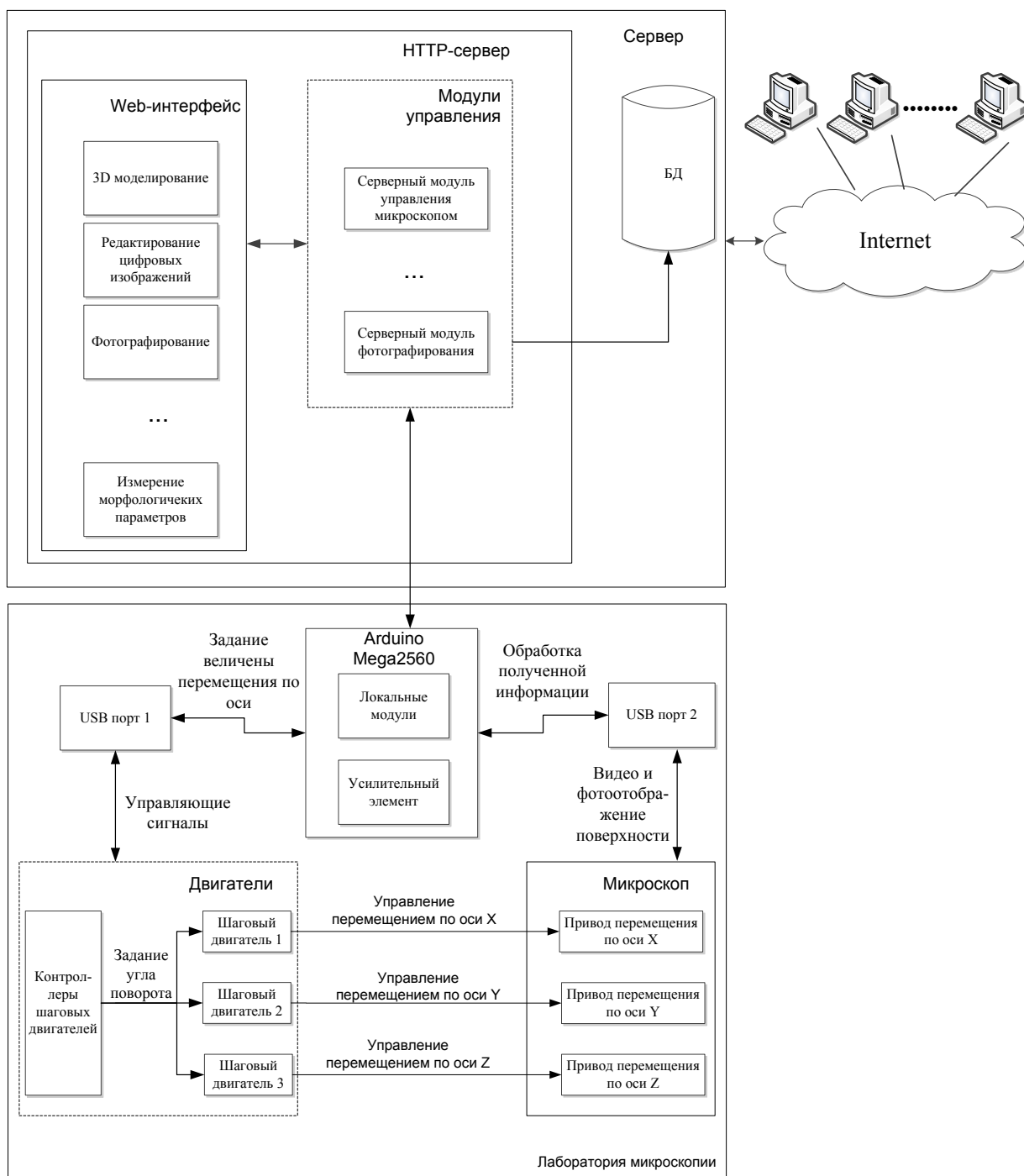


Рисунок 2. Схема виртуальной лаборатории

Figure2. Virtual laboratory scheme

На Arduino устанавливаются локальные модули управления, с помощью которых организуется связь серверных модулей управления и оборудования лаборатории.

В состав WEB-сервера входят следующие компоненты: HTTP-сервер; сервер ПАК; база данных (БД).

HTTP-сервер состоит из двух компонентов: HTML страница, созданная по HTTP и AJAX технологиям; модули CommonGatewayInterface (CGI).

HTML-страница позволяет визуальное

отобразить результаты работы с лабораторным комплексом в виде видеопотока, а также дает возможность удаленному пользователю управлять основными узлами лабораторного комплекса. Построенные по HTTP и AJAX – технологиям страницы позволяют работать с полученным изображением, а также применять различные методы исследования и улучшения изображений [2].

Модули управления, расположенные на сервере, отвечают за взаимосвязь лаборатории

и Web-интерфейса, взаимодействие лаборатории и БД. К ним относятся модули: серверный модуль управления микроскопом, серверный модуль фотографирования и т. д.

Сервер лаборатории позволяет осуществлять следующие функции:

- взаимодействие с базой данных;
- выполнение задач, требующих больших затрат времени (трехмерная реконструкция, увеличение глубины резкости, формирование больших полей наблюдения).

База данных хранит следующую информацию:

- список пользователей;
- индивидуальные настройки пользователя (параметры калибровки микроскопа, оптическое увеличение);

- результаты работы пользователей (наименования образцов, 2D-изображения, 3D-модели исследуемых поверхностей).

В состав аппаратной составляющей входят компоненты, представленные на рисунке 3.

Шаговые двигатели PL42H48-1.5-4, используемые в комплексе, предназначены для управления узлами микроскопа, реализующими:

- Приближение или удаление револьверной головки на 5 объективов относительно поверхности образца.
- Позиционирование по координатам X, Y горизонтального подвижного стола микроскопа, на котором установлен исследуемый образец.
- Поворот 5-позиционной револьверной головки для смены объективов и соответственно оптического увеличения.

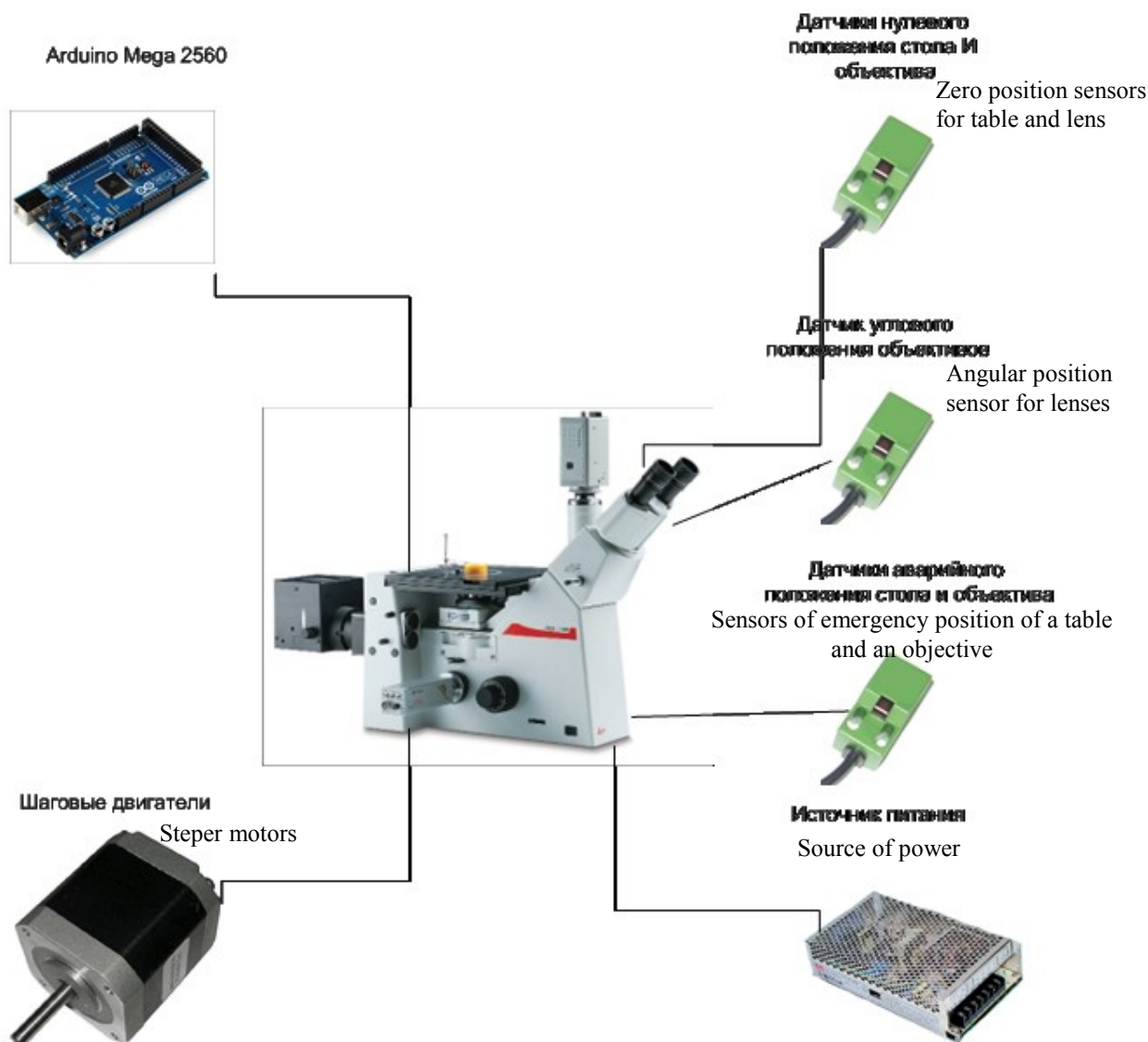


Рисунок 3. Схема аппаратной реализации процесса управления микроскопом

Figure 3. Schematic of the hardware implementation of the microscope control process

Датчики нулевого положения PLL01 служат для определения начала отсчета перемещений в рабочую зону стола по координатам X, Y. Эти датчики также ограничивают предельные перемещения стола микроскопа для предупреждения механических повреждений стола.

Защита объективов требует другой реализации, так как высота каждого объектива разная. Для этого в крайнем нижнем положении установлен датчик начального положения, а верхнее положение ограничивается программным путём.

Датчик углового положения определяет позицию смены оптического объектива.

Аппаратную часть управления шаговыми двигателями можно разделить на ряд составляющих:

- программно-аппаратная платформа. Представлена платой ArduinoMega 2560.

- усилительные элементы. В качестве усилительных элементов используется каскад транзисторов Дарлингтона (рисунок 4) в микросхеме ULN2003A с управляющим напряжением 5В и выходным током до 500мА.

- шаговые двигатели PL42H48-1.5-4
- кнопки-датчики. Ограничительные элементы, расположенные в начале введенной системы координат.

Принципиальная схема представлена на рисунке 5.

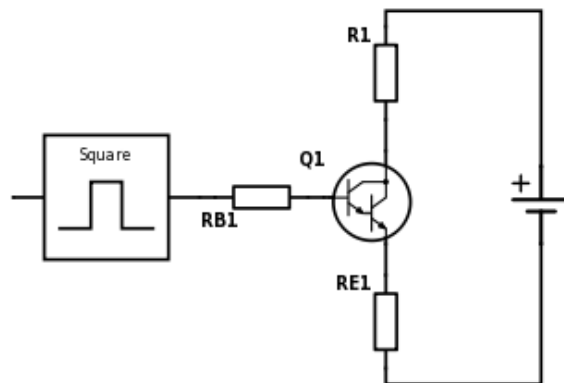


Рисунок 4. Усилительный элемент на основе каскада транзисторов величина

Figure4. Amplifier element based on a cascade of transistors

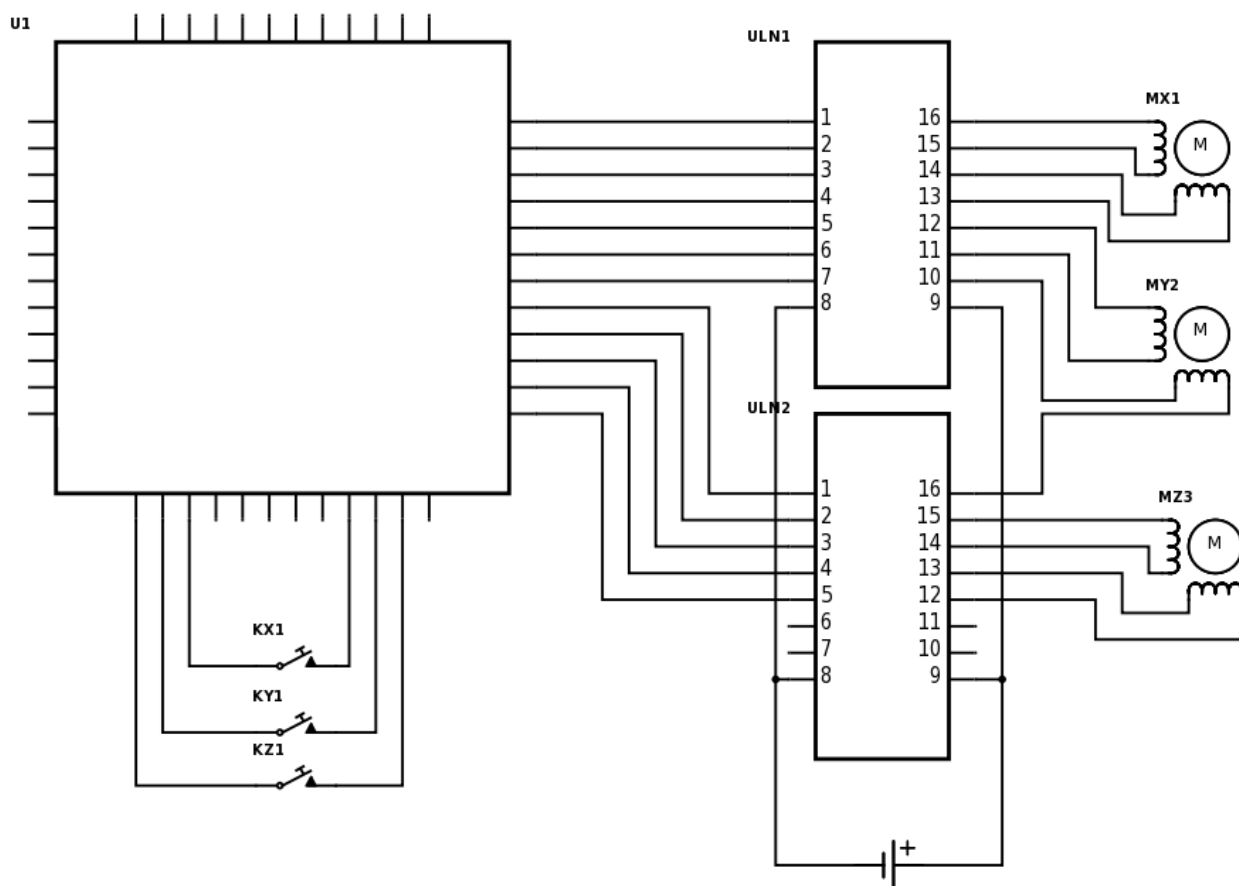


Рисунок 5. Принципиальная схема подключения шаговых двигателей

Figure5. Schematic diagram of connecting stepper motors

Согласно схеме:

- ULN1, ULN2 – микросхемы ULN2003A;
- MX1, MY1, MZ1 – шаговые двигатели, обеспечивающие позиционирование по осям X, Y и Z соответственно;

- KX1, KY1, KZ1 – кнопки-датчики;
- U1 – программно-аппаратная платформа.

Для позиционирования предметного столика была введена ортогональная система координат XYZ, проекции которой представлены на рисунках 6 и 7. Точка O_{XYZ} – начало координат. Точка C_{XY} – центр предметного столика.



Рисунок 6. Проекция системы координат по оси YZ
Figure 6. The projection of the coordinate system along the YZ axis

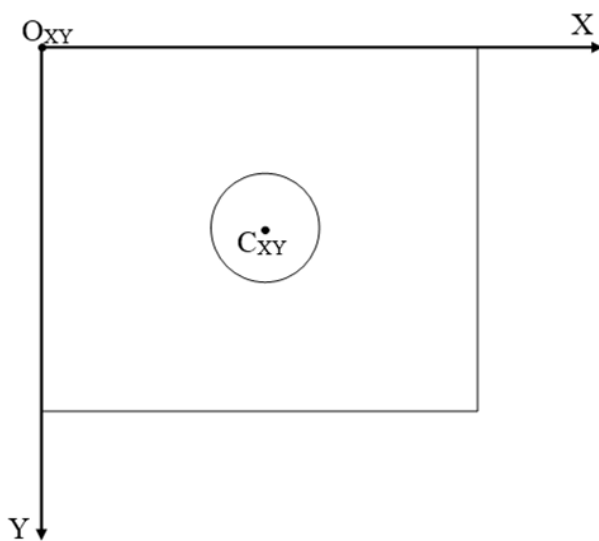


Рисунок 7. Проекция системы координат по оси XY
Figure 7. Projection of the coordinate system along the XY axis

Во избежание нештатных ситуаций или выхода из строя микроскопа, был введен ряд ограничителей передвижения предметного столика. Один из них – система концевых датчиков, описанные выше (аппаратные ограничители), сигнализирующих о нахождении столика в началах осей координат. Ввиду невозможности установить подобные датчики для ограничения движения столика за пределы координатной сетки (в большую сторону), в программной части комплекса были введены переменные,

отвечающие за хранение абсолютной координаты нахождения центра столика в пространстве. При достижении ими определенных значений (программных ограничителей), происходит выход из цикла движения вдоль оси.

Для управления процессом исследования на рассматриваемом комплексе были разработаны зависимости для определения управляющих параметров перемещения по основным осям.

Минимальное перемещение по осям X, Y, Z можно определить по формуле

$$S_{\min} = \frac{1}{P_{\text{об}}} K_{\text{оп}} U_{\text{ред}} U_{\text{в.п.}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{об}}$ – число шагов двигателя на один оборот; $K_{\text{оп}}$ – коэффициент дробления шага (1/2...); $U_{\text{ред}}$ – передаточное отношение редуктора; $U_{\text{в.п.}}$ – передаточное отношение механизма преобразования вращательного движения в поступательное.

Масштаб перемещения (количество микрошагов, совершаемых двигателем при перемещении столика на 1 мм) можно определить по формуле

$$S_c = \frac{1}{U_{\text{в.п.}} U_{\text{ред}}} P_{\text{об}} K_{\text{оп}}. \quad (2)$$

Цена одного импульса (град/шаг) по углу поворота блока объективов определяется по формуле [4]

$$\phi_{\text{имп}} = \frac{360^0}{P_{\text{об}} U_{\text{в.п.}}} K_{\text{оп}} U_{\text{ред}}. \quad (3)$$

Число импульсов (шагов), необходимых для углового перемещения объектива в рабочую позицию, при пяти объективах в головке определяется по формуле

$$n_{\text{об}} = \frac{360^0}{5\phi_{\text{имп}}}. \quad (4)$$

Заключение

В процессе удаленного доступа к комплексу пользователь имеет возможность работать с микроскопом аналогично исследователю, работающему непосредственно на самом оборудовании. Предложенная схема позволит проводить научные исследования в области микроструктурного и микрогеометрического анализа различных образцов и деталей в условиях дистанционного доступа, что значительно повысит эффективность использования дорогостоящего научного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Аверченков В.И., Чмыхов Д.В. Методы компьютерной реконструкции рельефа поверхности интерпретацией сфокусированности изображений // Вестник БГТУ. 2008. № 2. С. 111–117.

2 Павлов А. CGI программирование: учебный курс СПб.: Питер, 2001. 416 с.

3 Аверченков В.И., Чмыхов Д.В. Анализ точности высотных измерений методом фокусировки объекта на базе оптического микроскопа LEICA DM IRM // Вестник БГТУ. 2008. № 1. С. 34–38.

4 Patton M. et al. Uninvited connections: a study of vulnerable devices on the internet of things (IoT) // Intelligence and Security Informatics Conference (JISIC). 2014. P. 232–235.

5 Yang S. H. Internet of things // Wireless Sensor Networks. Springer London. 2014. P. 247–261.

6 Wortmann F., Flüchter K. Internet of things // Business & Information Systems Engineering. 2015. V. 57. №. 3. P. 221–224.

7 Филиппова Л.Б., Филиппов Р.А., Сазонова А.С. Использование интернет вещей в образовании // Инновации в промышленности управления и образовании: Международная научно-практическая конференция. Брянск: БГТУ, 2017. С. 183.

8 Тищенко А.А., Казаков Ю.М., Гореленков А.И. Эргономичность корпоративных информационных систем // Информационные технологии в эргономике и дизайне: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Брянск: БГТУ, 2016. С. 57–60.

9 Bhattacharyya K., Sharma D. K. A comparative study of different gain cells based microwave CMOS distributed oscillators // Microwave and Optical Technology Letters. 2016. V. 58. №. 11. P. 2581–2587.

10 Аверченков А.В., Козак Л.Я. Применение компьютерного моделирования в управлении технологическим процессом // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2015. № 3 (35). С. 144–151.

REFERENCES

1 Averchenkov V.I., Chmykhov D.V. Computer reconstruction of the topography of the interpretation of focus images. *Vestnik BGTU* [Proceedings of BSTU]. 2008. no. 2. pp. 111–117. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анна С. Сазонова к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, asazonova@list.ru

Людмила Б. Филиппова к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, libv88@mail.ru

Родион А. Филиппов к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, redfil@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 07.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.07.2017

2 Pavlov A. CGI programmirovani: uchebnyi-kurs [CGI programming: course]. Saint-Petersburg, Piter 2001. 416 p. (in Russian).

3 Averchenkov V.I., Chmykhov D.V. Analysis of the accuracy of the altitude measurement method of focusing of the object based on the optical microscope LEICA DM IRM. *Vestnik BGTU* [Proceedings of BSTU]. 2008. no. 1. pp. 34–38. (in Russian).

4 Patton M. et al. Uninvited connections: a study of vulnerable devices on the internet of things (IoT). Intelligence and Security Informatics Conference (JISIC), IEEE, 2014. pp. 232–235.

5 Yang S. H. Internet of things. Wireless Sensor Networks. Springer London, 2014. pp. 247–261.

6 Wortmann F., Flüchter K. Internet of things. Business & Information Systems Engineering. 2015. vol. 57. no. 3. pp. 221–224.

7 Filippova L.B., Filippov R.A., Sazonova A.S. The use of the Internet of things in education. Innovatsii v promyshlennosti upravlenii i obrazovanii: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, [Innovations in industry, administration and education: international scientific-practical conference] Bryansk, Bryansk state technological university, 2017. pp. 183. (in Russian).

8 Tishchenko A.A., Kazakov Yu.M., Gorelenkov A.I. Ergonomics corporate information system. Informatsionnye tekhnologii v ergonomike i dizaine: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. [Information technology in ergonomics and design: materials of all-Russian scientific-practical conference with international participation] Bryansk, Bryansk state technological university, 2016. pp. 57–60. (in Russian).

9 Bhattacharyya K., Sharma D. K. A comparative study of different gain cells based microwave CMOS distributed oscillators. Microwave and Optical Technology Letters. 2016. vol. 58. no. 11. pp. 2581–2587.

10 Averchenkov A.V., Kozak L.Ya. The use of computer simulation in process control. *Izvestiyavysshikhuchebnykhzavedenii. Povolzhskii region. Tekhnicheskienauki* [News of higher educational institutions. Povolzhskiy region. Engineering science]. 2015. no. 3 (35). pp. 144–151. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anna S. Sazonova candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, asazonova@list.ru

Lyudmila B. Filippova candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, libv88@mail.ru

Rodion A. Filippov candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, redfil@mail.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 4.7.2017

ACCEPTED 7.28.2017

Определение качественных показателей и критерия оптимальности системы диагностирования неисправностей технических систем

Андрей Ф. Астапенко	¹	hotfix18@yandex.ru
Дмитрий Н. Смирнов	¹	48dimka54@mail.ru
Вадим И. Ткачев	¹	vi-tkachev@mail.ru
Сергей Ю. Панов	¹	su-panov@yandex.ru
Сергей В. Лавров	²	

¹ Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В представленной статье рассматриваются вопросы совершенствования системы технического обслуживания и ремонта, экономических и других мер, направленных на обеспечение и контроль летной годности в условиях эксплуатации авиационной техники. Для обеспечения безопасной эксплуатации действующего оборудования все с большей остротой встает вопрос о его техническом диагностировании с целью определения остаточного ресурса работы. Прежде чем перейти к прогнозированию остаточного ресурса следует произвести анализ основных причин аварий и отказов технических систем авиационной техники, распределения дефектов по элементам конструкции авиационной техники, экспертизу параметров дефектов с целью оценки потенциальной опасности и установления приоритетности ремонта выявляемых при диагностировании дефектов, на что в свою очередь влияет выбор системы диагностирования. При наличии неопределенности принятия решения применяют специальные методы, учитывающие вероятностную природу событий. Они позволяют назначать границу поля допуска параметра или необходимое число опытов для принятия решения о диагностировании. предложено решение задачи повышения достоверности оценки состояния оборудования на основе критерия оптимальности с использованием метода Байеса. С этой целью определены качественные показатели диагностирования при условии наличия неисправности, являющиеся соответствующими условными вероятностями правильного диагностирования, и аналогично условными вероятностями пропуска неисправности и вероятности ложной тревоги. Каждому ошибочному решению поставим в соответствие некоторую цену – стоимость ошибки. Для безошибочных решений эту стоимость условимся считать равной нулю. Тогда систему диагностирования можно характеризовать средней стоимостью (математическое ожидание стоимости) ошибочных решений. Если сравниваются две системы диагностирования, где первая из них является оптимальной, то в силу предложенного решения оптимальная система диагностирования дает наименьшую вероятность пропуска неисправности среди всех систем диагностирования, у которых условная вероятность ложной тревоги не больше, чем у оптимальной.

Ключевые слова: диагностика, неисправность, критерий оптимальности, средний риск, вероятность

Defining quality indicators and criteria for optimal fault diagnosis system of technical system

Andrei F. Astapenko	¹	hotfix18@yandex.ru
Dmitrii N. Smirnov	¹	48dimka54@mail.ru
Vadim I. Tkachev	¹	vi-tkachev@mail.ru
Sergei Yu. Panov	¹	su-panov@yandex.ru
Sergey V. Lavrov	²	

¹ Military educational and scientific center of the Air Force "The Air Force Academy. Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Starikh Bolshevikov str., 54a, Voronezh, 394064, Russia

² Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The questions of perfection of the system of technical service and repair, economic and other measures, sent to providing and control of flightworthiness in the conditions of exploitation of aerotechnics are examined in the presented article. To ensure the safe operation of existing equipment, the issue of its technical diagnosis with the purpose of determining the remaining service life is becoming more acute. Before proceeding to the forecasting of the residual resource, an analysis should be made of the main causes of accidents and failures in the technical systems of aviation equipment, the distribution of defects in the elements of the design of aviation equipment, the examination of the parameters of defects in order to assess the potential hazards and prioritize repairs detected in the diagnosis of defects, which in turn The choice of the diagnostic system influences. At presence of vagueness of decision-making apply the special methods, taking into account probabilistic nature of events. They allow to appoint the border of the field of admittance of parameter or necessary number of experiments for a decision-making about diagnosticating, solution of task of increase of authenticity of estimation of the state of equipment is offered on the basis of criterion of optimality with the use of Bayes' method. To that end the high-quality indexes of diagnosticating are certain on condition of presence disrepairs, being corresponding conditional probabilities of the correct diagnosticating, and like by conditional probabilities of admission of disrepair and probability of false alarm. Will put every erroneous decision in accordance some price – cost of error. For faultless decisions this cost will arrange to consider equal to the zero. Then the system of diagnosticating can be characterized by expected value of cost of erroneous decisions. If two systems of diagnosticating are compared, where first from them is optimal, then by virtue of the offered solution the optimal system of diagnosticating gives the least probability of admission of disrepair among all systems of diagnosticating, which conditional probability of false alarm is no more, than at optimal at.

Keywords: diagnostics, fault, optimality criterion, the average risk probability

Для цитирования

Астапенко А.Ф., Смирнов Д.Н., Ткачев В.И., Панов С.Ю., Лавров С.В. Определение качественных показателей и критерия оптимальности системы диагностирования неисправностей технических систем // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 82–85. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-82-85

For citation

Astapenko A.F., Smimov D.N., Tkachev V.I., Panov S.Yu., Lavrov S.V. Defining quality indicators and criteria for optimal fault diagnosis system of technical system. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 82–85. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-82-85

Для обеспечения безопасной эксплуатации действующего оборудования все с большей остротой встает вопрос о его техническом диагностировании с целью определения остаточного ресурса работы [1, 2].

Одним из важных этапов эксплуатации является своевременное и качественное обслуживание и восстановление авиационной техники (АТ) [3,4]. Для того чтобы своевременно и качественно обслужить и восстановить АТ необходимо определить техническое состояние. Эксплуатационная диагностика (ЭД) занимается решением широкого круга задач, связанных с определением технического состояния (ТС) АТ. Сегодня проблема повышения эффективности ЭД входит в число наиболее актуальных проблем технической эксплуатации (ТЭ) так как на долю работ, связанных с проверкой работоспособности и поиском неисправностей (дефектов), приходится более половины трудоемкости технического обслуживания и ремонта и около 90% времени простоя АТ при устранении неисправностей [5].

Эффективность использования программ профилактического и диагностического обслуживания, определяется следующими аспектами [5]:

- исключением неожиданной потери работоспособности, вызванной отказом оборудования или систем;
- повышенной производительностью;
- снижением затрат на техническое обслуживание.
- продлением срока эксплуатации.

Методология прогнозирования остаточного ресурса интенсивно изучалась и разрабатывалась в свое время академиком В.В. Болотным на основе теории вероятностей и математической статистики [6]. С этой целью им использовались различные модели (кумулятивные, полудетермистические, марковские, Пуассоновские и другие).

Прежде чем перейти к прогнозированию остаточного ресурса следует произвести анализ основных причин аварий и отказов технических систем АТ, распределения дефектов по элементам конструкции АТ, экспертизу параметров дефектов с целью оценки потенциальной опасности и установления приоритетности ремонта выявляемых при диагностировании дефектов, на что в свою очередь влияет выбор системы диагностирования.

При наличии неопределенности принятия решения применяют специальные методы, учитывающие вероятностную природу событий. Они позволяют назначать границу поля допуска параметра или необходимое число опытов для принятия решения о диагностировании.

Так, большинство методов предполагают априорно известные вероятности диагностирования для однотипных объектов, находящихся

в одинаковых условиях. Часто выбор того или иного решающего правила проводится на основе оптимизации по некоторым критериям. Статистические методы позволяют одновременно учитывать диагностические сигналы различной физической природы, так как они работают лишь с их вероятностными характеристиками [7].

Одним из современных статистических методов является байесовский метод, который широко используется в различных экспертных системах [7–10]. Традиционное использование диагностических симптомов для вероятностной диагностики (метод Байеса), пригодно для статистики, определяющей на множестве неисправного оборудования точность диагностирования, но никак не для определения конкретной неисправности у конкретного изделия. Существенным ограничением применимости этого метода в диагностике является тот факт, что расчётные соотношения, используемые в нём, справедливы лишь при независимости каждого из диагностических симптомов из наблюдаемой совокупности [9].

Это обстоятельство делает Байесовский метод неприменимым для решения задач выделения наиболее вероятного дефекта из совокупности других, имеющих смежные совокупности диагностических симптомов. Кроме того, неудовлетворительно проработаны системные обоснования определения априорной вероятности.

Цель работы – предложить альтернативный подход к решению задач технической диагностики поиска неисправностей.

Качественными показателями диагностирования при условии наличия неисправности являются соответствующие условные вероятности правильного диагностирования

$$D = P(A_1^* | A_1) = P(A_1^* A_1) / P(A_1) \quad (1)$$

и пропуска неисправности

$$\hat{D} = P(A_0^* | A_1) = P(A_0^* A_1) / P(A_1) \quad (2)$$

Поскольку соответствующие одному и тому же условию A_1 решения A_1^* и A_0^* являются взаимоисключающими, то $D + \hat{D} = 1$

Качественным показателем обнаружения при отсутствии неисправности являются условная вероятность ложной тревоги

$$F = P(A_1^* | A_0) = P(A_1^* A_0) / P(A_0) \quad (3)$$

и вероятность правильно необнаруженной неисправности

$$\hat{F} = P(A_0^* | A_0) = P(A_0^* A_0) / P(A_0) \quad (4)$$

причем $F + \hat{F} = 1$

В результате диагностирования должно быть выдано решение о наличии или отсутствии неисправности. Решение может быть принято при двух взаимно исключающих условиях [8, 10]:

условие A_1 – «неисправность есть»;
 условие A_0 – «неисправности нет», которое
 при выработке решения неизвестно.

За счет помех и флуктуаций диагностирующего сигнала каждому условию могут соответствовать два вида решения:

решение A^*_1 – «неисправность есть»;

решение A^*_0 – «неисправности нет».

Третьего решения после завершения процесса диагностирования не должно быть.

При диагностировании возможны четыре ситуации:

ситуация $A^*_1A_1$ – «неисправность обнаружена»;

ситуация $A^*_0A_1$ – «пропуск неисправности»;

ситуация $A^*_1A_0$ – «ложная тревога»;

ситуация $A^*_0A_0$ – «правильное необнаружение неисправности».

Перечисленным ситуациям соответствуют четыре вероятности совмещения событий, сумма которых равна единице

$$P(A^*_1A_1) + P(A^*_0A_1) + P(A^*_1A_0) + P(A^*_0A_0) = 1 \quad (5)$$

Каждому ошибочному решению поставим в соответствие некоторую цену – стоимость ошибки $r_{ikl} = 0, 1$; $k = 0, 1$. Для безошибочных решений эту стоимость условимся считать равной нулю $r_{11} = r_{00} = 0$. Тогда систему диагностирования можно характеризовать средней стоимостью (математическое ожидание стоимости) ошибочных решений

$$M(r) = \bar{r} = r_{01}P(A^*_0A_1) + r_{10}P(A^*_1A_0) \quad (6)$$

Лучшей из сравниваемых систем диагностирования можно тогда считать систему, удовлетворяющую критерию минимума этой стоимости, иначе критерию риска.

Ввиду того, что задание вероятностей наличия и отсутствия неисправности $P(A_1)$ и $P(A_0)$, называемых априорными (доопытными), вызывает практические трудности, затруднителен и расчет вероятностей совмещения $P(A^*_0A_1)$ и $P(A^*_1A_0)$. Поэтому при проектировании и испытаниях аппаратуры диагностирования переходят к условиям вероятностей, являющихся

ЛИТЕРАТУРА

1 Махитько В.П., Степанов С.М., Степанов Д.С. Методы обеспечения надежности при техническом обслуживании и ремонте воздушных судов // Научный вестник МГТУ ГА. 2007. № 122. С. 45–49

2 Далецкий С.В., Чинючин Ю.М., Ойдов Н. Новые принципы формирования режимов периодического технического обслуживания воздушных судов по критериям безопасности полетов // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 219 (9). С. 20–26

3 Kiyak E. The Effects of Aircraft Preventive Maintenance on Reliability // International journal of applied mathematics and informatics. 2012. Issue 1, V. 6. pp. 9–16.

качественными показателями диагностирования при условии наличия или отсутствия неисправности.

Используя приведенные соотношения (1)–(4), выражение (6) для средней стоимости ошибки можно представить в виде

$$\bar{r} = r_{01}\hat{D}P(A_1) + r_{10}FP(A_0) \quad (7)$$

или, после замены $\hat{D} = 1 - D$ и простых преобразований

$$\bar{r} = r_{01}P(A_1)[1 - (D - l_0F)] \quad (8)$$

$$\text{где } l_0 = \frac{r_{10}P(A_0)}{r_{01}P(A_1)}$$

При этом критерий оптимальности диагностирования по минимуму среднего риска сводится к так называемому весовому критерию

$$D - l_0F = \max \quad (9)$$

Последний показывает, что совокупность требований повышения условной вероятности правильного обнаружения неисправности D и понижения условной вероятности ложной тревоги F стремится к увеличению взвешенной разности $D - l_0F$. Множитель l_0 , называемый весовым множителем, зависит от соотношения стоимостей ошибок каждого вида и вероятностей наличия или отсутствия неисправности в диагностируемом объекте.

Если при одинаковом весовом множителе l_0 сравниваются две системы диагностирования, где первая из них является оптимальной, то в силу (9) можно положить, что $D_{\text{опт}} - l_0F_{\text{опт}} > D - l_0F$ или $D_{\text{опт}} > D + l_0(F_{\text{опт}} - F)$. Тогда при $F \geq F_{\text{опт}}$ имеем $D_{\text{опт}} \geq D$ или $\hat{D}_{\text{опт}} \leq D$. Это означает, что оптимальная система диагностирования дает наименьшую вероятность пропуска неисправности среди всех систем диагностирования, у которых условная вероятность ложной тревоги не больше, чем у оптимальной [10].

Данное условие можно принять в качестве самостоятельного критерия оптимальности (аналогично критерию Неймана–Пирсона), который, по существу является следствием более общих критериев минимума среднего риска.

4 Киселев Д.Ю., Киселев Ю.В. Комплексный подход к моделированию процессов технического обслуживания авиационной техники // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 219 (9). С. 33–40

5 Богомолова И.П., Самохвалов А.А., Рязанов А.Н., Шаров А.В. Управление ресурсосбережением на основе внедрения системы технической диагностики // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. №4. С. 304–306.

6 Болотин В.В. Прогнозирование и нормирование ресурса машин // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2009. № 7. С. 3–10.

7 Бигус Г.А., Даниев Ю.Ф., Быстрова Н.А., Галкин Д.И. Основы диагностики технических устройств и сооружений. М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2015. 445 с.

8 Димитров В.П., Харахашян С.М. Метод определения последовательности элементарных проверок при диагностировании // Вестник аграрной науки Дона. 2011. № 1. С. 54–58

9 Малкин В.С. Техническая диагностика. М.: Лань. 2013. 272 с.

10 Спирина М.С., Спирин П.А. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Академия, 2011. 352 с.

REFERENCES

1 Mahitko V.P., Stepanov S.M., Stepanov D.S. Methods of providing reliability while aircraft maintenance and repair. *Nauchnyi vestnik MGTU GA* [Civil Aviation High Technologies] 2007. no. 122. pp. 45–49 (in Russian)

2 Daletskiy S.V., Chinyuchin Yu.M., Oidov N. New principles of periodic aircraft maintenance conditions definition in accordance with aviation safety criteria *Nauchnyi vestnik MGTU GA* [Civil Aviation High Technologies]. 2015. no. 219 (9). pp. 20–26 (in Russian)

3 Kiyak E. The Effects of Aircraft Preventive Maintenance on Reliability. *International journal of applied mathematics and informatics*. 2012. issue 1, vol. 6. pp. 9–16.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей Ф. Астапенко магистр, мл. научный сотрудник, НИИИ (РЭБ), Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, hotfix18@yandex.ru

Дмитрий Н. Смирнов адъюнкт, кафедра метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники, Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, 48dimka54@mail.ru

Вадим И. Ткачев к.т.н., доцент, заместитель начальника кафедры, кафедра метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники, Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, vi-tkachev@mail.ru

Сергей Ю. Панов д.т.н., профессор, кафедра математики, Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, su-panov@yandex.ru

Сергей В. Лавров 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 11.05.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.08.2017

4 Kiselev D.Yu., Kiselev Yu.V. An integrated approach for modelling of aircraft maintenance processes *Nauchnyi vestnik MGTU GA* [Civil Aviation High Technologies]. 2015. no. 219 (9). pp. 33–40 (in Russian)

5 Bogomolova I.P., Ryazanov A.N., Samokhvalov A.A., Sharov A.V. Manage resource conservation through the introduction a system of technical diagnostics. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 4. pp. 304–306. (in Russian)

6 Bolotin V.V. Prediction and regulation of a resource of cars. *Sborka v mashinostroenii* [Assembly in mechanical engineering, instrument making] 2009. no. 7. pp. 3–10. (in Russian)

7 Bigus G.A., Daniev Y.F., Bystrova N.A., Galkin D.I. Osnovy diagnostiki tekhnicheskikh ustroystv [Bases of diagnostics of technical devices and constructions] Moscow, MGTU, 2015. 445 p. (in Russian)

8 Dimitrov V.P., Karahasan S.M. Method of determining the sequence of elementary tests in the diagnosis. *Vestnik agrarnoi nauki Dona* [Bulletin of agricultural science of the Don] 2011. no. 1. pp. 54–58 (in Russian)

9 Malkin V.S. Tekhnicheskaya diagnostika [Technical diagnostics] Moscow, Lan. 2013. 272 p. (in Russian)

10 Spirina M.S., Spirin P.A. Teoriya veroyatnostei i statistika [Theory of Probability and Mathematical Statistics] Moscow, Academiya, 2011. 352 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrei F. Astapenko master of technical sciences, Junior researcher, Research department, Military educational and scientific center of the Air Force “The Air Force Academy. Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin”, Starikh Bolshevikov str., Buiding 54a, Voronezh, 394064, Russia, hotfix18@yandex.ru

Dmitrii N. Smirnov adjunct, Department of Metrology and Metrological Support of Arms and Military Equipment, The military educational and scientific center of the Air Force “The Air Force Academy. Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin”, Starikh Bolshevikov str., 54a, Voronezh, 394064, Russia, 48dimka54@mail.ru

Vadim I. Tkachev candidate of technical sciences, assistant professor, Metrology and Metrological Support of Arms and Military Equipment department, Military educational and scientific center of the Air Force “The Air Force Academy. Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin”, Starikh Bolshevikov str., 54a, Voronezh, 394064, Russia, vi-tkachev@mail.ru

Sergei Yu. Panov doctor of technical sciences, professor, mathematic department, Military educational and scientific center of the Air Force “The Air Force Academy. Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin”, Starikh Bolshevikov str., 54a, Voronezh, 394064, Russia, su-panov@yandex.ru

Sergey V. Lavrov 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 5.11.2017

ACCEPTED 8.10.2017

Определение перспективности сортов мягкой пшеницы Казахстана методом микроскопирования

Даригааш А. Шаймерденова	¹	Darigash@mail.ru
Нина А. Горбатовская	²	gna.06@mail.ru
Аулбек И. Изтаев	³	auelbekking@mail.ru

¹ Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции, ул. Акжол, 26, г. Астана, 010000, Казахстан

² Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, 080012, Казахстан

³ Алматинский технологический университет, г. Алматы, 050012, Казахстан

Реферат. Формирование технологического потенциала (ТП) зерна мягкой пшеницы зависит от большого количества факторов, из которых важнейшее значение имеют сортовые особенности, что подтверждается большим выходом муки высших сортов, высоким коэффициентом корреляции между накоплением белка и сортовыми особенностями на уровне 0,83. В целостной системе повышения технологического потенциала зерна мягкой пшеницы, предложенной автором¹, наибольшую долю влияния среди восьми изученных факторов имел сорт пшеницы. Ввиду столь значительного влияния сорта на формирование ТП первым шагом в определении мер по повышению ТП необходимо выявить перспективные сорта мягкой пшеницы казахстанской селекции, для чего было проведено изучение микроструктуры зерна пшеницы новейшими методами, с применением современного микроскопирования. Структурные элементы клеточных тканей анатомических частей зерна пшеницы, различная мозаика микроструктуры клеток, их связь представляют картину, предопределяющую качество и, в целом, перспективность сорта зерна в его целевом использовании. Ввиду этого, была определена микроструктура 7 наиболее распространенных сортов яровой и озимой мягкой пшеницы Казахстана с применением аналитического сканирующего электронного микроскопа JSM-7500 F. Исследования микроструктуры зерна впервые проводились во взаимосвязи с комплексом показателей технологического достоинства (ТД), отобранных из 16 показателей качества зерна пшеницы по принципу наименьшей степени мультиколлинеарности, т.е., взаимного влияния, и объединенных в один показатель ТП. Полученные результаты исследований позволили оценить в количественной форме особенности микроструктуры анатомических частей пшеницы и увязать их с показателями ТД зерна. Так, установлено, что содержание белка в зерне возрастает при увеличении размера крахмальных гранул, при повышенном же содержании наиболее мелких гранул содержание белка снижается. Таким образом, определенные взаимосвязи показателя ТП и микроструктуры зерна мягкой пшеницы изученных сортов позволили выявить наиболее перспективные сорта казахстанской пшеницы.

Ключевые слова: мягкая пшеница, микроструктура, технологический потенциал, показатели, технологическое достоинство

Determination of perspective of soft wheat samples of Kazakhstan by method of microscoping

Darigash A. Shaimerdenova	¹	Darigash@mail.ru
Nina A. Gorbatsovskaya	²	gna.06@mail.ru
Auelbek I. Iztaev	³	auelbekking@mail.ru

¹ Kazakh Reserch Institute of Processing of Agricultural Products, Akjol str., 26, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan

² Taraz State University. M.H. Dulati, Taraz, 080012, Kazakhstan

³ Almaty Technological University, Almaty, 050012, Kazakhstan

Summary. The formation of the technological potential of soft wheat grain depends on a large number of factors, of which very important of varietal features are of the greatest importance, which is confirmed by the high yield of flour of higher grades, the high correlation coefficient between accumulation of protein and varietal peculiarities at the level of 0.83. In a holistic system of increasing the technological potential of soft wheat grain, proposed by the author¹, the variety of wheat had the largest share of influence among the eight factors studied. In view of such a significant influence of the variety on the formation of TP, the first step in determining measures to increase TP should be to identify promising grades of soft wheat of Kazakhstan breeding, for which the microstructure of wheat grain was studied with the latest methods, using modern microscopy. Structural elements of cellular tissues of anatomical parts of wheat grain, different mosaic of microstructure of cells, their connection represent a picture that predetermines the quality and, in general, the perspective of the grain variety in its intended use. In view of this, the microstructure of the 7 most common varieties of summer and winter soft wheat of Kazakhstan was determined using an analytical scanning electron microscope JSM-7500 F. Investigations of grain microstructure were conducted for the first time in interrelation with the complex of indicators of technological value (TD) selected from 16 wheat quality indicators according to the principle of the least degree of multicollinearity, i.e., mutual influence, and combined into one TP index. The obtained results of the studies made it possible to quantify the features of the microstructure of the anatomical parts of wheat and to link them to the TD values of the grain. Thus, it was found that the protein content in the grain increases with the increase in the size of the starch granules, with the content of the smallest granules increases, the protein content decreases. Thus, certain interrelations between the TP index and the microstructure of soft wheat grains of the studied varieties have revealed the most promising varieties of Kazakh wheat.

Keywords: soft wheat, microstructure, technological potential, indicators, technological advantage

Введение

Имея сбалансированный белково-протеиназный и углеводно-амилазный состав, пшеница представляет собой основное сырье для производства продукта первой необходимости –

хлеба, а также сухой клейковины, крахмала и его производных и т. д. При этом, если ежегодные объемы производства зерна пшеницы составляют 10–14 млн. тонн, то, например, в одной из основных зерносеющих областей Казахстана – Костанайской, за период с 2013 по 2015 годы

Для цитирования

Шаймерденова Д.А., Горбатовская Н.А., Изтаев А.И. Определение перспективности сортов мягкой пшеницы Казахстана методом микроскопирования // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 86–92. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-86-92

For citation

Shaimerdenova D.A., Gorbatsovskaya N.A., Iztaev A.I. Determination of perspective of soft wheat samples of Kazakhstan by method of microscoping. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 86–92. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-86-92

наблюдалось значительное снижение количества зерна пшеницы 3 класса: с 89,9% в 2013 году до 53,9% в 2015 году при увеличении количества зерна 4 – 5 классов: с 9,4% в 2013 году до 36,5% в 2014 и 41,2% в 2015 году. И такая тенденция наблюдалась во всех зерносеющих областях страны (8).

В то же время, для повышения качества производимого зерна селекционерами удалось включить в селекционные достижения около 40 казахстанских сортов мягкой пшеницы (3).

Предлагаемые к производству сорта мягкой пшеницы должны обеспечивать высокий ТП, что предопределяется биологическими особенностями зерна и его микроструктурой.

Проведенные ранее учеными исследования микроструктуры зерна позволили установить, что структурные элементы клеточных тканей анатомических частей зерна пшеницы, различная мозаика микроструктуры клеток, их связь представляют картину, предопределяющую качество и, в целом, перспективность сорта зерна в его целевом использовании (9,11).

Но все они недостаточно полно отражают особенности создаваемых сортов пшеницы во взаимосвязи с технологическим потенциалом.

В связи с этим определение перспективности сортов мягкой пшеницы, производимых в Казахстане, было проведено новейшими методами, с применением современного микроскопирования, и путем дальнейшего выявления взаимосвязи между строением зерна и ТП.

Материалы и методы

Объектом исследований были 7 наиболее распространенных сортов мягкой яровой и озимой пшеницы, производимых в разных регионах Казахстана: Северо-Казахстанской (СКО), Западно-Казахстанской (ЗКО) и Южно-Казахстанской (ЮКО) областях.

Микроструктура зерна мягкой пшеницы определялась в Таразском государственном университете им. М.Х. Дулати в научно-исследовательской лаборатории инженерного профиля «Нанотехнологические методы исследования» на аналитическом сканирующем электронном микроскопе JSM-7500 F (Япония). Получено более 70 снимков, позволяющих изучить строение плодовой оболочки, периферийной и центральной частей эндосперма зерна каждого сорта с увеличением от 500 до 2000 раз и определением размерных характеристик ячеистой поверхности и толщины эпидермиса, алейроновых зерен, стенок клеток эндосперма и других структур зерновки.

Показатели ТД определялись общепринятыми методами, описанными в нормативно-методических документах (ГОСТах (межгосударственных стандартах), СТ РК (стандартах Республики Казахстан).

Результаты и их обсуждение

Показатели качества рассматриваемых сортов яровой и озимой мягкой пшеницы позволили характеризовать их как ценные и сильные сорта (таблица 1).

Таблица 1.

Показатели ТД и ТР зерна яровой и озимой мягкой пшеницы Казахстана

Table 1.

Indicators of TD and TP of grain of spring and winter soft wheat of Kazakhstan

Сорт, регион Variety, region	Число падения, сек. Falling number, sec	Натура, г/л Hectolitre weight	Качество клейковины, ед. ИДК Quality of gluten, IDK units	Массовая доля крахмала, % Quantity of starch, %	Выход муки, % Flour output, %	Массовая доля клейковины, % Quantity of gluten, %	ТП TP	Твердозерность, %/ Стекловидность, % Hardness, %/ Vitreousness, %
Саратовская-29 (СКО) Saratov-29 (SKO)	321	710	65	53	70,2	26,5	1,73	75 / 80
Альбидум-31 (ЗКО) Albidum-31 (WKO)	275	765	60	51	74,5	35,3	2,0	80 / 90
Степная-50 (ЗКО) Steppe-50 (WKO)	267	783	60	51	75,0	34,2	1,94	76 / 91
Актобе-39 (ЗКО) Aktobe-39 (WKO)	248	796	55	52	74,5	40,5	2,01	78 / 92
Безостая 1 (ЮКО) Bezostaya 1 (SKO)	342	705	55	56	70,2	25,2	1,27	79 / 80
Жетысу 1 (ЮКО) Zhetysu 1 (YUKO)	212	700	45	60	70,2	23,8	0,79	81 / 74
Богарная 56 (ЮКО) Bogarnaya 56 (YUKO)	267	725	70	54	72,4	29,5	1,85	78 / 82

Из данных таблицы видно, что все сорта пшеницы имеют показатель ТП, соответствующий показателям качества зерна пшеницы 3-его класса по стандарту РК на пшеницу (5), из показателей ТД высокое содержание клейковины было характерно для пшеницы сортов Альбидум-31,

Степная-50 и Актобе-39 при меньшем содержании крахмала.

Так как при целевом использовании зерна пшеницы для производства муки на сегодняшний день в Казахстане руководствуются «Правилами организации и ведения технологического процесса

на мукомольных заводах» по показателю стекловидности (4), было проведено определение данного показателя в зерне. Все исследованные сорта пшеницы имели высокую стекловидность (от 74% до 92%). Однако, стекловидность является неустойчивым признаком и зависит от особенностей зерна, условий его послеуборочной обработки, снижается при увлажнении и последующем высушивании (10). Особым же показателем структурно-механических свойств зерна, связанным со структурой и прочностью эндосперма, является показатель твердозерности, комплексно отражающий особенности микроструктуры эндосперма (6). По показателю твердозерности все изученные сорта пшеницы можно отнести к твердозерным.

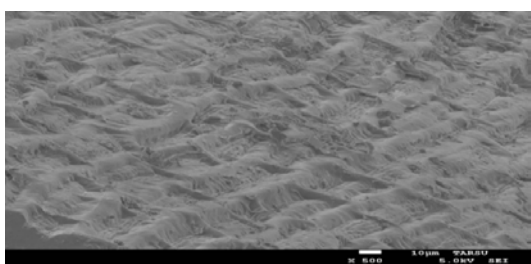


Рисунок 1. Сорт Саратовская 29 – плодовая оболочка
Figure 1. Variety Saratovskaya 29 – pericarp

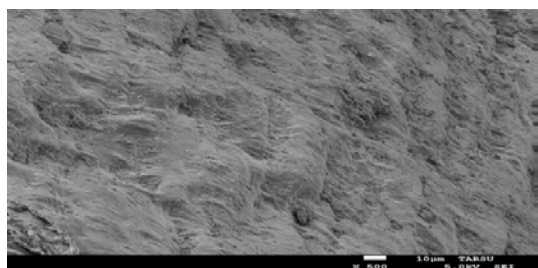


Рисунок 2. Сорт Альбидум – плодовая оболочка
Figure 2. Variety Albidum – pericarp

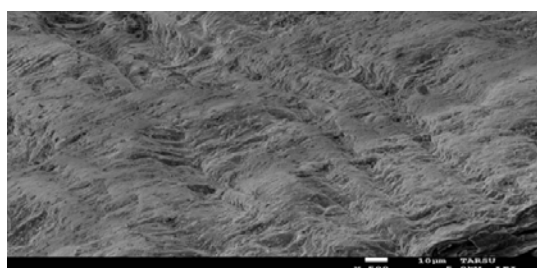


Рисунок 3. Сорт Степная-50 – плодовая оболочка
Figure 3. Variety Steppe – 50 – pericarp

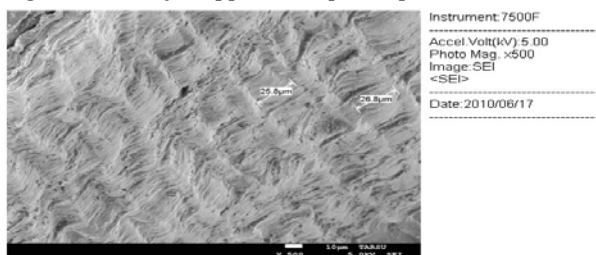


Рисунок 4. Сорт Актобе-39 – плодовая оболочка
Figure 4. Variety Aktobe – 39 – pericarp

Проведенный анализ микроструктуры зерна изученных сортов мягкой пшеницы по его анатомическим частям во взаимосвязи с показателями ТД и ТП позволил установить следующее.

На снимках (рисунки 1–7) представлена плодовая оболочка зерна исследованных сортов мягкой пшеницы с четкой волнистой поверхностью, с наличием углублений и ребристостью для всех изученных сортов. Установленные на электронном микроскопе размеры углублений и ширина между ребрами волн позволили установить, что у сортов пшеницы Саратовская-29, Богарная-56, Жетысу 1, Безостая 1 они выше, чем у сортов Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31.

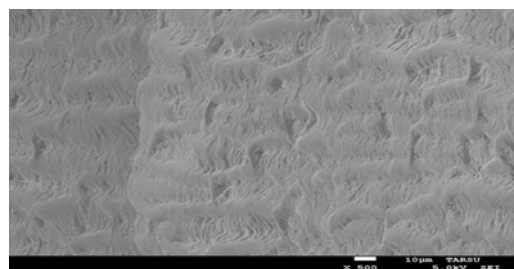


Рисунок 5. Сорт Безостая 1 – плодовая оболочка
Figure 5. Variety Bezostaya 1 – pericarp

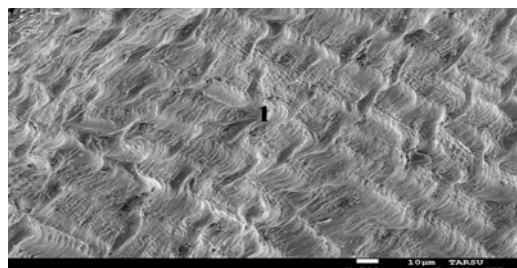


Рисунок 6. Сорт Жетысу 1 – плодовая оболочка
Figure 6. Variety Zhetysu 1 – pericarp

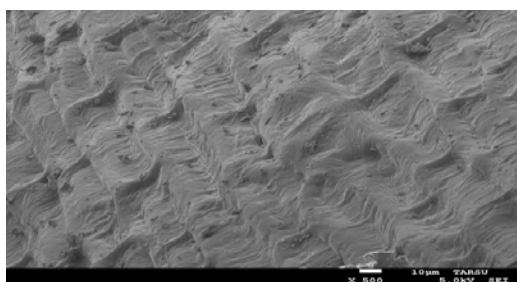


Рисунок 7. Сорт Богарная 56 – плодовая оболочка
Figure 7. Variety Bogarnaya 56 – pericarp.

Анализ литературы показал, что углубления волн на поверхности плодовой оболочки увеличивают удельную поверхность зерна и способствуют лучшему захвату воды при обработке зерна с ускорением процесса набухания (11).

Данные показывают, что толщина плодовых оболочек и алейронового слоя у изученных сортов различная и составляет от 7,5 до 22,5 мкм. Наименьшей суммарной толщиной алейронового

слоя и оболочек характеризуются сорта с большей стекловидной консистенцией (Атобе-39, Альбидум-31, Степная-50). Согласно исследованиям многих ученых, пшеница с менее развитыми оболочками и алейроновым слоем отличается высокими мукомольными свойствами (1,2).

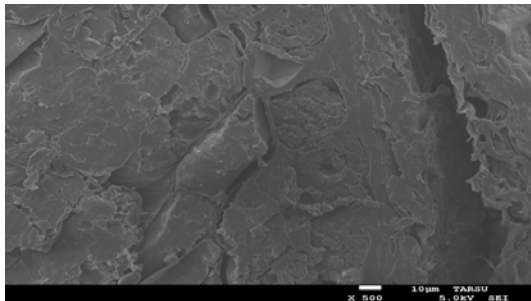


Рисунок 8. Сорт Саратовская 29 – алейроновый слой
Figure 8. Variety Saratovskaya 29 – aleurone layer

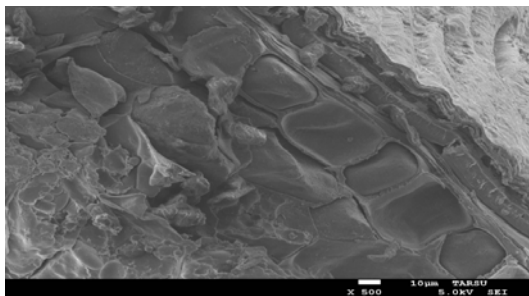


Рисунок 9. Сорт Альбидум 31 – алейроновый слой
Figure 9. Variety Albidum – aleurone layer.

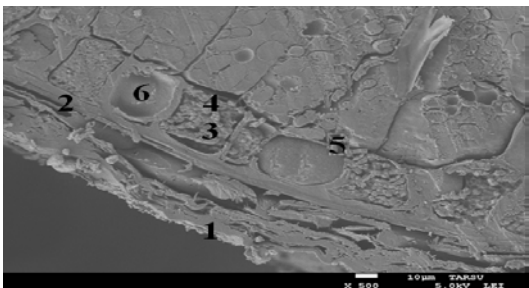


Рисунок 10. Сорт Степная 50 – алейроновый слой. 1 – плодовая оболочка; 2 – семенная оболочка; 3 – открытая клетка алейронового слоя; 4 – зернистое содержимое (алеионовые зерна); 5 – стенка клетки эндосперма; 6 – пустая клетка алейронового слоя.

Figure 10. Variety Steppe – 50 – aleurone layer. 1 – pericarp; 2 – the seminal membrane; 3 – open cell of the aleuron layer; 4 – granular contents (aleurone grains); 5 – endosperm cell wall; 6 – the empty cell of the aleuron layer.

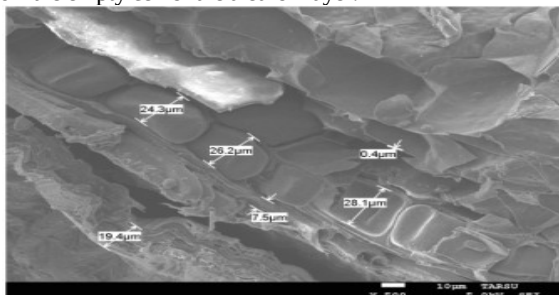


Рисунок 11. Сорт Актобе 39 – алейроновый слой
Figure 11. Variety Aktobe – 39 – aleurone layer.

Клетки алейронового слоя (рисунки 8–14) в поперечном сечении имеют практически во всех изученных сортах зерна пшеницы почти правильную прямоугольно-зубовидную форму

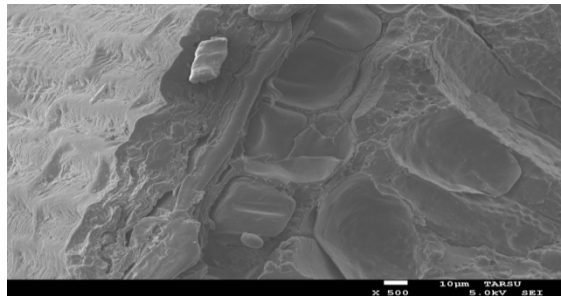


Рисунок 12. Сорт Безостая 1 – алейроновый слой
Figure 12. Variety Bezostaya 1 – aleurone layer

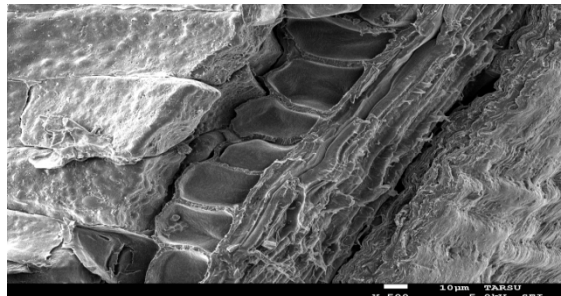


Рисунок 13. Сорт Жетысу 1 – алейроновый слой
Figure 13. Variety Zhetysu 1 – aleurone layer

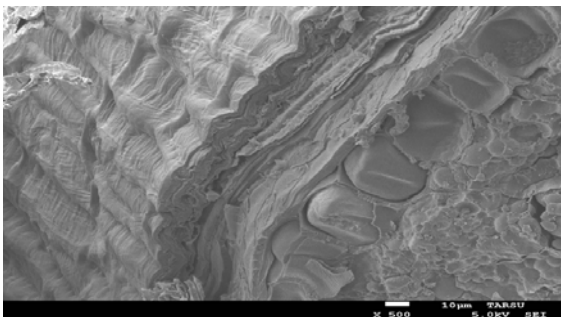


Рисунок 14. Сорт Богарная 56 – алейроновый слой
Figure 14. Variety Bogaturnaya 56 – aleurone layer

На отдельных участках они закрыты клеточными стенками или заполнены зернистыми белковыми образованиями, а на других – открытые (пустые) с выкрошенными белковыми частицами при получении среза зерна. При сортовых помолах пшеницы внутреннюю часть эндосперма стараются отделить от алейронового слоя, на что влияет конфигурация клеток алейронового слоя. Установлено, что при одинаковых размерах и форме этих клеток зерно хорошо вымалывается. У сортов Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31 толщина клеток колебалась незначительно и была в пределах от 16 до 18 мкм, тогда, как у сортов Саратовская-29, Богарная-56, Жетысу 1, Безостая 1 колебалась в больших пределах: 20–32 мкм. По нашим

исследованиям, ровная граница между клетками алейронового и субалейронового слоев у пшеницы сортов Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31 с вышеопределенными данными позволила получить выход муки 74,5–75,0%, в то время, как значительное различие в форме и размерах клеток алейронового слоя, внедрение отдельных клеток этого слоя в субалейроновый слой, характерное для пшеницы сортов Саратовская-29,

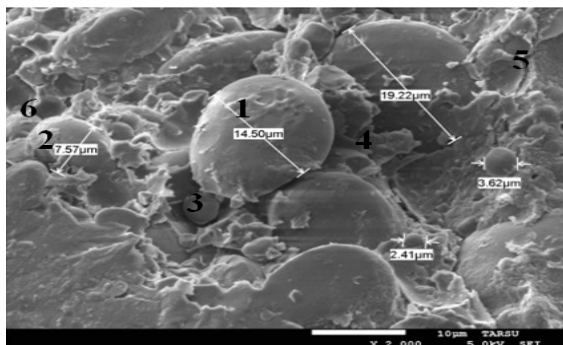


Рисунок 15. Сорт Саратовская 29 – эндосперм. 1 – зерно крахмала крупных размеров, 2 – зерно крахмала средних размеров, 3 – зерно крахмала мелких размеров, 4 – белковая матрица, 5 – пустоты в белковой матрице, 6 – углубления в белковой матрице от выпавших зерен крахмала

Figure 15. Variety Saratovskaya 29. 1 – large-sized starch grain, 2 – medium-sized starch granule, 3 – small-sized starch grain, 4 – protein matrix, 5 – voids in the protein matrix, 6 – grooves in the protein matrix from the fallen starch grains

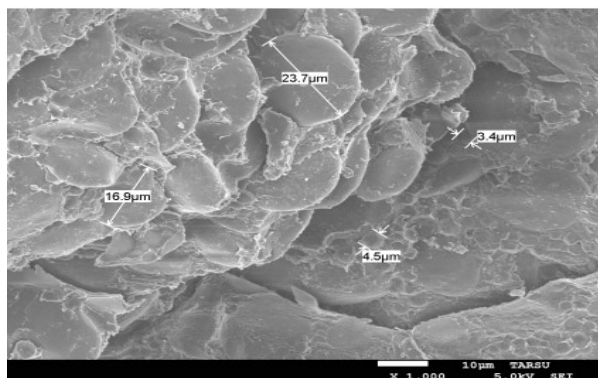


Рисунок 16. Сорт Альбидум-31 – эндосперм

Figure 16. Variety Albidum – 31 – endosperm

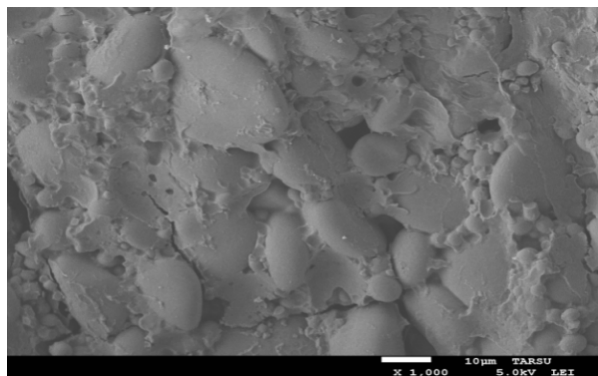


Рисунок 17. Сорт Степная 50 – эндосперм

Figure 17. Variety Steppe 50 – endosperm

Богарная-56, Жетысу1, Безостая 1, показала более низкий выход муки: 70,2–72,4%.

Особенно важное технологическое значение при определении перспективности сортов пшеницы имеет микроструктура такой анатомической части зерна, как эндосперм. На рисунках 15–21 приведены микрофотографии центральной части эндосперма зерна

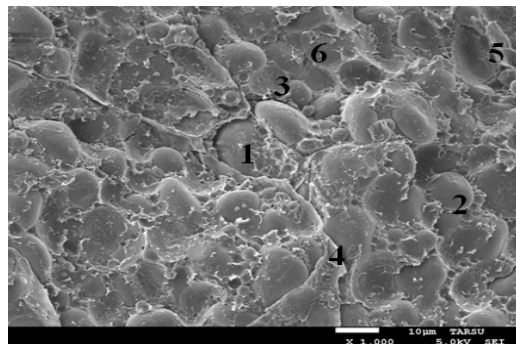


Рисунок 18. Сорт Актобе 39 – эндосперм. 1 – зерно крахмала крупных размеров; 2 – зерно крахмала средних размеров; 3 – зерно крахмала мелких размеров; 4 – белковая матрица; 5 – пустоты в белковой матрице; 6 – углубления в белковой матрице от выпавших зерен крахмала

Figure 18. Variety Aktobe – 39 – endosperm. 1 – large-sized starch grain, 2 – medium-sized starch granule, 3 – small-sized starch grain, 4 – protein matrix, 5 – voids in the protein matrix, 6 – grooves in the protein matrix from the fallen starch grains

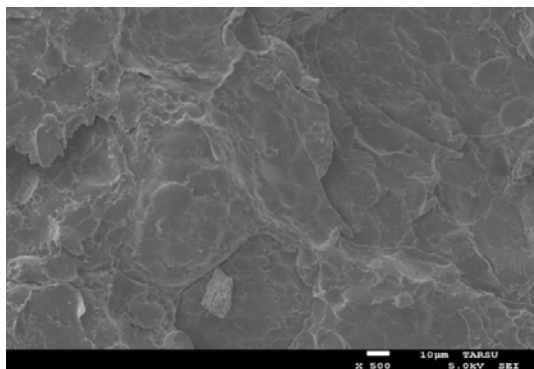


Рисунок 19. Сорт Безостая 1 – эндосперм

Figure 19. Variety Bezostaya 1 – endosperm

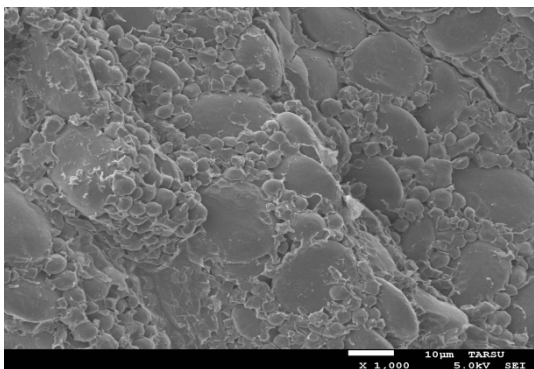


Рисунок 20. Сорт Жетысу 1 – эндосперм

Figure 20. Variety Zhetysu 1 – endosperm

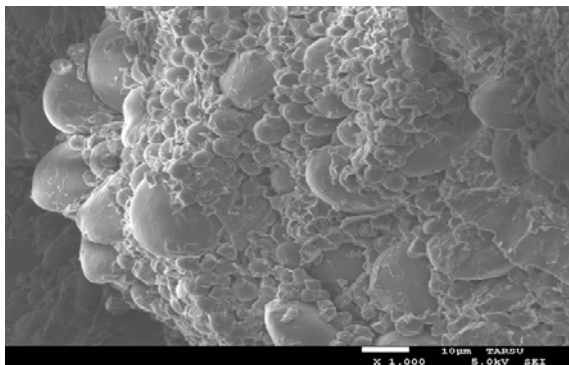


Рисунок 21. Сорт Богатная 56 – эндосперм

Figure 21. Variety Bogatnaya 56 – endosperm

Внутренность клеток заполнена крахмальными гранулами и белковыми прослойками. У пшеницы белковые прослойки хорошо развиты, особенно для сортов Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31, что повлияло на высокий ТП.

Полученные результаты исследований позволили оценить в количественной форме особенности микроструктуры эндосперма пшеницы и увязать их с показателями ТП и ТД зерна.

Показатель ТП, комплексно оценивающий изученные показатели ТД (7), у сортов Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31, находился на уровне 1,94 - 2,01, что соответствует значениям показателей ТД в пределах нормированных значений.

Гранулы крахмала можно разделить на три фракции: мелкая диаметром до 9 мкм, средняя от 9 до 18 мкм, крупная свыше 18 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1 Егоров Г.А., Козлова Т.С. Влияние структуры алеиронового слоя на вымалываемость зерна пшеницы. М., 1983. 8 с.

2 Кравченко Н.С., Ионова Е.В., Самофалов А.П. Показатели качества зерна и муки новых сортов озимой мягкой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко // Зерновое хозяйство России. 2012. № 4 (22). С. 44–50.

3 -Нурпеисов И.А., Абугалиев С.Г., Юсупов А.Г. Селекция сортов пшеницы по комплексу ценных признаков и свойств. URL: :http://agroalem.kz/?p=1129/ (дата обращения 12.01.2017).

4 Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. М.: ВНИПО Зернопродукт, 1991.

5 СТ РК 1046–2011 «Пшеница. Технические условия».

6 Федотов В.А., Курносова А.Г., Воякина К.В., Овчинникова М. С. Современные методы проведения гранулометрического анализа зернопродуктов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. 2014. № 7. С. 38–40.

7 Шаймерденова Д.А. Влияние факторов на формирование технологического потенциала зерна мягкой пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т.79. № 1. С. 220–223.

В центральной части эндосперма зерна пшеницы сортов Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31 преобладают клетки крупных и средних размеров зерен крахмала, мелких зерен незначительно. У этих же сортов белковая матрица оказалась лучше развита, что мы увязываем с высокой стекловидностью. На крупных зернах крахмала различимы частицы прикрепленного белка, а на белковой матрице имеются углубления от выпавших зерен крахмала. Таким образом, содержание белка в зерне возрастает при увеличении размера крахмальных гранул, при повышенном же содержании наиболее мелких гранул содержание белка снижается. С этим же связан и высокий выход муки при помоле сортов пшеницы Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31.

Если мозаика расположения белковой матрицы и зерен крахмала такова, что в клетке остается много воздушных полостей, то этим объясняется низкая прочность и микротвердость зерновки, которая скажется при переработке зерна, а также на расходе энергии, затрачиваемой на помол зерна, и расходе воды на увлажнение зерновой массы.

Заключение

Впервые представленная микроструктура анатомических частей зерна перспективных сортов мягкой яровой и озимой пшеницы Казахстана, во взаимосвязи с показателями ТД и ТП, позволила определить наиболее перспективные из изученных сорта казахстанской селекции – Альбидум-31, Степная-50, Актобе-39.

8 Шаймерденова Д.А., Полуботько О.В. Казахстанская пшеница: вчера и сегодня // Аграрный сектор. 2016. № 4 (26). С. 26–28.

9 Veronica Giacintucci, Luis Guardado, Ana Puig, Isabel Hernando et al. Composition, protein contents, and microstructural characterisation of grains and flours of Emmer wheats (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*) of the Central Italy Type // Czech Journal of Food Science. 2014. V. 32. № 2. P. 115–121.

10 Khalil Khan. Wheat. Chemistry and technology / Khalil Khan, Peter R. Shewry // AACC International. Inc. - St. Paul Minnesota, USA. 2016. 227 p.

11 Yinian Li, Jun Wang, Weizhong Xie. Related physicochemical properties to microstructure of hard and soft wheat grains with different kernel thickness and specific density // Food science and technology international. 2013. V. 19. № 5. P. 415–425.

REFERENCES

1 Egorov G.A., Kozlova T.S. Vliyanie struktury aleironovogo sloya [Effect of the structure of the aleuron layer on the grindability of wheat grain] Moscow, 1983. 8 p. (in Russian).

2 Kravchenko N.S., Ionova E.V., Samofalov A.P. Indicators of quality of grain and flour of new varieties of winter soft wheat selection VNIIZK n.a. I.G. Kalinenko. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia] 2012. no. 4 (22). pp. 44–50. (in Russian).

3 Nurpeisov I.A., Abugaliev S.G., Yusupov A.G. Seleksiya sortov pshenitsy [Selection of wheat varieties according to a set of valuable characteristics and properties] Available at: <http://agroalek.kz/?P=1129>. (in Russian).

4 Pravila organizatsii i vedeniya tekhnologicheskogo protsessa [Rules for the organization and maintenance of the technological process at flour mills] Moscow, VNPO Zernoproduct, 1991. (in Russian).

5 ST RK 1046–2011 Pshenitsa. tekhnicheskie usloviya [Wheat. Technical condition] (in Russian).

6 Fedotov V.A., Kurnosova A.G., Voyakina K.V., Ovchinnikova M. S. Modern methods of granulometric analysis of grain products. *Evrasiiskii Syuz Uchenykh* [Eurasian Union of Scientists (ESU). Monthly scientific journal]. 2014. no. 7. pp. 38–40. (in Russian).

7 Shaimerdenova D.A. Influence of factors on the formation of the technological potential of soft wheat. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET] 2017. vol. 79. no. 1. pp. 220–223. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дарига́ш А. Шайме́рденова к.т.н., ученый секретарь, Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции, ул. Акжол, 26, г. Астана, 010000, Казахстан, Darigash@mail.ru

Нина А. Горбатовская доцент, кафедра технологии продовольственных продуктов, Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, 080012, Казахстан, gna.06@mail.ru

Аулбек И. Изтаев д.т.н., профессор, НИИ пищевых производств, Алматинский технологический университет, г. Алматы, 050012, Казахстан, auelbekking@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Нина А. Горбатовская обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Аулбек И. Изтаев консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.09.2017

8 Shaimerdenova D.A., Polubotko O.V. Kazakhstan wheat: yesterday and today / D.A. Shaimerdenov. *Agrarnyi sektor* [Agrarian sector]. 2016. no. 4 (26). pp. 26–28. (in Russian).

9 Veronica Giacintucci, Luis Guardado, Ana Puig, Isabel Hernando, Giampiero Sacchetti and Paola Pittia. Composition, protein contents, and microstructural characterisation of grains and flours of Emmer wheats (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*) of the Central Italy Type. *Czech Journal of Food Science*. 2014, vol. 32, no. 2. pp. 115–121.

10 Khalil Khan. Wheat. Chemistry and technology / Khalil Khan, Peter R. Shewry. AACC International. Inc. - St. Paul Minnesota, USA. 2016. 227 p.

11 Yinian Li, Jun Wang, Weizhong Xie. Related physicochemical properties to microstructure of hard and soft wheat grains with different kernel thickness and specific density. *Food science and technology international*. 2013. vol. 19, no. 5, pp. 415–425.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Darigash A. Shaimerdenova candidate of technical sciences, scientific secretary, Kazakh research Institute of processing of agricultural products, Akzhol street 26, Astana, 010000, Kazakhstan, Darigash@mail.ru

Nina A. Gorbатовskaya associate professor, department of food products, Taraz State University. M.H. Dulati, Taraz, 080012, Kazakhstan, gna.06@mail.ru

Auelbek I. Iztaev doctor of technical science, professor, SRI of food production, Almaty Technological University, Almaty, 050012, Kazakhstan, auelbekking@mail.ru

CONTRIBUTION

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

Nina A. Gorbатовskaya review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Auelbek I. Iztaev consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.1.2017

ACCEPTED 9.4.2017

Перспективы применения семян люцерны в производстве пищевой продукции специального назначения

Татьяна В. Алексеева	¹	zyablova@mail.ru
Юлия О. Калгина	¹	yuliya_kalgina@bk.ru
Валерия С. Евлакова	¹	Leraevlakova@gmail.com
Людмила А. Малакова	¹	mix_box3@mail.ru

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

Реферат. Статья посвящена проблеме дефицита белкового питания у населения планеты. Раскрыта актуальность привлечения белоксодержащих растительных культур в рационы питания различных групп населения. Отмечено, что в последнее время у населения наблюдается уменьшение потребления сложных углеводов, увеличение потребления легкоусвояемой углеводсодержащей и жирной пищи. Последствием несбалансированного питания является снижение продолжительности жизни, рост заболеваний эндокринной и сердечнососудистой систем. Выяснено, что люцерна является отечественной неприхотливой сельскохозяйственной культурой с высокой урожайностью и широко возделывается в России. Семена люцерны обладают высоким биотехнологическим потенциалом и хорошей хранимостью. Установлена перспективность привлечения люцерны в пищевое производство. Проведены исследования химического состава семян люцерны. В статье представлены результаты исследований по определению содержания витаминов, состава аминокислот, количества макро- и микроэлементов в объекте. Выяснено, что химический состав семян люцерны отличается повышенным содержанием белка, сложных углеводов, клетчатки, витаминов (А, В3, В5, В9, Е, К), макро- (калий, кальций, магний, натрий, фосфор) и микроэлементов (железо, марганец, медь, цинк). Люцерна может быть эффективным источником лейцина, лизина, изолейцина, валина и треонина. На основании приведенных исследований сделаны выводы, что семена люцерны являются перспективным сырьем для замещения животных белков, обогащения малопитательных растительных белков, регулирования химического состава продуктов общественного питания, создания аналогов пищевых продуктов и разработки специализированных продуктов детского питания. Предложено семена люцерны применять при разработке рецептур низкокалорийных продуктов питания, пищевых изделий с пониженным уровнем холестерина и создании специализированных продуктов для коррекции метаболических нарушений организма. Показано, что люцерна, наряду с другими отечественными сельскохозяйственными культурами, весьма перспективна в пищевом производстве.

Ключевые слова: семена люцерны, биотехнологический потенциал, продукты питания специального назначения

Prospects for the use of alfalfa seeds in the production of special food products

Tat'yana V. Alekseeva	¹	zyablova@mail.ru
Yuliya O. Kalgina	¹	yuliya_kalgina@bk.ru
Valeriya S. Evlakova	¹	Leraevlakova@gmail.com
Lyudmila A. Malakova	¹	mix_box3@mail.ru

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

Summary. The article is devoted to the problem of protein nutrition deficiency among the planet's population. The urgency of attracting protein-containing vegetable crops to diets of various groups of the population is revealed. It is noted that in recent years, the population has seen a decrease in the intake of complex carbohydrates, an increase in the intake of easily digestible carbohydrate and fatty foods. The consequence of an unbalanced diet is a decrease in life expectancy, an increase in endocrine and cardiovascular diseases. It is found out that alfalfa is a domestic unpretentious agricultural crop with a high yield and is widely cultivated in Russia. It is found out that alfalfa is a domestic unpretentious agricultural crop with a high yield and is widely cultivated in Russia. The prospect of attracting alfalfa to food production has been established. The chemical composition of the seeds of alfalfa has been studied. The article presents the results of studies to determine the content of vitamins, the composition of amino acids, the amount of macro- and microelements in the object. It was found out that the chemical composition of alfalfa seeds is characterized by a high content of protein, complex carbohydrates, fiber, vitamins (A, B3, B5, B9, E, K), macro- (potassium, calcium, magnesium, sodium, phosphorus) and microelements (iron, manganese, copper, zinc). Lucerne can be an effective source of leucine, lysine, isoleucine, valine and threonine. Based on the above studies, it is concluded that the seeds of alfalfa are a promising raw material for the replacement of animal proteins, the enrichment of low nutritional vegetable proteins, the regulation of the chemical composition of catering products, the creation of analogues of food products and the development of specialized products of baby food. Alfalfa seeds are proposed for the development of low-calorie food formulas, food products with low cholesterol and the creation of specialized products for the correction of metabolic disorders of the body. It is shown that alfalfa, along with other domestic agricultural crops, is very promising in food production.

Keywords: seeds of alfalfa, biotechnological potential, special purpose food products

Введение

Дефицит белкового питания наблюдается у населения планеты на протяжении последних десятилетий и считается глобальной мировой проблемой. Из 6 млрд человек, живущих на Земле, приблизительно половина страдает от недостатка белка, при этом наблюдается

уменьшение потребления сложных углеводов, увеличение потребления легкоусвояемой углеводсодержащей и жирной пищи. Последствием несбалансированного питания является снижение продолжительности жизни населения, рост заболеваний эндокринной и сердечно-сосудистой систем [1–3].

Для цитирования

Алексеева Т.В., Калгина Ю.О., Евлакова В.С., Малакова Л.А. Перспективы применения семян люцерны в производстве пищевой продукции специального назначения // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 93–96. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-93-96

For citation

Alekseeva T.V., Kalgina Yu.O., Prospects for the use of alfalfa seeds in the production of special food products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 93–96. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-93-96

Эффективным способом увеличения содержания белка в рационах питания можно считать включение в них белоксодержащих культур. Учитывая политику государства, направленную на реализацию мероприятий по импортзамещению, особое внимание стоит обратить на отечественные источники белка. Люцерна давно известна своими целебными свойствами, она активно используется в медицине, сельском хозяйстве и в комбикормовом производстве, однако она не нашла активного применения в современной пищевой промышленности. Семена и свежая молодая зелень люцерны богаты витаминами, минералами и многими эссенциальными нутриентами. Их регулярное употребление оказывает на организм иммуностимулирующее и тонизирующее воздействие, снижает уровень холестерина, нормализует сердечный ритм и артериальное

давление, стимулирует процессы метаболизма и кроветворения, препятствует возникновению онкологических заболеваний, повышает устойчивость к инфекциям [4–6].

Важно, что люцерна является отечественной неприхотливой сельскохозяйственной культурой с высокой урожайностью и широко возделывается в России. Семена люцерны обладают высоким биотехнологическим потенциалом, хорошей хранимоспособностью и поэтому имеют широкие перспективы в общественном, лечебном питании, при производстве низкокалорийной пищевой продукции.

Основная часть

Состав основных компонентов, витаминов и микроэлементов семян люцерны представлен в таблицах 1–2, аминокислотный состав – в таблице 3.

Таблица 1.

Содержание основных компонентов в семенах люцерны

Table 1.

The maintenance of the main components in seeds of lucernes

Компонент Component	Содержание, %, в пересчете на а.с.в. Contents, %, in terms of absolutely solid
Влага Moisture	29,20
Жир Fat	2,70
Зола Ash	13,60
Углеводы, в том числе: Carbohydrates, including:	33,70
сахароза sucrose	–
раффиноза raffinose	–16,80
фруктоза fructose	16,90
другие сахара othersugars	–
Белки Proteins	18,90
Пищевые волокна, в том числе: Dietary fiber, including:	1,90
клетчатка cellulose	0,42
гемицеллюлоза hemicellulose	0,91
пектиновые вещества pectin substances	0,24
лигнин lignin	0,33
Итого: Total:	100

Таблица 2.

Макро-, микроэлементный и витаминный состав семян люцерны

Table 2.

Macro -, microelement and vitamin structure of seeds of a lucerne

Показатель Index	Содержание, мг/100 г. Contents, mg/100 g	Витамин Vitamin	Содержание, мг/100 г. Contents, mg/100 g
Железо Iron	0,96	B ₁	0,080
Кальций Calcium	32,00	B ₂	0,130
Натрий Sodium	6,00	B ₃	0,480
Калий Potassium	79,00	B ₄	14,400
Фосфор Phosphorus	70,00	B ₅	0,560
Цинк Zinc	2,90	B ₆	0,149
Магний Magnesium	27,00	B ₉	0,285
Марганец Manganese	2,70	A	0,008
Медь Copper	0,16	C	8,200
Сера Sulfur	4,80	E	0,030
Селен Selenium	0,02	K	0,080

Содержание аминокислот (мг /100 г.) и их скор (в скобках, %)

Table 3.

Content of amino acids (mg /100 g) and their amino-acid it is fast (in brackets, %)

Валин Valine	Изолейцин Isoleucine	Лейцин Leucine	Лизин Lysine	Метионин+ Цистин Meteonin + Cysteine	Треонин Threonine	Фенилаланин Phenylalanine	Триптофан Tryptophan
1500 (30,0)	1400 (35,0)	2700 (38,6)	2100 (38,2)	–	1300 (32,5)	–	–

Очевидно, что химический состав семян люцерны отличается повышенным содержанием белка, сложных углеводов, клетчатки, витаминов (А, В₃, В₅, В₉, Е, К), макро- (калий, кальций, магний, натрий, фосфор) и микроэлементов (железо, марганец, медь, цинк). Одним из факторов, определяющим ценность белка, является его биологическая ценность, т. е. соответствием аминокислотного состава белка аминокислотному составу тех белков, на построение которых он используется в организме человека. Известно, что недостаточное количество в рационе какой-либо одной из незаменимых аминокислот ограничивает использование всех остальных. Отчетливо видно (таблица 3), что люцерна может быть источником лейцина, лизина, изолейцина, валина и треонина.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Успенская М.Е., Попов В.И. Гигиенические аспекты и перспективы отечественного производства растительных белков // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 9. С. 51–54.
- 2 Антипова Л.В., Родионова Н.С., Попов Е.С. Оценка эффективности немедикаментозной алиментарной коррекции состояния здоровья человека на основе положений термодинамики // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 4(70). С. 156–159.
- 3 Gurinovich G.V., Patrakova I.S. Effect of wheat germ on the functional properties and oxidation stability of ground meat systems // Foods and Raw Materials. 2013. V. 1. № 1. P. 3–10.
- 4 Alekseeva T.V., Kalgina Y.O., Vesnina A.A. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain // Journal of EcoAgriTourism–2014. № 2. V. 10. P. 53–56.
- 5 Богомолова И.П., Кривенко Е.И., Родионова Н.С. Развитие предприятий на основе внедрения инновационных технологий // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 3. С. 198–200.
- 6 Дунченко Н.И. Научные и методологические подходы к управлению качеством пищевых продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 3. С. 29–33.
- 7 Alekhina N.N., Ponomareva E.I., Lukina S.I. Grain bread with buckwheat bran flour for a healthy diet // Journal of engineering and applied sciences. 2016. V. 11. № 12. P. 104–224.

Заключение

На основании приведенных исследований можно сделать вывод, что семена люцерны являются перспективным сырьем для замещения животных белков, обогащения малопитательных растительных белков, регулирования химического состава продуктов общественного питания, создания аналогов пищевых продуктов и разработки специализированных продуктов детского питания. Кроме того, семена люцерны можно применять при разработке рецептур низкокалорийных продуктов питания, пищевых изделий с пониженным уровнем холестерина и создании специализированных продуктов для коррекции метаболических нарушений организма. Люцерна, наряду с другими отечественными сельскохозяйственными культурами, весьма перспективна в пищевом производстве [7–13].

- 8 Golubeva L.V., Pozhidaeva E.A. Research of dry mix quality indices based on vegetable components for soft ice cream production // Indian Journal of Science and Technology. 2016. V. 9. № 42. P. 104–224.

- 9 Белокурова Е.В., Коломникова Я.П., Солохин С.А. Разработка технологии мучных изделий повышенной пищевой ценности для предприятий общественного питания // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 1 (55). С. 84–89.

- 10 Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Бакаева И.А. Хлеб из биоактивированного зерна пшеницы повышенной пищевой ценности // Вопросы питания. 2016. Т. 85. № 2. С. 116–121.

- 11 Alekseeva T.V., Kalgina Y.O., Zyablov M. M. Study of the sorption process phytosorbents meal wheat germ cake in technological media // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2016. № 1. P. 91–95.

- 12 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.

- 13 Артюхова С.И., Толстогузова Т.Т. Биотехнология биопродуктов «Целебный-1» // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 4 (62). С. 183–186.

REFERENCES

- 1 Antipova L.V., Tolpygina I.N., Uspenskaya M.E., Popov V.I. Hygienic aspects and prospects of domestic production of plant proteins. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation] 2015. vol. 94. no. 9. pp. 51–54. (in Russian).
- 2 Antipova L.V., Rodionova N.S., Popov E.S. Estimation of the effectiveness of non-medicamental nutritional correction of a person's health status on the basis of thermodynamic provisions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4(70). pp. 156–159. (in Russian).
- 3 Gurinovich G.V., Patrakova I.S. Effect of wheat germ on the functional properties and oxidation stability of ground meat systems. *Foods and Raw Materials*. 2013. vol. 1. no. 1. pp. 3–10.
- 4 Alekseeva T.V., Kalgina Y.O., Vesnina A.A. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain. *Journal of EcoAgriTourism*. 2014. no. 2. vol. 10. pp. 53–56.
- 5 Bogomolova I.P., Krivenko E.I., Rodionova N.S. The development of enterprises based on the introduction of innovative technologies. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2012. no. 3. pp. 198–200. (in Russian).
- 6 Dunchenko N.I. Scientific and methodological approaches to food quality management. *Tekhnika i tekhnologiya* [Technology and technology of food production] 2012. no. 3. pp. 29–33. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна В. Алексеева д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zyablova@mail.ru

Юлия О. Калгина студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yuliya_kalgina@bk.ru

Валерия С. Евлакова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Leraevlakova@gmail.com

Людмила А. Малакова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mix_box3@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 05.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.08.2017

7 Alekhina N.N., Ponomareva E.I., Lukina S.I. Grain bread with buckwheat bran flour for a healthy diet. *Journal of engineering and applied sciences*. 2016. vol. 11. no. 12. pp. 104–224.

8 Golubeva L.V., Pozhidaeva E.A. Research of dry mix quality indices based on vegetable components for soft ice cream production. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016. vol. 9. no. 42. pp. 104–224.

9 Belokurova E.V., Kolomnikova Ya. P., Soolokhin S.A. Development of technology for flour products of high nutritional value for public catering enterprises. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 1 (55). pp. 84–89. (in Russian).

10 Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Bakaeva I.A. Bread from bioactivated wheat grain of increased nutritional value. *Voprosy pitaniya* [Questions of nutrition] 2016. vol. 85. no. 2. pp. 116–121. (in Russian).

11 Alekseeva T.V., Kalgina Y.O., Zyablov M. M. Study of the sorption process phytosorbents meal wheat germ cake in technological media. *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2016. no. 1. pp. 91–95.

12 Kolomnikova Ya.P., Derkanosova A.A., Manukovskaya M.V., Litvinova E.V. Influence of unconventional plant raw materials on biotechnological properties and the structure of buttery dough. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 3 (65). pp. 157–160. (in Russian)

13 Artyukhova S.I., Tolstoguzova T.T. Biotechnology of bioproducts "Tseleby-1". *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2014. no. 4 (62). pp. 183–186.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tat'yana V. Alekseeva doctor of technical sciences, professor, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zyablova@mail.ru

Yuliya O. Kalgina student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yuliya_kalgina@bk.ru

Valeriya S. Evlakova student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Leraevlakova@gmail.com

Lyudmila A. Malakov student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mix_box3@mail.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 7.5.2017

ACCEPTED 8.18.2017

Изучение химического состава запаха молочно-растительного экстракта люпина на «Пьезоэлектронном носе»

Юлиан И. Шишацкий¹
Татьяна А. Кучменко¹ tak1907@mail.ru
Сергей А. Никель¹
Руслан У. Умарханов¹

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

Реферат. Большую популярность в пищевой промышленности последних лет получил люпин благодаря уникальному сочетанию технологических и пищевых свойств и доступности. Люпин характеризуется высокой массовой долей белков, в его семенах преобладают легко растворимые фракции белка: 20,65% альбуминов, 50,5% глобулинов с высоким содержанием незаменимых аминокислот. Обогащение молочно-растительного экстракта нативными компонентами люпина проводится в процессе экстрагирования с интенсификацией его низкочастотными механическими колебаниями. Высокое содержание в люпине белков в процессе обработки приводит к негативному технологическому изменению органолептических свойств изделий – запаха. Измерение состава легколетучей фракции запаха в равновесной газовой фазе над образцами проведено в НИЛ на экспериментальном анализаторе запахов «МАГ 8» с методологией «электронный нос» (производство ООО «Сенсорика – новые технологии», Воронеж). Для установления различий в составе (качественном и количественном) легколетучей фракции запаха проследили изменение общего содержания легколетучих компонентов в равновесной газовой фазе над пробами. По форме фигуры «визуального отпечатка» максимальных откликов всех сенсоров в массиве установлены не значимые различия в химическом составе равновесной газовой фазы над пробами. Нативный запах молочной сыворотки остался без изменений, но стал качественнее мягче при дегустационной оценке вследствие того, что 50% состава легколетучей фракции запаха изменены приемом пастеризации. Выполненное изучение запаха нативного и пастеризованного молочно-растительного экстракта позволяет заключить, что выбранный прием пастеризации можно рекомендовать в технологии продуктов питания с использованием молочно-растительного экстракта, обогащенного белками люпина.

Ключевые слова: анализатор запахов, «электронный нос», молочно-растительный экстракт

Study of the chemical composition of the smell of the dairy-vegetable extract of lupine on the “Piezoelectronic nose”

Yulian I. Shishatskii¹
Tat'yana A. Kuchmenko¹ tak1907@mail.ru
Sergei A. Nikel'¹
Ruslan U. Umarhanov¹

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

Summary. A great popularity in the food industry in recent years has received lupins due to a unique combination of technological and food properties and accessibility. Lupine is characterized by a high proportion of proteins, its seeds are dominated by readily soluble protein fractions: 20.65% albumins, 50.5% globulins with a high content of essential amino acids. Enrichment of the milk-vegetable extract with native components of lupine is carried out during extraction with intensification by its low-frequency mechanical oscillations. The high content of proteins in the lupine during processing leads to a negative technological change in the organoleptic properties of products - odor. The measurement of the composition of the volatile fraction of odor in the equilibrium gas phase over the samples was carried out in the NIL on the experimental analyzer of smells "MAG 8" with the methodology "electronic nose" (manufactured by LLC Sensorika - New Technologies, Voronezh). To establish the differences in the composition (qualitative and quantitative) of the volatile fraction of smell, the change in the total content of volatile components in the equilibrium gas phase over the samples was traced. According to the shape of the "visual fingerprint" of the maximum responses of all sensors in the array, there are no significant differences in the chemical composition of the equilibrium gas phase over the samples. The native smell of milk whey remained unchanged, but became more qualitatively softer with a tasting assessment due to the fact that 50% of the composition of the volatile fraction of odor was changed by the method of pasteurization. The study of the smell of the native and pasteurized milk and vegetable extract allows us to conclude that the chosen method of pasteurization can be recommended in food technology using a milky-vegetable extract enriched with lupine proteins.

Keywords: odor analyzer, "piezoelectronic nose", dairy-vegetable extract

Для цитирования

Шишацкий Ю.И., Кучменко Т.А., Никель С.А., Умарханов Р.У. Изучение химического состава запаха молочно-растительного экстракта люпина на «Пьезоэлектронном носе» // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 97–103. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-97-103

For citation

Shishackij Ju.I., Kuchmenko T.A., Nikel' S.A., Umarhanov R.U. Study of the chemical composition of the smell of the dairy-vegetable extract of lupine on the “Piezoelectronic nose”. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 97–103. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-97-103

Введение

Актуальной социальной, промышленной задачей в пищевой промышленности является разработка и внедрение качественно новых, безопасных пищевых продуктов, максимального использования биохимических свойств сырья и компонентов, способствующих сохранению и укреплению здоровья нации. Необходима разработка новых научно-практических подходов к максимальному вовлечению молочного белкового-углеводного сырья в производство пищевых продуктов.

Модификация подсырной сыворотки биологически активными веществами, микроэлементами растений направлена на ее изменение при изготовлении продуктов функционального питания.

Тепловая обработка (пастеризация) молочно-растительного экстракта (МРЭ) представляет собой необходимую технологическую операцию, например, в технологии йогуртов, с целью получения безопасных продуктов. В аппаратно-технологических схемах производства йогуртов [5] после сборника для нативного МРЭ последний пастеризуется в кожухотрубчатом теплообменнике, а затем через холодильник поступает в емкость для заквашивания и сквашивания до образования сгустка. В [5] показана целесообразность выбора рекуперативного теплообменника.

Изучение кинетики, оптимизация и математическое описание процесса экстрагирования из люпина подсырной сывороткой в совокупности с разработкой и успешным внедрением технологии йогуртов и других молочно-растительных продуктов на основе МРЭ на ряде молочных предприятий определяют практическую значимость и широкое применение молочно-растительного экстракта люпина в различных отраслях пищевой промышленности [4].

Ранее обоснованы параметры различных режимов тепловой обработки молока [6], которые применимы и для МРЭ, поскольку он по химическому составу, физико-химическим, органолептическим свойствам, массовой доле сухих веществ, белков, лактозы максимально приближен к цельному молоку.

Для обработки молочно-растительного экстракта выбран режим кратковременной пастеризации продолжительностью 15 с при температуре 72 °С. Условия обеспечивают разрушение почти всех патогенных микроорганизмов, присутствующих в экстракте, при этом вкус и сывороточные белки не изменяются, но происходит активация некоторых ферментов [6].

Большую популярность в пищевой промышленности последних лет получил люпин благодаря уникальному сочетанию технологических

и пищевых свойств, доступности; он характеризуется высокой массовой долей белков (более 30% в сухом веществе). В семенах люпина преобладают легкорастворимые фракции белка: 20,65% альбуминов, 50,5% глобулинов с высоким содержанием незаменимых аминокислот. Белок люпина значительно дешевле белков сои и практически равнозначен по питательной ценности.

Обогащение МРЭ нативными компонентами люпина проводится в процессе экстрагирования с интенсификацией его низкочастотными механическими колебаниями.

Высокое содержание в люпине белков в процессе обработки приводит к негативному технологическому изменению органолептических свойств изделий – запаха. Контроль этого параметра, как правило, не проводится инструментальными методами, так как в стандартах прописаны дегустационные испытания. Применение газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии также не целесообразно при решении различных внутренних задач производства.

Экспериментальная часть

Измерение состава легколетучей фракции запаха в равновесной газовой фазе (РГФ) над образцами проведено в НИЛ на экспериментальном анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «электронный нос» (производство ООО «Сенсорика – новые технологии», Воронеж). На рис. 4 представлен общий вид рабочего места с анализатором «МАГ-8».

На рисунке 1 представлен общий вид рабочего места с анализатором «МАГ-8».

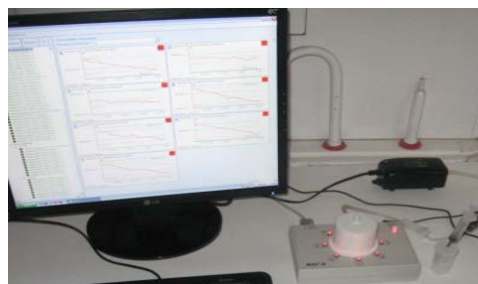


Рисунок 1. Общий вид рабочего места с анализатором «Маг-8»

Figure 1. General view of the workplace with the analyzer "Mag 8"

В качестве измерительного массива применены 8 сенсоров на основе пьезокварцевых резонаторов, генерирующих объемные акустические волны с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленочными сорбентами на электродах [1–3]. Покрывания выбраны в соответствии с задачей испытаний (возможна эмиссия из проб разных органических соединений):

- Сенсор 1 Поливинилпирролидон, ПВП.
- Сенсор 2 Полиэтиленгликоль ПЭГ-2000.
- Сенсор 3 Полиэтиленгликольадипинат, ПЭГА.
- Сенсор 4 Твин-40, Tween.
- Сенсор 5 Полиэтиленгликольсукцинат, ПДЭГС.
- Сенсор 6 Дициклогенсан-18-Краун-6, ДЦГ18К6.
- Сенсор 7 Пчелиный клей (прополис), ПчК.
- Сенсор 8 Бромкрезоловый зеленый, БКЗ.

Подготовка проб к анализу. Средние пробы объемом 20 см³ помещали в стеклянный пробоотборник, выдерживали при комнатной температуре 20 ± 1 °С в герметичном сосуде с полимерной мягкой мембраной не менее 20 мин. Отбирали индивидуальным шприцем 3 см³ равновесной газовой фазы (не затрагивая образец!) и вводили в ячейку детектирования. Проба характеризуется высоким содержанием легколетучих веществ в равновесной газовой фазе без нагревания. Температура воздуха в лаборатории 20 ± 1 °С (фон массива сенсоров от 30 до 50 Гц·с).

Режим измерения Время измерения 60 с, режим фиксирования откликов сенсоров – равномерный с шагом 1 с, оптимальный алгоритм представления откликов – сенсоров – матрица максимальных откликов отдельных сенсоров. Погрешность измерения – 5%.

Суммарный аналитический сигнал: сформирован с применением интегрального алгоритма обработки сигналов 8-ми сенсоров в виде «визуального отпечатка» (круговая диаграмма). Для установления общего состава запаха проб применяли полные «визуальные отпечатки», максимумов (наибольшие отклики 8-ми сенсоров). В качестве критериев для оценки различия в запахе анализируемых проб выбраны:

Качественные характеристики: форма «визуального отпечатка» с характерными

распределениями по осям откликов, определяется набором соединений в РГФ; параметры эффективной сорбции A_{ij} .

Для распознавания в смеси отдельных классов соединений применены параметры идентификации A_{ij} , рассчитанные по сигналам сенсоров в анализируемых пробах [7].

Количественные характеристики: 1) S_{Σ} , Гц·с – суммарная площадь полного «визуального отпечатка» – оценивает общую интенсивность запаха, концентрацию легколетучих веществ; 2) максимальные сигналы сенсоров с наиболее активной или специфической пленками сорбентов F_i , Гц – для оценки содержания отдельных классов органических соединений в РГФ методом нормировки [2, 3].

«Визуальные отпечатки» максимумов – построены по максимальным откликам сенсоров в РГФ образцов за время измерения (не более 1 мин). Позволяет установить похожесть и различие состава легколетучей фракции запаха над анализируемыми образцами [1].

Отклики сенсоров зафиксированы, статистически обработаны и сопоставлены в программном обеспечении анализатора «MAG Soft», $n = 3$, $p = 0,95$.

В качестве проб для проверки правильности измерения, полноты регенерации системы и реакции сенсоров применяли лабораторный воздух после длительной вентиляции.

Результаты и обсуждение

Для установления различий в содержании и природе легколетучих соединений в равновесной газовой фазе под образцами МРЭ, изготовленных по различной рецептуре, сравним величины откликов всех выбранных сенсоров в массиве (таблица 1).

Таблица 1.

Средние отклики сенсоров (F_i , Гц) и площадь «визуального отпечатка» сигналов сенсоров в РГФ над пробами

Table 1.

The average responses of the sensors (F_i , Hz) and the area of the “visual print” of the sensor signals in the RGF above the samples

№ пробы (Sample)	ПВП	ПЭГ-2000	ПЭГА	Tween	ПДЭГС	ДЦГ18К6	ПчК	БКЗ	$S_{\Sigma} \pm 30$, Гц·с
1	15	22	16	17	23	15	10	7	712
2	15	21	17	15	22	18	9	8	709

Установлено близкое содержание легколетучих органических соединений в равновесной газовой фазе над пробами. Большую интенсивность запаха имеет проба 1 (нативный МРЭ), однако различия между пробами незначимы и не регистрируются органолептически.

Особенность методологии «электронный нос» заключается в отсутствии классической аналитической информации и последовательности получения информации о качественном

и количественном составе образцов. Общепринятым является подход кластеризации проб по совокупности всех откликов «Электронного носа» с применением хемометрических методов (метода главных компонент, искусственных нейронных сетей и т. д.).

Предложено применять для полуколичественной относительной характеристики пробы метод нормировки, широко распространенный в хроматографии. При этом отклик

каждого сенсора будет интерпретировать как отдельный пик на хроматограмме. Различие заключается в том, что отклик каждого сенсора является суммарным, отражающим эффект из околосенсорного пространства с пленкой сорбента на сенсоре.

Неспецифическая избирательность пленок сорбентов к легколетучим соединениям не позволяет получать однозначную функцию для связи отклика с содержанием отдельных соединений. Однако, так как чувствительность

микровзвешивания сенсоров различается, то совокупность информации всех сенсоров в массиве позволяет сравнить вклад отдельных классов соединений в суммарный сигнал «носа» и их относительное содержание в различных пробах, анализируемых в одинаковых условиях.

Проследим изменения в количественном составе РГФ над пробой по относительному содержанию основных классов легколетучих соединений (таблица 2).

Таблица 2.

Относительное содержание компонентов в пробах, ω масс. ($\pm 0,2\%$)

Table 2.

Relative content of components in samples, ω mass. ($\pm 0.2\%$)

№ пробы (sample)	ПВП	ПЭГ-2000	ПЭГА	Tween	ДЦГ18К6	ПчК	ПДЭГС	БКЗ
1	12,0	17,6	12,8	13,6	12,0	8,0	18,4	5,6
2	12,0	16,8*	13,6	12,0	14,4	7,2	17,6	6,4

* – выделены отличающиеся от стандарта характеристики

Установлено, что количественный состав равновесной газовой фазы над пробами в представленной выборке различен по содержанию основных классов – соединений. Так, в РГФ над пробой 2 (пастеризованный МРЭ), по сравнению с пробой 1 меньше спиртов, кетонов, ацетатов, короткоцепочечных кислот, алкиламинов.

Технологический процесс пастеризации МРЭ

В стерильный стеклянный сосуд заливали 50 см³ МРЭ с температурой 20 °С помещали в термостат, в котором предварительно устанавливалась температура 72 °С, соответствующая кратковременной пастеризации. Температура

контролировалась универсальным измерителем ОВЕН ТРМ, термопары которого помещались в экстракт. По истечении 7 с процесс тепловой обработки завершился.

Для установления различий в составе (качественном и количественном) легколетучей фракции запаха проследим изменение общего содержания легколетучих компонентов в РГФ над пробами (рисунок 2). По форме фигуры «визуального отпечатка» максимальных откликов всех сенсоров в массиве установлены не значимые различия в химическом составе равновесной газовой фазы над пробами (в большей степени по интенсивности аромата).

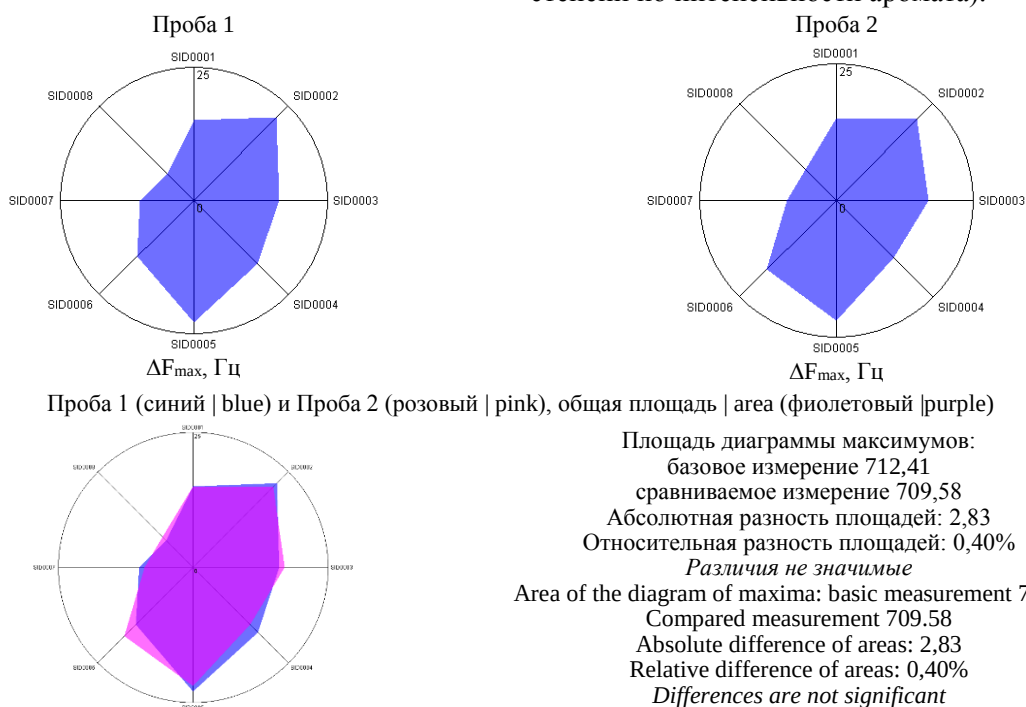


Рисунок 2. Визуальные отпечатки максимальных сигналов сенсоров в РГФ над пробами. По осям указаны номера сенсоров в матрице. По вертикали – максимальные отклики сенсоров (Гц)

Figure 2. Visual fingerprints of the maximum sensor signals in the RGF over the samples. The axes indicate the number of sensors in the matrix. Vertical – maximum sensor responses (Hz)

Такие особенности связаны с тем, что «визуальные отпечатки» отражают одновременно и качественный (природа) и количественные (содержание) состав РГФ. И изменения их в совокупности могут не существенно повлиять на геометрические обобщенные характеристики «носа» – $S_{в.о.}$, при этом отдельные группы соединений могут существенно уменьшаться, а другие увеличиваться по содержанию в результате отдельных технологических циклов и стадий.

Проследим изменения в качественном составе РГФ над пробами и появление/исчезновение соединений легколетучей фракции по параметрам A_{ij} , показывающих постоянство соотношения концентраций отдельных классов легколетучих соединений в РГФ (таблица 3).

Параметры A_{ij} являются расчетными и сравнивают избирательность двух сенсоров в массиве. Как правило, выбирают для расчета сигналы тех сенсоров, пленки которых характеризуются большей селективностью к отдельным классам соединений и, напротив, более универсальные. Минимальные значения A_{ij} , полученные для индивидуальных соединений, служат надежным идентификационным параметром их для смесей. В случае малой выборки проб воспользуемся методологией различения отпечатков пальцев. В качестве реперных выберем именно параметры A_{ij} , так как они максимально отражают постоянство качественного состава запаха проб (таблица 3).

Таблица 3.

Параметры A_{ij} для тестируемых проб

Table 3.

Parameters A_{ij} for the tested samples

№пробы (sample)	Показатель стабильности аромата (Stability of aroma)				
	ПДЭГС/ПВП	Tween/ПВП	ПЭГ-2000/ДЦГ18К6	БКЗ/ПДЭГС	ПчК/ПЭГА
	1	2	3	4	5
1	4,53	1,13	1,47	0,30	0,62
2	1,47	1,00	1,17	0,36	0,53
Для содержания For content	аминов среди всех полярных соединений и воды amines among all polar compounds and water	кислот среди всех полярных соединений и воды acids among all polar compounds and water	доля спиртов, кетонов среди всех кислородсодержащих соединений fraction of alcohols, ketones among all oxygen-containing compounds	циклических аминов среди всех азотсодержащих соединений cyclic amines among all nitrogen-containing compounds	кетонів среди спиртов, кислот, кетонов ketones among alcohols, acids, ketones

Установлено, что по качественному составу пробы различаются более значительно по группам соединений (таблица 3). Проба 2 обеднена указанными группами соединений по сравнению с пробой 1.

Для более наглядной демонстрации различий в запахе проб до и после обработки сопоставим пронормированные различающиеся показатели ω и A_{ij} пробы 2 относительно пробы 1.

Изменение формы нормированного интегрального образа, построенного по относительным количественным и качественным критериям пьезокварцевого микровзвешивания запаха однозначно подтверждает различия в составе равновесных газовых фаз над пробами сыворотки до и после обработки (рисунок 3).

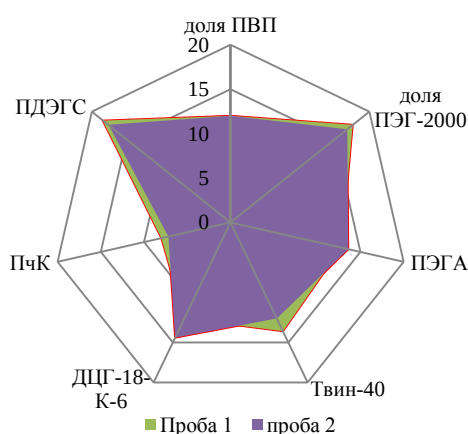


Рисунок 3. Интегральный образ нормированных количественных и качественных показателей для проб 1 (стандарт) и 2 (опыт)

Figure 3. The integral image of the standardized quantitative and qualitative indicators for samples 1 (standard) and 2 (experience)

Для оценки эффективности пастеризации с выбранными условиями рассчитаем степень подобия геометрических фигур ($\varepsilon = 0,165$).

Нативный запах молочной сыворотки остался без изменений, но стал качественнее мягче при дегустационной оценке вследствие того, что 50% состава ЛЛФ запаха изменены приемом пастеризации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шишацкий Ю.И. Обоснование целесообразности применения молочно-растительного экстракта люпина, полученного экстрагированием, в качестве сырья для функциональных продуктов питания // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2016. № 3(61). С. 203–208.

2 Кучменко Т.А., Шуба А.А., Бельских Н.В. Пример решения идентификационных задач в методе пьезокварцевого микровзвешивания смесей некоторых органических соединений // Аналитика и контроль. 2012. Т. 16. № 2. С. 1–11.

3 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.

4 Kuznetsova L. et al. On the potential of lupin protein concentrate made by enzymatic hydrolysis of carbohydrates in dairy-like applications // Agronomy Research. 2014. V. 12. № 3. P. 727–736.

5 Ochoa-Rivas A. et al. Microwave and Ultrasound to Enhance Protein Extraction from Peanut Flour under Alkaline Conditions: Effects in Yield and Functional Properties of Protein Isolates // Food and Bioprocess Technology. 2017. V. 10. № 3. P. 543–555.

6 Lindner J. D. D. et al. 11 Fermented Foods and Human Health Benefits of Fermented Functional Foods // Fermentation processes engineering in the food industry. 2013. P. 263.

7 deMoraesFilho A. F., Shirai A. H., Sturm W. Fermentative Processes // Fermentation Processes Engineering in the Food Industry. 2013. P. 237.

8 Мельникова Е.И., Богданова Е.В., Бурцева М.И., Иванов С.С. Молочно-растительный экстракт люпина - сырье для функциональных продуктов питания // Пищевая промышленность. 2014. № 5. С. 70–72.

9 Черников В.В., Лебедева Л.В., Стряпчих Е.С. Повышение конкурентоспособности отраслевых предприятий на основе продуктовых инноваций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 2. С. 191–193.

10 Бойник В.В., Акритиду Х.П. Микроскопическое исследование корней люпина многолистного // Вестник фармации. 2013. № 2 (60). С. 31–34.

Заключение

Выполненное изучение запаха нативного и пастеризованного МРЭ позволяет заключить, что выбранный прием пастеризации можно рекомендовать в технологии продуктов питания с использованием молочно-растительного экстракта, обогащенного белками люпина.

REFERENCES

1 Shishatsky Yu.I. Substantiation of the expediency of using lupine milk extract, obtained by extraction, as raw material for functional food products. *Voprosy sovremennoi nauki* [Issues of modern science and practice] 2016. no. 3 (61). pp. 203–208. (in Russian)

2 Kuchmenko T.A., Shuba A.A., Belskih N.V. An example of the solution of identification problems in the method of piezoquartz micro-weighting of mixtures of some organic compounds. *Analitika i kontrol'* [Analytics and Control]. 2012. vol. 16. no. 2. pp. 1–11. (in Russian)

3 Kolomnikova Ya.P., Derkanosova A.A., Manukovskaya M.V., Litvinova E.V. Influence of non-dietary vegetative raw materials on biotechnological properties and the structure of buttery dough. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2015. no. 3 (65). pp. 157–160. (in Russian)

4 Kuznetsova L. et al. On the potential of lupin protein concentrate made by enzymatic hydrolysis of carbohydrates in dairy-like applications. *Agronomy Research*. 2014. vol. 12. no. 3. pp. 727–736.

5 Ochoa-Rivas A. et al. Microwave and Ultrasound to Enhance Protein Extraction from Peanut Flour under Alkaline Conditions: Effects in Yield and Functional Properties of Protein Isolates. *Food and Bioprocess Technology*. 2017. vol. 10. no. 3. pp. 543–555.

6 Lindner J. D. D. et al. 11 Fermented Foods and Human Health Benefits of Fermented Functional Foods. *Fermentation processes engineering in the food industry*. 2013. pp. 263.

7 deMoraesFilho A. F., Shirai A. H., Sturm W. Fermentative Processes. *Fermentation Processes Engineering in the Food Industry*. 2013. pp. 237.

8 Melnikova E.I., Bogdanova E.V., Burtseva M.I., Ivanov S.S. Milk-vegetable extract of lupine - raw materials for functional food products. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry] 2014. no. 5. pp. 70–72. (in Russian)

9 Chernikov V.V., Lebedeva L.V., Stryapchikh E.S. Increase of competitiveness of the branch enterprises on the basis of product innovations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2012. no 2. pp. 191–193. (in Russian)

10 Boinik V.V., Akritidu H.P. Microscopic examination of the roots of lupine multilayer. *Vestnik farmatsii* [Bulletin of Pharmacy] 2013. no 2 (60). pp. 31–34. (in Russian)

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

Татьяна А. Кучменко д.х.н., профессор, зав. кафедрой, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tak1907@mail.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,

Руслан У. Умарханов к.т.н., инженер, кафедра физической и аналитической химии, 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 01.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yulian I. Shishatskii doctor of technical sciences, professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Tat'yana A. Kuchmenko doctor of chemical sciences, professor, head of department, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tak1907@mail.ru

Sergei A. Nikel' candidate of technical sciences, assistant professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Ruslan U. Umarkhanov candidate of chemical sciences, engineer, physical and analytical chemistry 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 9.1.2017

ACCEPTED 9.13.2017

Разработка технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием нетрадиционного сырья

Елена А. Соловьева 1 solovyva@yandex.ru
Дмитрий А. Сянов 1 saynov@yandex.ru

¹ Башкирский институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Смоленская 34, г. Мелеуз, 453850, Республика Башкортостан, Россия

Реферат. Полноценное и здоровое питание – одно из наиболее важных и необходимых условий для сохранения жизни и здоровья нации. В последние годы в науке о питании получило развитие новое направление – функциональное питание. Функциональные продукты при систематическом употреблении должны оказывать регулирующее действие на макроорганизм или те или иные органы и системы, обеспечивая безмедикаментозную коррекцию их функции. Функциональные пищевые продукты предназначены для систематического употребления в составе рационов всеми возрастными группами здорового населения. Они снижают риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняют и улучшают здоровье за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов. К физиологически функциональным пищевым ингредиентам относят биологически активные и физиологически ценные, безопасные для здоровья, имеющие точные физико-химические характеристики ингредиенты, для которых выявлены и научно обоснованы свойства и установлены нормы ежедневного потребления в составе пищевых продуктов. Это пищевые волокна, витамины, в частности витамины-антиоксиданты, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты и их источники, пробиотики, пребиотики, синбиотики. Хлебобулочные изделия были и остаются одними из основных продуктов питания населения нашей страны. Ежедневное повсеместное потребление хлеба позволяет считать его одним из важнейших продуктов питания, пищевая ценность которого имеет первостепенное значение. Он обеспечивает более 50% суточной потребности в энергии и до 75% потребности в растительном белке. Поэтому создание хлебобулочных изделий функциональной направленности имеет большое значение для совершенствования рационов питания населения.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, функциональные пищевые продукты, физиологически функциональные пищевые ингредиенты, онкологические заболевания, исследования, показатели качества, разработка, технологии, БАД «Долуцар»

Development of technology for bakery products of functional purpose using non-traditional raw materials

Elena A. Solovyova 1 solovyva@yandex.ru
Dmitrii A. Sanov 1 saynov@yandex.ru

¹ Bashkir Institute of technology and management (branch) of Moscow state University of technologies and managements named after K.G. Razumovsky, Smolenskaya str., 34, Meleuz, 453850, Republic of Bashkortostan, Russia

Summary. Good and healthy nutrition is one of the most important and necessary conditions for conservation of life and health of the nation. In recent years in the science of nutrition a new direction - functional nutrition has developed. Functional nutrition products, when used systematically, should have a regulating effect on the macroorganism or certain organs and systems, providing a non-medicamentous correction of their function. Functional food products are intended for the systematic use in diet in all age-groups of healthy population. Consisting of physiologically functional food ingredients they reduce the risk of developing nutritional diseases, preserve and improve health. Physiologically functional food ingredients include biologically active and physiologically valuable ingredients, safe for health, having precise physicochemical characteristics. Their properties have been identified and scientifically justified, and daily intake of food products has been established. These are dietary fiber, vitamins, in particular vitamins-antioxidants, minerals, polyunsaturated fatty acids and their sources, probiotics, prebiotics, and synbiotics. Bakery products were and remain one of the main food products of the population of our country. Thanks to its daily consumption bread is one of the most important food products, the nutritional value of which is of primary importance. It provides more than 50% of the daily energy requirement and up to 75% of the demand for vegetable protein. Therefore, functional nutrition products are of great importance for improving the diet of the population.

Keywords: bakery products, functional food products, physiologically functional food ingredients, oncological diseases, research, technologies, biologically active additives "Dolutsar".

Для цитирования

Соловьева Е.А., Сянов Д.А. Разработка технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием нетрадиционного сырья // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 104–108. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-104-108

For citation

Solovyova E.A., Sanov F.S. Development of technology for bakery products of functional purpose using non-traditional raw materials. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 104–108. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-104-108

Введение

В настоящее время одной из приоритетных задач государства является совершенствование структуры питания, повышения его качества, в связи с чем определены основные подходы и задачи по созданию новых пищевых продуктов, в том числе хлебобулочных изделий, обогащенных физиологически функциональными пищевыми ингредиентами, и предназначенных как для массового профилактического, так и лечебного питания.

Отечественный ассортимент специализированных хлебобулочных изделий развивается в направлении использования в рецептурах природных ингредиентов, позволяющих повысить в готовых изделиях содержание биологически активных веществ, которые придают функциональную направленность изделиям.

Рост онкологических заболеваний в последние десятилетия привлекает внимание специалистов во всем мире к этому вопросу [4, 5, 6, 10]. Несмотря на то, что этиология рака до конца не изучена, установлено, что в развитие патологии значительную роль играет питание. Для снижения риска развития онкологических заболеваний необходимо совершенствовать рационы питания с включением хлебобулочных изделий, содержащих различные физиологически функциональные ингредиенты (витамины, аминокислоты и пептиды, пищевые волокна, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты и др.) [5]. При этом особую роль играют соединения фенольной структуры – флавоноиды и витамины-антиоксиданты, снижающие окислительные и свободно – радикальные процессы в организме, что является важным для снижения риска развития онкологических заболеваний.

Поэтому разработка хлебобулочных изделий с физиологически функциональными пищевыми ингредиентами является актуальной и имеет научное и практическое значение.

Основная часть

Целью настоящей работы явилась разработка технологии новых видов хлебобулочных изделий, обогащенных физиологически функциональными пищевыми ингредиентами, повышенной пищевой ценностью, снижающих риск развития онкологических заболеваний.

В соответствии с поставленной целью были определены основные направления исследований:

- научно обосновать применение физиологически функциональных ингредиентов при

производстве хлебобулочных изделий, снижающих риск развития онкологических заболеваний;

- определить безопасность БАД «Долюцар»;
- исследовать влияние БАД «Долюцар» на свойства сырья, теста и качества готовых изделий;
- разработать технологии хлебобулочных изделий с физиологически функциональными пищевыми ингредиентами;
- исследовать содержание физиологически функциональных пищевых ингредиентов в разработанных изделиях;
- разработать варианты диетотерапии для профилактики онкологических заболеваний (желудочно-кишечного тракта и рака молочной железы);
- разработать НД на новые виды хлебобулочных изделий;
- провести производственные испытания разработанных изделий.

В Башкирском институте технологий и управления в течение многих лет проводятся работы, направленные на создание продуктов питания функционального назначения [2].

В соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 [1] физиологически функциональным пищевым ингредиентом называют вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 до 50% от суточной физиологической потребности.

Для разработки новых видов хлебобулочных изделий в работе использовали нетрадиционное сырье – биологически активную добавку «Долюцар» (Доминантный Люцерновый Активатор Резистентности), которая производится путем экстракции дистиллированной водой измельченной травы люцерны с последующей термической обработкой под давлением, упариванием и сушкой концентрата.

В состав БАД «Долюцар» в значительном количестве (2,8 г/100 г.) входят флавоноиды, которые обладают широким спектром биологической активности. Флавоноиды проявляют антиоксидантное действие и способны инактивировать различные виды АФК (группа высокоактивных свободнорадикальных частиц и нейтральных

молекул). Наряду с эндогенными антиоксидантами (α -токоферол, убихиноны, аскорбиновая кислота и др.), флавоноидные соединения, поступающие с пищей или лекарствами, принимают участие в защите организма от оксидативного стресса и занимают ведущее место среди экзогенных природных антиоксидантов.

Для разработки новых видов хлебобулочных изделий с использованием БАД «Долюцар», необходимо было изучить его влияние на свойства сырья, теста и качество готовых изделий.

Результаты проведенных исследований показали, что при внесении БАД «Долюцар», в исследуемых дозах происходило укрепление клейковины, что можно объяснить влиянием на клейковинные белки составных компонентов БАД «Долюцар» (органические кислоты) и возможным взаимодействием между клейковинными белками муки и флавоноидами, включающимися в образование клейковинного каркаса.

Реологические свойства теста имеют важное технологическое значение, так как влияют на показатели качества готовых изделий. Реологические свойства теста во многом зависят от количества и химического состава, входящих в него рецептурных компонентов.

Реологические свойства теста оценивали по показателям прибора Реотест-2 по изменению эффективной вязкости теста в зависимости от доз добавляемой БАД «Долюцар».

Результаты исследований показали, что внесение БАД «Долюцар» в исследуемых дозах, влияет на показатель эффективной вязкости исследуемого полуфабриката из пшеничной муки. С увеличением дозы вносимой БАД «Долюцар» наблюдалось увеличение вязкости исследуемого полуфабриката из пшеничной муки. Возможным механизмом такого действия БАД «Долюцар» на реологические свойства проб теста является тот факт, что компоненты БАД «Долюцар» являются конкурентами за воду с коллоидами самой муки (крахмалом, белками, высокомолекулярными пентозанами и т. д.).

Полученные данные подтвердили возможность использования БАД «Долюцар» как рецептурного компонента для приготовления различных хлебобулочных изделий, а также возможность внесения БАД «Долюцар» на любой стадии приготовления теста.

О качестве готовых изделий судили по органолептическим и физико-химическим показателям. Внесение в тесто БАД «Долюцар» не влияет на следующие органолептические

показатели: внешний вид, состояние корок, эластичность мякиша, вкус и запах. Однако, наблюдается изменение цвета корки и мякиша по сравнению с контрольными образцами. Изменение цвета происходит в результате внесения БАД «Долюцар», т. к. ее окраска темно-коричневая. Влажность изделий независимо от способа приготовления составляла 39,5–41,5%. Удельный объем и пористость мякиша с увеличением дозы БАД «Долюцар» изменялись и были наибольшие при внесении 0,4% БАД «Долюцар».

С целью изучения взаимодействия БАД «Долюцар» с основными компонентами, определяющими структуру хлебобулочных изделий, нами была проведена идентификация морфологического строения проб хлеба, приготовленных с внесением 0,4% БАД «Долюцар». Контролем служила проба хлеба, приготовленная без внесения БАД «Долюцар» (рисунок 1).

При изучении морфологического строения пробы хлеба с БАД «Долюцар», представленного на рисунке 2, можно сказать, что не растворившиеся частицы БАД «Долюцар» обнаруживались в качестве отдельных включений на белковой матрице, образуя комплекс с ней, а также часть БАД «Долюцар» практически равномерно распределилась внутри крахмальных зерен в виде мелких вкраплений (на рисунке 2б). Такое распределение БАД «Долюцар» среди структурных компонентов хлебобулочных изделий, вероятно, может снижать атакуемость крахмала и белков соответственно амилалитическими и протеолитическими ферментами, во-первых, в результате распределения БАД «Долюцар» в крахмальных зернах, за счет чего происходит укрепление их структуры и, соответственно, снижение атакуемости крахмала амилазами, и, во-вторых, за счет образования комплекса белка с частицами БАД «Долюцар».

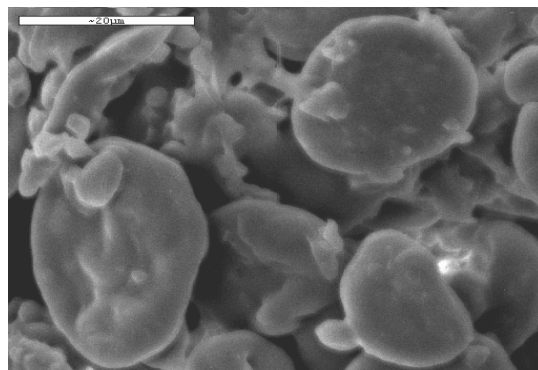


Рисунок 1. Микроструктура хлеба без добавления БАД «Долюцар» (x 2000) (контроль)

Figure 1. Microstructure of bread without addition of dietary supplements "Doluytsar" (x 2000) (control)

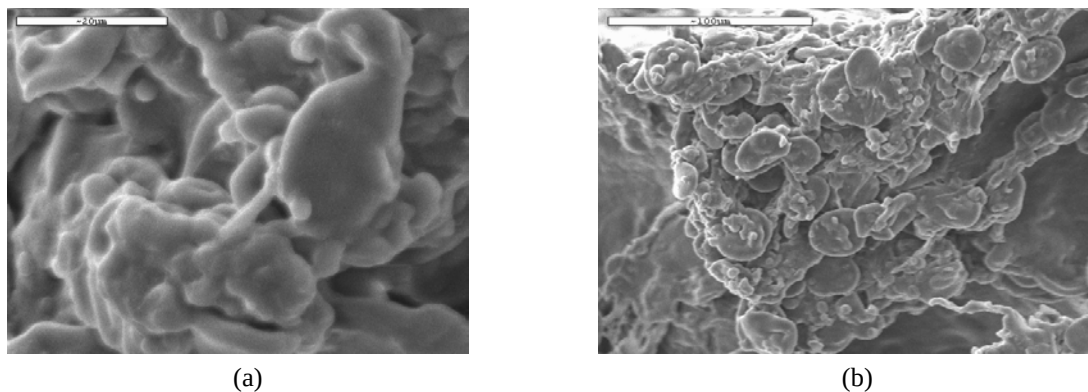


Рисунок 2. Микроструктура хлебобулочных изделий с добавлением 0,4% БАД «Доллюцар»: (а) (х 2000); (б) (х 500)
Figure 2. Microstructure of bakery products with the addition of 0,4% of the “Doljatsar” dietary supplements: (a) (x 2000); (b) (x 500)

Образование новых связей между белками клейковины и флавоноидами БАД «Доллюцар» может происходить за счет хиноидных группировок $>C=O$ и H_2N- групп остатков основных аминокислот ($>C=N-$) или не ковалентных взаимодействий (гидрофобные, водородные) при участии алифатических радикалов и групп –ОН флавоноидов, с одной стороны, и различных гидрофильных и гидрофобных группировок белков – с другой. Следствием образования новых связей является укрепление клейковины, улучшение реологических свойств теста и качества хлеба с добавлением БАД «Доллюцар». Таким образом, с помощью проведенных морфологических исследований было установлено, что БАД «Доллюцар» участвовал в образовании комплексных соединений с основными компонентами рецептуры, формирующими структуру мякиша хлеба.

В работе было проведено комплексное лечебное мероприятие для онкологических больных на фоне лечебно-профилактической диетотерапии, с включением в рационы питания для онкобольных разработанные изделия – хлеб «Люцевит» и лепешку «Будь здорова» для введения дополнительного количества незаменимых аминокислот, флавоноидов, витаминов-антиоксидантов, пищевых волокон.

Закключение

Проведенные исследования позволили разработать проекты нормативной документации

ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения».
- 2 Соловьева Е.А. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий функционального назначения - одна из основных проблем для специалистов отрасли. // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 23. С. 140-144..
- 3 Цыганова Т.Б. Функциональные хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия для включения в рационы питания населения российской федерации.//

на новые виды хлебобулочных изделий, обогащенных физиологически функциональными пищевыми ингредиентами.

На ОАО «Стерлитамакский хлебокомбинат» (г. Стерлитамак, Республика Башкортостан) были проведены испытания хлебобулочных изделий, обогащенных физиологически функциональными пищевыми ингредиентами.

Проведенные производственные испытания показали, что технология приготовления хлебобулочных изделий приемлема для производства в условиях хлебозавода и данный вид изделия целесообразно вырабатывать на хлебопекарных предприятиях для расширения ассортимента хлебобулочных изделий функционального назначения.

Проведя исследования по разработке хлебобулочных изделий с физиологически функциональными пищевыми ингредиентами – научно обосновано и экспериментально подтверждена целесообразность обогащения хлебобулочных изделий физиологически функциональными пищевыми ингредиентами, путем использования БАД «Доллюцар», белка яичного сухого, целлюлозы микрокристаллической, витаминного препарата «Аекол», раствора токоферола, масла подсолнечного, позволяющих покрыть суточную потребность человека в биологически активном компоненте – флавоноидах, в количестве 23,5%, что позволяет отнести разработанные изделия к функциональным продуктам питания.

В сборнике: Инновационные технологии для производства продуктов питания функционального назначения Сборник материалов. 2012. С. 80-81

4 Чубенко Н.Т., Костюченко М.Н., Киндра Н.А. Вопросы освоения производства функциональных хлебобулочных изделий // Хлебопечение России. 2012. №3. С. 4–6.

5 Шатнюк Л.Н., Коденцова В.М., Вржесинская О.А. Хлеб и хлебобулочные изделия как источник и носитель микронутриентов в питании россиян // Хлебопечение России. 2012. № 3. С. 20–23.

6 Collar C., Angioloni A. Nutritional and functional performance of high β -glucan barley flours in breadmaking: Mixed breads versus wheat breads // European Food Research and Technology. 2014. V. 238. № 3. P. 459-469.

7 Fitzgerald C., Gallagher E., Doran L., Auty M. et al. Increasing the health benefits of bread: Assessment of the physical and sensory qualities of bread formulated using a renin inhibitory *Palmaria palmata* protein hydrolysate // Food Science and Technology. 2014. V. 56. № 2. P.398-405

8 Menezes B.S., Coelho M.S., Meza S.L.R., Salas-Mellado M. et al. Macroalgal biomass as an additional ingredient of bread // International Food Research Journal. 2015. V. 22. № 2. P. 812-817

9 Różyło R., Gawlik-Dziki U., Dziki D., Jakubczyk A. et al. Wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) pulp as a functional food product // Food Technology and Biotechnology. 2014. V. 52. № 4. P. 430-438.

10 Sagawa T.I.H., Kato I. Fucoidan as functional food stuff. Structure and biological potency // Japanese Journal of Phycology (Sorui). 2003. V. 51. P. 19-25.

11 Родионова Н.С., Дерканосова А.А. Анализ экономической эффективности инновационной технологии производства мучных кондитерских изделий для бортового питания // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2011. № 4. С. 58-60.

REFERENCES

1 GOST R 52349-2005 "Produkty pishchevye" [State standard 52349-2005 "Food functional. Terms and definitions"] (in Russian)

2 Solov'eva E. A. Expanding the range of bakery products functional purpose- one of the major challenges for industry professionals. *Izvestiya mezhdunarodnoi akademii agrarnogo obrazovaniya* [Proceedings of the International Academy of agrarian education] 2015. no. 23. pp. 140-144. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Соловьева доцент, кафедра машины и аппараты пищевых производств, Башкирский институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ул. Смоленская 34, г. Мелеуз, 453850, Республика Башкортостан, Россия, solovyva@yandex.ru

Дмитрий А. Сьянов доцент, кафедра машины и аппараты пищевых производств, Башкирский институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ул. Смоленская 34, г. Мелеуз, 453850, Республика Башкортостан, Россия, saynov@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Дмитрий А. Сьянов консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2017

3 Tsyganova T. B. Functional bakery, confectionery and pasta for inclusion in the diets of the population of the Russian Federation. *Innovatsionnye tekhnologii dlya proizvodstva produktov* [In the book: Innovative technologies for the production of food products of functional purpose the Collection of materials] 2012. pp. 80-81 (in Russian)

4 Chubenko N. T., Kostyuchenko M. N., Kindra N.A. The development of the production of functional bakery products. *Khlebopechenie Rossii* [Bakery Russia] 2012. no. 3. pp. 4-6. (in Russian)

5 Shatnyuk L. N., Kodentsova V. M., Vrzhesinskaya O. A. Bread and bakery of the product as the source and carrier of micronutrients in the diet of Russians *Khlebopechenie Rossii* [Bakery Russia] 2012. no. 3. pp. 20-23. (in Russian)

6 Collar C., Angioloni A. Nutritional and functional performance of high β -glucan barley flours in breadmaking: Mixed breads versus wheat breads. *European Food Research and Technology*. 2014. vol. 238. no. 3. pp. 459-469.

7 Fitzgerald C., Gallagher E., Doran L., Auty M. et al. Increasing the health benefits of bread: Assessment of the physical and sensory qualities of bread formulated using a renin inhibitory *Palmaria palmata* protein hydrolysate. *Food Science and Technology*. 2014. vol. 56. no. 2. pp.398-405

8 Menezes B.S., Coelho M.S., Meza S.L.R., Salas-Mellado M. et al. Macroalgal biomass as an additional ingredient of bread. *International Food Research Journal*. 2015. vol. 22. no. 2. pp. 812-817

9 Różyło R., Gawlik-Dziki U., Dziki D., Jakubczyk A. et al. Wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) pulp as a functional food product. *Food Technology and Biotechnology*. 2014. vol. 52. no. 4. pp. 430-438.

10 Sagawa T.I.H., Kato I. Fucoidan as functional food stuff. Structure and biological potency. *Japanese Journal of Phycology (Sorui)*. 2003. vol. 51. pp. 19-25.

11 Rodionova N.S., Derkanosova A.A. Analysis of the economic efficiency of innovative technology for the production of flour confectionery products for boronov nutrition. *Vestnik VGUET* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2011. no. 4. pp. 58-60. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Solovyova assistant professor, machines and apparatuses of food production department, Bashkir Institute of technology and management (branch) of Moscow state University of technologies and managements named after K.G. Razumovsky, Smolenskaya str., 34, Meleuz, 453850, Republic of Bashkortostan, Russia, solovyva@yandex.ru

Dmitrii A. Sanov assistant professor, machines and apparatuses of food production department, Bashkir Institute of technology and management (branch) of Moscow state University of technologies and managements named after K.G. Razumovsky, Smolenskaya str., 34, Meleuz, 453850, Republic of Bashkortostan, Russia, saynov@yandex.ru

CONTRIBUTION

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

Dmitrii A. Sanov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.1.2017

ACCEPTED 8.1.2017

Разработка технологии сметанного продукта с увеличенным сроком годности

Любовь В. Голубева¹ golubevalv@inbox.ru
Ольга И. Долматова¹ olgadolmatova@rambler.ru
Юлия Г. Медко¹ meatech@yandex.ru

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

Реферат. Характерной особенностью сметанных продуктов является получение путем сквашивания рекомбинированных сливок из натурального коровьего молока сырого, сухого молока и/или его заменителей, сухих сливок и/или их заменителей, белка растительного происхождения и заменителя молочного жира, с добавлением или без добавления продуктов переработки молока путем сквашивания чистыми культурами молочнокислых бактерий с добавлением или без добавления стабилизаторов, ароматизаторов, консервантов и предназначенный для непосредственного использования в пищу. Применение в молочных продуктах заменителей молочного жира уже давно практикуется производителями. Преимущества ЗМЖ перед молочным жиром очевидны: в составе отсутствует холестерин, что уменьшает риск возникновения сердечных заболеваний; содержит ненасыщенные жирные кислоты, которые полезны для организма и быстрее усваиваются; при добавлении заменителя молочного жира консистенция продукта улучшается; ЗМЖ дешевле, чем натуральный молочный жир, в результате чего конечный продукт по стоимости доступнее. Продукты на основе ЗМЖ показаны людям, страдающим сахарным диабетом, гипертонией или лактозной непереносимостью. Проведена выработка сметанного продукта по стандартной технологической схеме с добавлением операции внесения раствора хитозана перед стадией заквашивания. Обоснован состав и рациональное соотношение раствора хитозана в рецептуре сметанного продукта. Проведена оценка качества по: органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Доказано, что внесение раствора хитозана в состав сметанного продукта приводит к более стабильному и длительному сохранению показателей качества и безопасности продукции и увеличению срока годности. Возможна реализация полученных результатов в промышленных условиях.

Ключевые слова: сметный продукт, хитозан, срок годности

Development of technology of sour cream product with increased shelf life

Lyubov V. Golubeva¹ golubevalv@inbox.ru
Olga I. Dolmatova¹ olgadolmatova@rambler.ru
Yuliya G. Medko¹ meatech@yandex.ru

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

Summary. A characteristic feature of sour cream products is the production of recombined cream from natural raw cow milk, dried milk and / or its substitutes, dry cream and / or its substitutes, vegetable protein and milk fat substitute, with or without the addition of milk processing products by fermentation with pure cultures of lactic acid bacteria with or without the addition of stabilizers, flavors, preservatives and used as a food. The use of milk fat substitutes (MFS) in dairy products has long been practiced by producers. The advantages of MFS are obvious: the composition lacks cholesterol, which reduces the risk of heart disease; contains unsaturated fatty acids, which are useful for the body and are quickly digested; when the milk fat substitute is added, the consistency of the product improves; MFS is cheaper than natural milk fat, which results in more affordable price for the end product. Products based on MFS are developed for people suffering from diabetes, hypertension or lactose intolerance. The production of sour cream product according to the standard technological scheme with the addition of the operation of chitosan solution introduction before the fermentation stage was carried out. The composition and the rational ratio of the chitosan solution in the sour cream product are justified. The quality evaluation was carried out according to organoleptic, physico-chemical and microbiological indicators. It is proved that chitosan solution introduction into sour cream product composition results into a more stable and long-term preservation of the quality and safety indices of the products and an increase in the shelf life. It is possible to implement the results obtained in industrial conditions

Keywords: sour cream product, chitosan, shelf life

Для цитирования

Голубева Л.В., Долматова О.И., Медко Ю.Г. Разработка технологии сметанного продукта с увеличенным сроком годности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 109–114. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-109-114

For citation

Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Medko Yu.G. Development of technology of sour cream product with increased shelf life. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 109–114. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-109-114

Введение

Недостаток молочного сырья в России усиливает интерес специалистов пищевой отрасли к разработке и совершенствованию технологий молокосодержащих продуктов, основное отличие которых от традиционных – наличие в составе рецептур растительных аналогов молочного сырья, в том числе жиров и масел. Такой подход позволяет производить продукты, в том числе сметанные, близкие по своим свойствам к традиционным молочным продуктам, но выгодно отличающиеся низкой себестоимостью [1–5].

В связи с актуальностью темы ведутся разработки новых видов сметанного продукта с разнообразными функциональными свойствами. Авторы предлагают использовать в качестве функционального ингредиента хитозан [6, 7].

Целью данной работы является разработка сметанного продукта обогащенного раствором хитозана для пролонгирования срока годности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- обоснование выбора компонентов сметанного продукта и массовой доли раствора хитозана в продукте;
- разработка технологии сметанного продукта обогащенного хитозаном;
- исследование органолептических, физико-химических и микробиологических показателей обогащенного сметанного продукта.

Материалы и методы

Объектами исследования являются сырье: сливки, заменитель молочного жира (ЗЖМ), сухое обезжиренное молоко, стабилизаторы консистенции, соли-стабилизаторы, закваска для сметаны; хитозан водорастворимый; сметанный продукт с добавлением раствора хитозана и контрольный образец (сметанный продукт без хитозана).

Оценку качества продукта проводили по:

- органолептическим показателям в соответствии с требованиями ГОСТ 3622, ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011;
- физико-химическим показателям: массовая доля жира по ГОСТ 5867-90; титруемая кислотность по ГОСТ 3624-92;
- микробиологическим показателям по ГОСТ 32901-2014: БГКП; дрожжи и плесени; КМАФАнМ.

Результаты и обсуждение

Характерной особенностью сметанных продуктов является получение их путем сква-

шивания рекомбинированных сливок, из натурального коровьего молока сырого, сухого обезжиренного (цельного) молока и/или его заменителей, сухих сливок и/или их заменителей, белка растительного происхождения и заменителя молочного жира, с добавлением или без добавления продуктов переработки молока путем сквашивания чистыми культурами молочнокислых бактерий с добавлением или без добавления стабилизаторов, ароматизаторов, консервантов и предназначенный для непосредственного использования в пищу.

Применение в молочных продуктах заменителей молочного жира уже давно практикуется производителями. Преимущества ЗМЖ перед молочным жиром очевидны: в составе отсутствует холестерин, следовательно, уменьшается риск возникновения сердечных заболеваний; содержатся ненасыщенные жирные кислоты, которые полезны для организма и быстрее усваиваются; при добавлении заменителя молочного жира консистенция продукта улучшается; он дешевле, чем натуральный молочный жир, в результате чего конечный продукт по стоимости доступнее. Продукты на основе ЗМЖ показаны людям, страдающим сахарным диабетом, гипертонией или лактозной непереносимостью.

Технологический процесс производства сметанного продукта с хитозаном представлен на рисунке 1.

Технологические стадии производства сметанного продукта проводят следующим образом.

Сливки, предназначенные для производства сметанного продукта, получают рекомбинированием жиросодержащего сырья (сливки, заменитель молочного жира) и сухого обезжиренного молока.

Сухие компоненты растворяют в емкостях с обогреваемой рубашкой и мешалкой, обеспечивающей равномерное интенсивное перемешивание.

В емкость набирают рецептурное количество воды, нагревают ее до температуры 35–40 °С и при постоянном перемешивании вносят сухие компоненты. Смесь подвергают интенсивному перемешиванию с помощью диспергатора до полного растворения внесенных компонентов. Затем смесь фильтруют через фильтр с металлической сеткой и перекачивают в емкость с обогреваемой рубашкой для составления смеси. В этой емкости восстановленные сухие компоненты подогревают до температуры 55–60 °С.

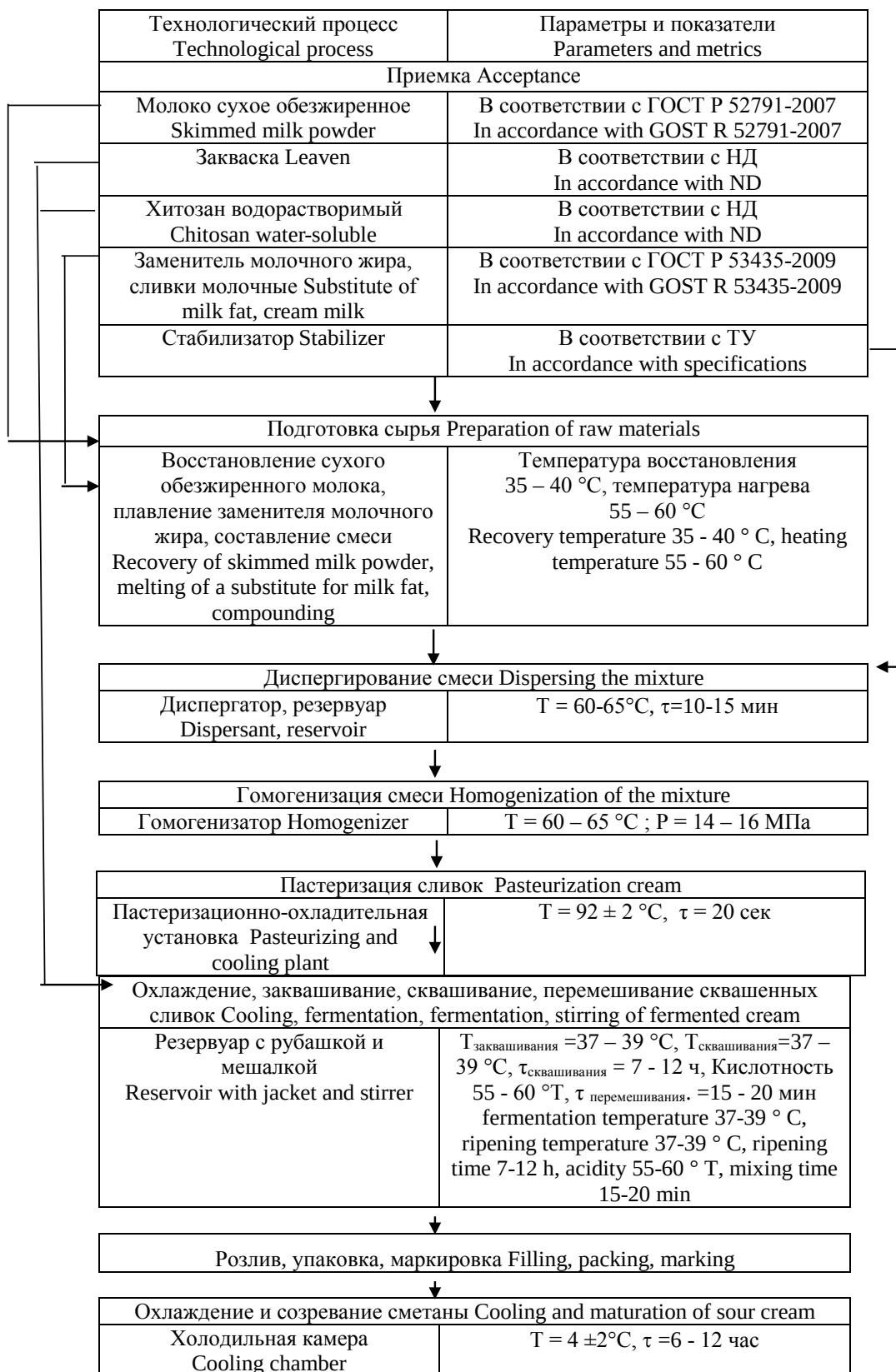


Рисунок 1. Технологический процесс производства сметанного продукта с хитозаном

Figure 1. Technological process of production of sour cream with chitosan

Заменитель молочного жира предварительно с помощью маслорезки нарезают на куски 1,5–2 кг и расплавляют в плавителе при температуре не выше 63 °С при непрерывном

перемешивании. Расплавленные жировые компоненты поступают в емкость для составления смеси. Данные по показателям качества молоко-содержащих сливок даны в таблице 1.

Показатели качества молочкосодержащих сливок

Table 1.

Quality indicators of milk cream

Наименование показателя Indicator name	Значение Value
Массовая доля жира, % / Mass fraction of fat, %	20,5
Титруемая кислотность, °T / Titrated acidity, °T	14,0
Вкус Taste	сливочный сладкий, без посторонних привкусов creamy sweet, without foreign flavors
Запах Smell	чистый, свойственный сливкам, без посторонних запахов pure, characteristic of cream, without foreign odors
Цвет / Colour	Кремовый / cream
Консистенция Consistency	однородная по всей массе homogeneous throughout the mass

Приготовленную смесь диспергируют в течение 10–15 мин и при необходимости подогревают до температуры гомогенизации 60–65 °C.

В процессе смешивания компонентов молочного и растительного сырья в смесь вносят стабилизаторы консистенции и соли-стабилизаторы.

Соли-стабилизаторы применяют для повышения термоустойчивости сливок с целью предотвращения получения продукта с крупитчатой консистенцией.

Стабилизаторы консистенции вносят в предварительно подготовленном виде в соответствии с инструкцией по применению стабилизатора, рекомендованной фирмой-производителем.

Подготовленную смесь направляют на гомогенизацию при температуре 60–65 °C и давлении 14–16 МПа.

Гомогенизированную смесь пастеризуют при температуре (94 ± 2) °C с выдержкой 20 сек.

Вносят водный раствор хитозана с разной массовой долей (таблица 2). Дозировка подобрана органолептически, учитывая свойственную хитозану горечь.

Таблица 2.

Дозировка растворов хитозана

Table 2.

Dosage of chitosan solutions

№ образца sample number	Массовая доля раствора хитозана в смеси, % Mass fraction of chitosan solution in the mixture, %	Объем раствора хитозана в смеси, см ³ /дм ³ The volume of the solution of chitosan in the mixture, cm ³ / dm ³	Массовая доля хитозана в растворе, % Mass fraction of chitosan in solution, %
1	3	30	1
2	5	50	1
3	7	70	1
4	1	10	3
5	3	30	3
6	5	50	3
7	1	10	5
8	3	30	5
9	1	10	7
10	3	30	7

Процесс заквашивания и сквашивания смеси осуществляют в резервуарах, имеющих охлаждающие рубашки и мешалки, рассчитанные на перемешивание продуктов повышенной вязкости.

Пастеризованную смесь охлаждают до температуры заквашивания. Закваску прямого внесения добавляют в смесь при температуре заквашивания, после чего заквашенную смесь перемешивают в течение 15 мин и оставляют в покое для сквашивания.

Смесь сквашивают до образования плотного сгустка и уровня титруемой кислотности 60 °T.

Результаты определения титруемой кислотности контрольного и исследуемых образцов и необходимое для каждого образца время сквашивания даны в таблице 3.

Таблица 3.

Параметры процесса сквашивания сметанного продукта

Table 3.

Parameters of the process of fermentation of sour cream product

№ образца sample number	Время сквашивания, час / Титруемая кислотность, °T Time of fermentation, hour / Titrated acidity, °T					
1	1	2	3	4	5	6
2	22	34	47	60	—	—
3	24	41	54	61	—	—
4	19	33	46	60	—	—
5	25	42	51	62	—	—
6	23	37	44	56	63	—
7	24	38	46	57	62	—
8	21	36	44	57	62	—
9	19	31	43	51	58	66
10	18	23	31	45	52	60
Контроль	28	36	50	64	—	—

Определено, что при увеличении массовой доли хитозана в растворе время свквашивания сметанного продукта возрастает, но данная закономерность может иметь положительный эффект при хранении.

После окончания процесса сквашивания продукт перемешивают в резервуаре посредством мешалок с одновременным охлаждением ледяной водой, подаваемой в межстенное пространство резервуара в течение 20 минут. Далее продукт подают на фасовку с помощью насоса и дополнительного устройства для охлаждения продукта.

При перемешивании, перекачивании и фасовке сквашенного продукта рекомендуется избегать интенсивного механического воздействия, подсоса воздуха, отрицательно влияющих на качество готового продукта.

Продукт фасуют в потребительскую и транспортную тару. Продолжительность фасовки продукта из одной емкости не должна превышать 4 ч.

Сметанный продукт охлаждают в холодильных камерах до температуры $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Одновременно с охлаждением происходит процесс созревания, в течение которого продукт приобретает оптимальную кислотность, накапливаются ароматические вещества, и происходят процессы структурообразования, приводящие к более густой консистенции. Во время охлаждения и созревания продукт не должен подвергаться механическому воздействию (переворачиванию, встряхиванию упаковки и т. п.). Продолжительность охлаждения и созревания продукта составляет 6–12 ч.

После охлаждения и созревания технологический процесс считается законченным и продукт готов к реализации.

Расфасованный в стаканчики по 100 г. сметанный продукт, упакованный в отдельную коробку, отправляли на хранение на 40 суток. Срок годности сметанного продукта без добавок составляет 30 суток. Отбор проб для анализов производили каждые 10 суток.

Изучены органолептические, физико-химические и микробиологические показатели десяти образцов сметанных продуктов с хитозаном (с разной массовой долей) и контрольного образца свежесыворотанных, а также при хранении.

Через 40 суток хранения образцы сметанных продуктов с хитозаном имели чистый кисло-молочный вкус, без посторонних привкусов и запахов, однородную консистенцию, белый с кремовым оттенком цвет, равномерный по всей массе. В контрольном образце отмечен кислый вкус и расслоение продукта.

В сметанных продуктах с хитозаном выявлено нарастание титруемой кислотности в допустимых пределах через 40 суток хранения, тогда как контрольный образец превысил титруемую кислотность $100 ^\circ\text{T}$ и считался испорченным.

Микробиологические показатели анализируемых образцов представлены в таблице 4. БГПК во всех образцах не обнаружены.

Таблица 4.
КМАФАнМ в сметанных продуктах
при хранении

Table 4.
QMAFAnM in sour-cream products
during storage

№ образца sample number	КМАФАнМ, КОЕ/г QMAFAnM			
	Срок хранения, сут Shelf life, days			
	10	20	30	40
1	54×10^6	41×10^6	25×10^6	9×10^6
2	52×10^6	39×10^6	26×10^6	7×10^6
3	50×10^6	36×10^6	25×10^6	8×10^6
4	55×10^6	41×10^6	26×10^6	7×10^6
5	52×10^6	40×10^6	25×10^6	6×10^6
6	57×10^6	39×10^6	24×10^6	6×10^6
7	53×10^6	38×10^6	24×10^6	6×10^6
8	58×10^6	41×10^6	22×10^6	5×10^6
9	51×10^6	38×10^6	23×10^6	5×10^6
10	50×10^6	38×10^6	23×10^6	5×10^6
Контроль	56×10^6	40×10^6	22×10^6	4×10^6

Таблица 5.
Количество дрожжей и плесеней в сметанных
продуктах при хранении

Table 5.
Quantity of yeasts and molds in sour cream
products during storage

№ образца sample number	Дрожжи, КОЕ/г Yeast				Плесени, КОЕ/г Molds			
	Срок хранения, сут Shelf life, day							
	10	20	30	40	10	20	30	40
1	0	20	30	40	0	10	20	30
2	0	10	20	30	0	0	20	30
3	0	10	20	20	0	0	10	20
4	0	0	10	20	10	10	10	10
5	0	0	10	10	0	0	0	10
6	0	0	0	10	0	0	10	10
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
Контроль Control	0	30	40	50	0	20	30	40

Проведенный анализ полученных данных показал, что применение раствора хитозана подавляет патогенные микроорганизмы.

Молочнокислые организмы к концу срока годности (40 сут) в образцах присутствуют в количествах, менее допустимого (норма $\geq 1 \times 10^7$).

Образцы № 9–10, несмотря на подавление микробиальной порчи не рекомендованы к употреблению. Со временем в них значительно ухудшились органолептические показатели: появилась горечь и вязкий вкус.

Установлено, что наиболее рациональными для использования являются образцы № 5–6.

Заключение

Обоснован состав и рациональное соотношение раствора хитозана в рецептуре сметанного продукта.

Доказано, что внесение раствора хитозана в состав сметанного продукта приводит к более

стабильному и длительному сохранению показателей качества и безопасности продукции и увеличению их срока годности.

Разработана технология получения сметанного продукта с раствором хитозана.

Возможна реализация полученных результатов в промышленных условиях.

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 poly-component dry mix for enriched soft ice cream // Indian Journal of Science and Technology. 2015. V. 8. № 29. P. 1-7.

3 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.

4 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.

5 Melnikova E.I., Stanislavskaya E.B., Korotkov E.G. Preparation and use of whey protein microparticulate in symbiotic drink technology // Foods and Raw Materials 2015. V. 3. № 2. P. 96-104.

6 Евдокимов И.А., Василисин С.В., Алиева Л.Р. Основные направления применения хитозана в технологиях молочных продуктов // Переработка молока. 2015. № 2. С. 33.

7 Садовой В.В., Левченко С.А., Евдакимов И.А., Алиева Л.Р. и др. Исследование молекулярных структур хитозана и сукцината хитозана // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 3. С. 34–36.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Любовь В. Голубева д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, golubevalv@inbox.ru

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

Юлия Г. Медко аспирант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, meatech@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Любовь В. Голубева консультация в ходе исследования

Ольга И. Долматова написала рукопись, редактировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Юлия Г. Медко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.09.2017

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 poly-component dry mix for enriched soft ice cream // Indian Journal of Science and Technology. 2015. vol. 8. no. 29. pp. 1-7.

3 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.

4 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.

5 Melnikova E.I., Stanislavskaya E.B., Korotkov E.G. Preparation and use of whey protein microparticulate in symbiotic drink technology. Foods and Raw Materials 2015. vol. 3. no. 2. pp. 96-104.

6 Evdokimov I.A., Vasilev S.V., Alieva L.R. The main directions of the use of chitosan in the technology of dairy product. *Pererabotka moloka* [Processing of milk] 2015. no. 2. pp. 33. (in Russian)

7 Sadovoy V.V., Levchenko S.A., Evdakimov I.A., Alieva L.R. et al. Investigation of the molecular structures of chitosan and succinate chitosan. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials] 2010. no. 3. – pp. 34–36. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyubov V. Golubeva doctor of technical sciences, professor, technology of animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, golubevalv@inbox.ru

Olga I. Dolmatova candidate of technical sciences, assistant professor, technology of animal products, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olgadolmatova@rambler.ru

Yuliya G. Medko graduate student, technology of animal products, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, meatech@yandex.ru

CONTRIBUTION

Lyubov V. Golubeva consultation during the study

Olga I. Dolmatova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Yuliya G. Medko review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.8.2017

ACCEPTED 9.11.2017

Исследование качественных показателей сафлорового масла

Есмурат З. Матеев¹ mateew@mail.ru
Анастасия В. Терёхина¹ gorbatoval.nastia@yandex.ru
Максим В. Копылов¹ kopylov-maks@yandex.ru

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

Реферат. Жирнокислотный состав растительных масел является основополагающей качественных характеристик. Для определения жирнокислотного состава использовалась колонка SP-2560 и газовый хроматограф «Хромотэк 5000.1». В результате исследований установлено, что в сафлоровом масле преобладают жирные кислоты 18 и 16 групп, содержание остальных жирных кислот в сумме составляет 1,2%. В исследуемом образце наблюдается преобладание омега-6 жирных кислот (концентрация 80% линолевой и γ -линоленовой жирных кислот). Омега-6 жирные кислоты помогают организму сжигать излишки жиров, вместо того чтобы откладывать их впрок. Натуральные жирные кислоты – кирпичики человеческих простагландинов, гормоноподобных веществ, способствующих нормализации кровяного давления, контролирующих мышечные сокращения и участвующих в иммунном ответе организма. К качественным характеристикам растительного масла относятся также физико-химические показатели. Кислотное число сафлорового масла составило КЧ = 1,07 мгКОН/г, перекисное число ПЧ = 8,09 ммоль/кгО₂, анизидиновое число сафлорового масла АЧ = 3,25. Влажность рапсового масла 0,03%. Сафлоровое масло возможно использовать в качестве биотоплива, низшая теплота его сгорания равна 36,978 МДж/кг; плотность – 913 кг/м³; кинематическая вязкость 85,6 мм²/с. По сравнению с рапсовым маслом наблюдается снижение удельного эффективного расхода топлива на 2,08%. Полученные данные жирнокислотного состава анализируемого образца сафлорового масла хорошо соотносятся с литературными данными, что свидетельствует о высокой точности проводимых исследований, исследуемый образец не относится к высокоолеиновым растительным маслам. Полученные значения для качественных характеристик свидетельствуют о перспективах использования данного вида масла непосредственно в пищу, а также для производства маслянистой продукции, такой как майонезы, соусы, спреды.

Ключевые слова: сафлор, жирнокислотный состав, масло, прессование, хроматографирование, качество

Research of qualitative indicators of safflower oil

Yesmurat Z. Mateyev¹ mateew@mail.ru
Anastasia V. Terekhina² gorbatoval.nastia@yandex.ru
Maksim V. Kopylov¹ kopylov-maks@yandex.ru

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

Summary. Fatty acid composition of vegetable oils is the fundamental quality characteristics. To determine the fatty acid composition, the SP-2560 column and Chromotek 5000.1 gas chromatograph were used. As a result of the studies it was established that fatty acids of 18 and 16 groups prevail in safflower oil, the content of the remaining fatty acids in the total is 1.2%. In the test sample, the prevalence of omega-6 fatty acids (concentration of 80% of linoleic and γ -linolenic fatty acids) is observed. Omega-6 fatty acids help the body burn excess fat, instead of postponing it for future use. Natural fatty acids are the bricks of human prostaglandins, mountain-monopodic substances that help normalize blood pressure, control muscle contractions and participate in the immune response of the body. The qualitative characteristics of vegetable oil are also physicochemical indicators. The acid number of safflower oil was 1.07 mgKOH/g, the peroxide number was 8.09 mmol/kgO₂, the anisidine number of safflower oil was 3.25. Moisture of rapeseed oil is 0.03%. Safflower oil can be used as a biofuel, the lowest heat of its combustion is 36.978 MJ/kg; density – 913 kg/m³; kinematic viscosity 85.6 mm²/s. In comparison with rapeseed oil, the specific effective fuel consumption is reduced by 2.08%. The obtained fatty acid content of the analyzed sample of safflower oil is well correlated with the literature data, which indicates the high accuracy of the studies, the sample does not belong to the high oleic vegetable oils. The obtained values for qualitative characteristics indicate the prospects of using this type of oil directly in food, as well as for the production of oilseeds, such as mayonnaise, sauces, spreads.

Keywords: safflower, fatty acid composition, oil, pressing, chromatography, quality

Введение

Сафлоровое масло получают из семян сафлора, однолетнего цветущего растения. Средняя урожайность семян составляет 10–12 ц/га, при благоприятных условиях достигает более 20 ц/га. Сафлор (рисунок 1) выращивают преимущественно как масличную культуру. Его семена содержат 25–37% (в ядре 46–60%) полувысыхающих масел и до 12% белка. Сафлоровое масло приближается по вкусовым качествам подсолнечному и оливковому маслам, его используют в пищевых целях для изготовления маргарина, спредов и майонезов с купажированными масличными основами.

Сафлоровое масло содержит крайне мало насыщенных жиров и много ненасыщенных. Это делает его отличным диетическим продуктом для людей, страдающих от сердечно-сосудистых заболеваний [1–6].

Высокое содержание витамина Е в сафлоровом масле превращает его в своеобразный антиоксидант, который очищает организм от свободных радикалов, которые приводят к старению клеток, и возникновению кардиологических и онкологических болезней. Сафлоровое масло относится к полувысыхающим растительным маслам также, как и подсолнечное [7–10].

Для цитирования

Матеев Е.З., Терёхина А.В., Копылов М.В. Исследование качественных показателей сафлорового масла // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 115–119. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-115-119

For citation

Mateyev Ye.Z., Terjohina A.V., Kopylov M.V. Research of qualitative indicators of safflower oil. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 115–119. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-115-119



Рисунок 1. Сафлор

Figure 1. Safflower

Жирнокислотный состав растительных масел является основополагающей качественных характеристик. Согласно литературным данным [1] в таблице 1 приведен жирнокислотный состав сафлорового масла и сафлорового масла с высоким содержанием олеиновой кислоты.

Жирнокислотный состав сафлорового масла

Таблица 1.

Table 1.

Fatty acid composition of safflower oil

Кислота Acid	Группа Group	Сафлоровое масло Safflower oil	Высокоолеиновое сафлоровое масло Highly oleic safflower oil
Лауриновая Lauric	C 12:0	НО	НО – 0,2
Миристиновая Myristic	C 14:0	НО – 0,2	НО – 0,2
Пальмитиновая Palmitic	C 16:0	5,3–8,0	3,6–6,0
Пальмитолеиновая Palmitoleic	C 16:1	НО – 0,2	НО – 0,2
Стеариновая Stearic	C 18:0	1,9–2,9	1,5–2,4
Олеиновая Oleic acid	C 18:1	8,4–21,3	70–83,7
Линолевая Linoleum	C 18:2	67,8–83,2	9,0–19,9
Линоленовая Linolenic	C 18:3	НО – 0,1	НО – 1,2
Арахидовая Arachidic	C 20:0	0,2–0,4	0,3–0,6
Гондоиновая Gondoin	C 20:1	0,1–0,3	0,1–0,5
Бегеновая Behenovaya	C 22:0	НО – 1,0	НО – 0,4
Эруковая Erucic	C 22:1	НО – 1,8	НО – 0,3
Лигноцериновая Lignoceric	C 24:0	НО – 0,2	НО – 0,3
Ацетэруковая Acetum	C 24:1	НО – 0,2	НО – 0,3

НО – не определяются, принято за $\leq 0,05\%$ (ND – not determined, it is taken as $\leq 0,05\%$)

Материалы и методы

Внутренние характеристики системы прессующего оборудования является функцией нескольких множеств независимых друг от друга переменных. Режим прессования влияет на химический состав масла. Исследуемый образец получен на экспериментальной установке «Шнековый маслопресс» на базе кафедры технологии жиров процессов и аппаратов химических и пищевых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ» (рисунок 2) при следующих параметрах: кольцевой зазор зерновой камеры составляет: 0,7 мм; оптимальная частота вращения шнека $6\text{--}7\text{ с}^{-1}$, при этом температура составляет 328–333 К.

Физико-химические показатели определялись в соответствии с ГОСТ 18848-73 «Масла растительные. Показатели качества».

Для определения жирнокислотного состава использовалась колонка SP-2560 и газовый хроматограф «Хроматэк 5000.1» (рисунок 3). При анализе получаемых при исследовании хроматограмм наиболее ответственным и сложным этапом

является идентификация пиков. Для определения содержания каждой из жирных кислот использовался метод нормализации по площади. В таблице 2 приведены результаты расчетов по компонентам сафлорового масла.

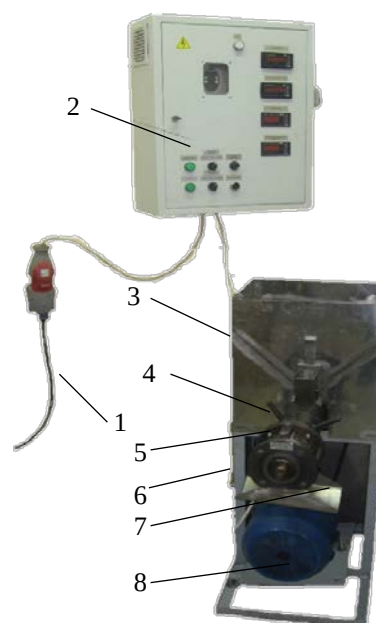


Рисунок 2. Экспериментальная установка МПЭ-1: 1 – источник электропитания; 2 – щит управления; 3 – загрузочный бункер; 4 – орган регулировки зазора; 5 – зерновая камера; 6 – рама; 7 – сборник масла; 8 – электропривод

Figure 2. Experimental setup the MPE-1: 1 – power source; 2 – control panel; 3 – hopper; 4 – gap adjustment; 5 – curb camera; 6 – frame; 7 – oil collector; 8 – drive

Массовую долю каждой из кислот вычисляли по формуле

$$\chi_i = \frac{S_i \cdot 100}{\sum_i S_i} \quad (1)$$

где S_i – площадь пика этилового эфира, мм²;
 $\sum_i S_i$ – сумма площадей всех пиков на хроматограмме, мм².



Рисунок 3. Хроматограф «Хроматэк 5000.1»

Figure 3. Chromatograph Chromatec 5000.1

Результаты и обсуждение

Из приведенной диаграммы (рисунок 5) и таблицы 2 видно, что в сафлоровом масле преобладают жирные кислоты 18 и 16 групп, содержание остальных жирных кислот в сумме составляет 1,2%. В исследуемом образце наблюдается преобладание омега-6 жирных кислот (концентрация 80% линолевой и γ-линоленовой жирных кислот). Омега-6 жирные кислоты помогают организму сжигать излишки жиров, вместо того чтобы откладывать их впрок. Натуральные жирные кислоты – кирпичики человеческих простагландинов, гормоноподобных веществ, способствующих нормализации кровяного давления, контролирующих мышечные сокращения и участвующих в иммунном ответе организма.

Таблица 2.

Расчет по компонентам сафлорового масла

Table 2.

The calculation of the components of safflower oil

Время, мин (Time, min)	Группа (Group)	Площадь, мм ² (Area, mm ²)	Высота, мм (Highness, mm)	Концентрация, % (Concentration, %)
38,294	14:0	32,992	7,095	0,122
42,415	16:0	1735,589	341,807	6,460
43,925	16:1	5,507	1,146	0,020
44,162	16:1	16,572	3,405	0,062
44,813	16:1	9,405	1,780	0,035
47,746	18:0	653,760	98,144	2,433
49,711	18:1	2613,986	295,746	9,729
49,963	18:1	172,445	24,437	0,642
52,071	18:2	19,851	2,301	0,074
52,939	18:2	21342,949	1467,863	79,434
53,809	20:0	95,015	17,102	0,354
55,901	20:1	42,382	7,301	0,158
56,293	18:3	31,454	4,764	0,117
60,641	22:0	69,204	14,173	0,258
67,335	24:0	27,737	5,091	0,103

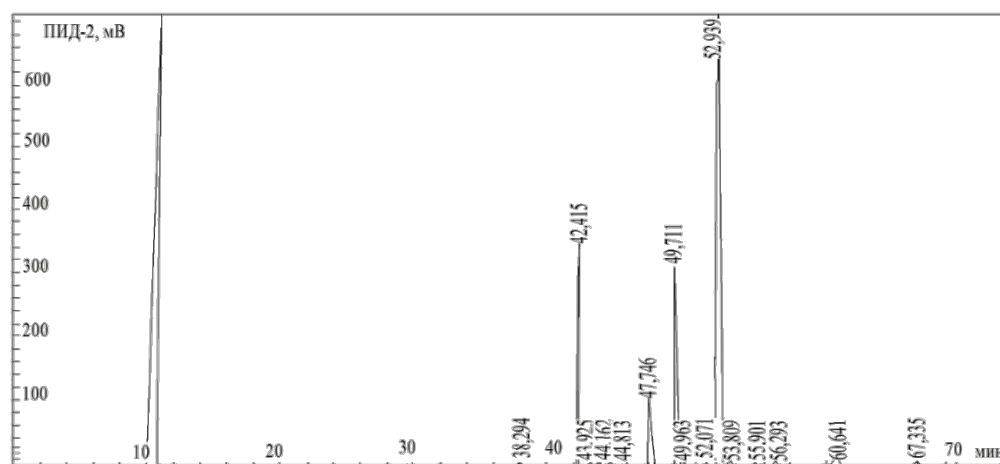


Рисунок 4. Хроматограмма

Figure 4. Chromatogram

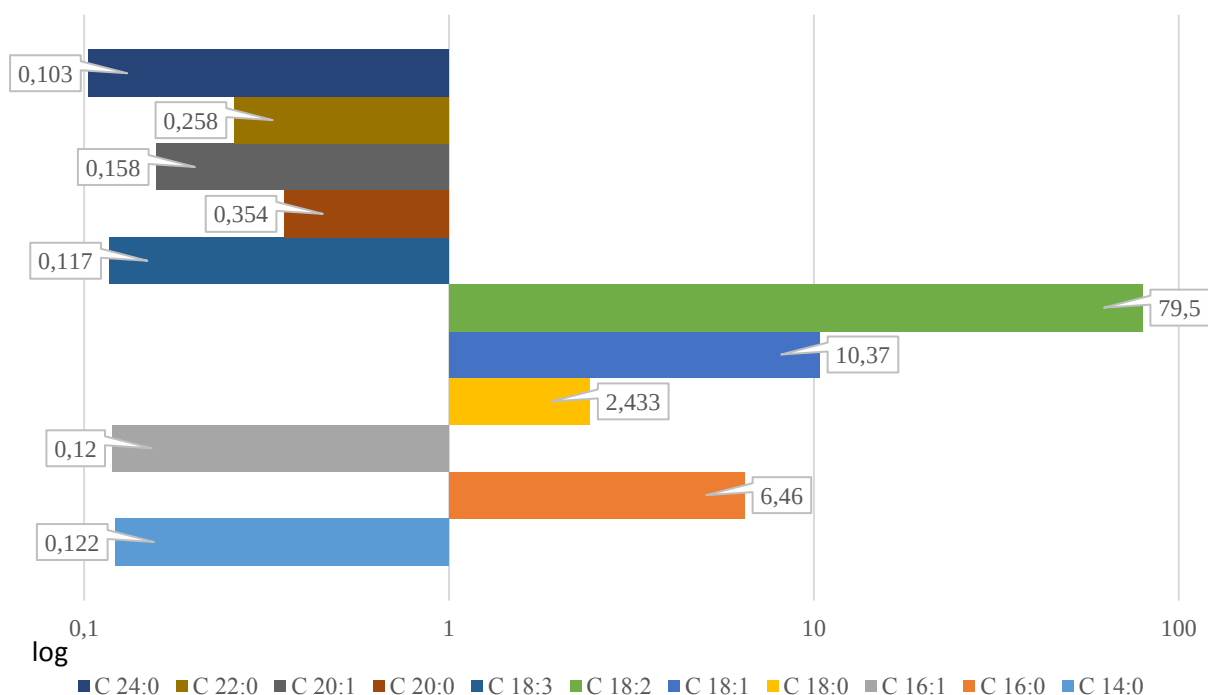


Рисунок 5. Содержание жирных кислот

Figure 5. The content of fatty acids

К качественным характеристикам растительного масла относятся также физико-химические показатели. Кислотное число сафлорового масла составило $KЧ = 1,07 \text{ мгКОН/г}$, перекисное число $ПЧ = 8,09 \text{ ммоль/кгO}_2$, анизидиновое число сафлорового масла $АЧ = 3,25$. Влажность рапсового масла $0,03\%$. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования данного масла непосредственно в пищу, а также для производства масличной продукции, такой как майонезы, соусы, спреды. Температура хранения для сафлорового масла не регламентируется, но погрузка и выгрузка масла должна проводиться в диапазоне температур от $10\text{--}20^\circ\text{C}$.

Сафлоровое масло возможно использовать в качестве битоплива, низшая теплота его сгорания равна $36,978 \text{ МДж/кг}$; плотность – 913 кг/м^3 ; кинематическая вязкость $85,6 \text{ мм}^2/\text{с}$. По сравнению с рапсовым маслом наблюдается

снижение удельного эффективного расхода топлива на $2,08\%$. Дополнительно к этому Сафлор более засухоустойчив, высокоурожаен, проще по агротехническим и почвенно-климатическим требованиям.

Заключение

Полученные данные жирнокислотного состава анализируемого образца сафлорового масла хорошо соотносятся с литературными данными, что свидетельствует о высокой точности проводимых исследований, исследуемый образец не относится к высокоолеиновым растительным маслам. Полученные значения для качественных характеристик свидетельствуют о перспективах использования данного вида масла непосредственно в пищу, а также для производства масличной продукции, такой как майонезы, соусы, спреды.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кодекс Алиментариус. Жиры, масла и производные продукты. М.: Издательство «Весь Мир», 2007. 68 с.
- 2 Остриков А.Н., Слюсарев М.И., Горбатова А.В., Шендрик Т.А. Диффузионная модель перемешивания сливочно-растительных спредов // Вестник ВГУИТ. 2015. № 3 (65). С. 7–12.
- 3 Остриков А.Н., Смирных А.А., Горбатова А.В. Комплексное исследование реологических свойств спреда функциональной направленности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 1 (99). С. 093–096.

- 4 Остриков А.Н., Горбатова А.В. Исследование кинетики процесса перемешивания спредов при переменном теплоподводе // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2 (64). С. 10–13.

- 5 Антипов С.Т., Шахов С.В., Мартыха А.Н., Берестовой А.А. Разработка способа получения растительного масла из семян сафлора методом прессования в поле ультразвука // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4 (66). С. 7–10.

- 6 Матеев Е.З., Королькова Н.В., Кубасова А.Н., Глотова И.А. и др. Использование сафлорового масла в качестве биоактивного компонента при производстве косметических и моющих средств.

7 Василенко Л.И., Фролова Л.Н., Драган И.В., Мошкина С.В. Создание купажей функциональных растительных масел с длительным сроком хранения // Вестник ВГУИТ. 2013. № 3. С. 121–124.

8 Nkongho R.N., Ncnanji Y., Tataw O., Levang P. Less oil but more money! Artisanal palm oil milling in Cameroon // African Journal of Agricultural Research. 2014. P. 1586–1596.

9 Rodrigues J. et al. Modeling and optimization of laboratory-scale conditioning of *Jatropha curcas* L. seeds for oil expression // Industrial Crops and Products. 2016. V. 83. P. 614–619.

10 Moses D.R. Performance evaluation of continuous screw press for extraction soybean oil // American journal of science and technology. 2014. V. 1. № 5. P. 238–242.

REFERENCES

1 Kodeks alimentarius. Zhiry, masla [Codex Alimentarius. Fats, oils and products / Per. with English] Moscow, Ves' mir, 2007. 68 p. (in Russian)

2 Ostrikov A.N., Slyusarev M.I., Gorbatova A.V., Shendrik T.A. Diffusion model of mixing creamy-vegetable spreads. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET] 2015. no. 3 (65). pp. 7–12. (in Russian)

3 Ostrikov A.N., Smirnykh A.A., Gorbatova A.V. Complex research of rheological properties of a spread of functional orientation. *Vestnik AltGAU* [Proceedings of the Altai State Agrarian University] 2013. no. 1 (99). pp. 093–096. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Есмурат З. Матеев к.т.н., докторант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mateew@mail.ru

Анастасия В. Терёхина к.т.н., доцент, кафедра технологий жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gorbatova.nastia@yandex.ru

Максим В. Копылов к.т.н., доцент, кафедра технологий жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kopylov-maks@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 16.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.08.2017

4 Ostrikov A.N., Gorbatova A.V. Investigation of the kinetics of the process of mixing spreads at variable heat supply *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 2 (64). pp. 10–13. (in Russian)

5 Antipov S.T., Shakhov S.V., Marthecha A.N., Berestovoi A.A. Development of a method for obtaining vegetable oil from safflower seeds by pressing in a ultrasound field. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 4 (66). pp. 7–10. (in Russian)

6 Mateev E.Z., Korolkova N.V., Kubasova A.N., Glotova I.A. et al. Ispol'zovanie saflorovogo masla v kachestve bioaktivnogo komponenta [Use of safflower oil as a bioactive ingredient in the manufacture of cosmetic and washing products] (in Russian)

7 Vasilenko L.I., Frolova L.N., Dragan I.V., Moshkina S.V. Creation of blends of functional vegetable oils with a long shelf life. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET] 2013. no. 3. pp. 121–124. (in Russian)

8 Nkongho R.N., Ncnanji Y., O. Tataw, Levang P. Less oil but more money! Artisanal palm oil milling in Cameroon. African Journal of Agricultural Research. 2014. pp. 1586–1596.

9 Rodrigues J. et al. Modeling and optimization of laboratory-scale conditioning of *Jatropha curcas* L. seeds for oil expression. Industrial Crops and Products. 2016. vol. 83. pp. 614–619.

10 Moses D.R. Performance evaluation of continuous screw press for extraction soybean oil. American journal of science and technology. 2014. vol. 1. no. 5. pp. 238–242.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yesmurat Z. Mateyev candidate of technical sciences, doctoral, fats, process and apparatus of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mateew@mail.ru

Anastasia V. Terekhina candidate of technical sciences, assistant professor, fats, process and apparatus of chemical and food productions department Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gorbatova.nastia@yandex.ru

Maksim V. Kopylov candidate of technical sciences, assistant professor, fats, process and apparatus of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kopylov-maks@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 7.16.2017

ACCEPTED 8.18.2017

Применение модифицированной упаковки в технологии масла сливочного

Любовь В. Голубева ¹	golubevalv@inbox.ru
Ольга И. Долматова ¹	olgadolmatova@rambler.ru
Владислав С. Кузнецов ¹	meatech@yandex.ru

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

Реферат. Совершенствование пищевой отрасли привело к значительному повышению роли упаковки в производстве продуктов питания. В настоящее время появились так называемые «активные упаковки» оказывающие положительное воздействие на контактирующий с ней продукт, в том числе посредством использования антимикробных добавок. Проведена работа по применению водорастворимой формы хитозана в технологическом процессе производства масла сливочного «Крестьянское». Навеску хитозана растворяли в питьевой воде с аскорбиновой кислотой (масс. доля 1%). Полученный раствор хитозана наносили на упаковочный материал – алюминиевую кашированную фольгу. Упаковка считается пригодной к применению после полного испарения влаги при комнатной температуре с поверхности материала. Процесс получения масла сливочного осуществляли по общепринятой технологической схеме методом преобразования высокожирных сливок. Определено, что масло сливочное «Крестьянское» с хитозаном микробиологически более стойкое, чем контрольный образец. Экспериментально установлено влияние массовой доли хитозана во внутреннем слое упаковочного материала на контактирующий продукт. Установлено, что разработанная модифицированная упаковка позволяет снижать количество возбудителей порчи на поверхности масла. В процессе хранения контрольные образцы раньше опытных проявляли первые признаки порчи: появлялся кисловатый неприятный запах и привкус, который к окончанию срока хранения резко усиливался. Результаты определения органолептических свойств продуктов коррелировали с физико-химическими и микробиологическими показателями. На поверхности масла контрольных образцов наблюдали более активное развитие дрожжей и плесеней. Определено, что при использовании раствора хитозана происходит ингибирование развития плесневых грибов и дрожжей. Доказана возможность увеличения срока годности масла сливочного «Крестьянское» в модифицированной упаковке в среднем на 30%.

Ключевые слова: масло сливочное, хитозан, упаковка

The use of modified packaging in the technology of butter

Lyubov V. Golubeva ¹	golubevalv@inbox.ru
Olga I. Dolmatova ¹	olgadolmatova@rambler.ru
Vladislav S. Kuznetsov ¹	meatech@yandex.ru

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

Summary. Improving the food industry has led to a significant increase in the role of packaging in food production. At present, so-called "active packings" have appeared that have a positive effect on the product in contact with it, including through the use of antimicrobial additives. Work has been carried out on the use of a water-soluble form of chitosan in the technological process for the production of creamy butter "Krestyanskoe". The sample of chitosan was dissolved in drinking water with ascorbic acid (mass fraction 1%). The resulting chitosan solution was applied to the packaging material-aluminum laminated foil. Packaging is considered suitable for use after complete evaporation of moisture at room temperature from the surface of the material. The process of obtaining butter cream was carried out according to a conventional technological scheme by converting high-fat cream. It is determined that butter "Peasant" with chitosan is microbiologically more resistant than the control sample. The effect of the mass fraction of chitosan in the inner layer of the packaging material on the contacting product was experimentally established. It is established that the developed modified package allows to reduce the number of pathogens on the oil surface. In the course of storage, the control samples before the experimental ones showed the first signs of spoilage: an acidic unpleasant smell appeared and an aftertaste that sharply increased by the end of the storage period. The results of determining the organoleptic properties of the products correlated with physicochemical and microbiological indices. On the surface of the oil of the control samples, a more active development of yeast and mold fungi was observed. It is determined that the use of chitosan solution inhibits the development of mold fungi and yeast. The possibility of increasing the shelf life of butter "Peasant" in modified packaging by an average of 30% is proved.

Keywords: butter, chitosan, packing

Введение

Известно, что самые серьезные и массовые пищевые отравления возникают из-за несоответствия потребляемых продуктов требованиям микробиологических показателей.

Развитие микроорганизмов в молочных продуктах предотвращают следующие технологические факторы: повышение качества сырья; использование консервантов; технологические операции (сгущение, сушка, плавление и т. д.), применение новых упаковочных материалов и другие [1 - 6].

Для цитирования

Голубева Л.В., Долматова О.И., Кузнецов В.С. Применение модифицированной упаковки в технологии масла сливочного // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 120–125. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-120-125

Совершенствование пищевой отрасли привело к значительному повышению роли упаковки в производстве продуктов питания. Упаковка выполняет множество функций: защиту продукта от внешних повреждений и потерь, порчи, придание эстетического вида продукту и др.

В настоящее время появились так называемые «активные упаковки» оказывающие положительное воздействие на контактирующий с ней продукт, в том числе посредством применения антимикробных добавок. Раствор хитозана, нанесенный

For citation

Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Kuznetsov V.S. The use of modified packaging in the technology of butter. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 120–125. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-120-125

на упаковочный материал, создает внутренний барьерный слой, предохраняющий его от порчи.

Продукты с пролонгированными сроками годности можно допускать к реализации не только в том месте, где они произведены, но и в отдаленные регионы. Таким образом, использование водного раствора хитозана природного происхождения как антимикробной добавки является актуальным.

Среди широкого разнообразия сливочных масел: Традиционное м.д.ж. 82,5% (сладко-сливочное, кисло-сливочное, соленое и несоленое), Любительское м.д.ж. 80,0% (сладко-сливочное, кисло-сливочное, соленое и несоленое) и Крестьянское м.д.ж. 72,5% (сладко-сливочное, кисло-сливочное, соленое и несоленое) наиболее употребляемым является Крестьянское сладко-сливочное несоленое масло. Дальнейшие исследования проводили с этим видом масла.

Материалы и методы

Объекты исследования – масло сливочное «Крестьянское», хитозан водорастворимый, упаковочный материал.

Оценку качества продукта проводили по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим характеристикам.

- Определение органолептических показателей масла проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 3622, ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011.

- Из физико-химических показателей контролировали: массовую долю жира по ГОСТ 5867-90; массовую долю влаги по ГОСТ 3626-73; титруемую кислотность молочной плазмы по ГОСТ 3624-92.

Определение микробиологических показателей проводили в соответствии с нормативными документами: бактерии группы кишечной палочки (БГКП) по ГОСТ 9225; плесневые грибы и дрожжи по ГОСТ 10444.12; количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 9225.

Повторность проведения экспериментов 3-х и 5-ти кратная.

Результаты и обсуждение

На поверхности упаковки для пищевых продуктов может содержаться различное количество микроорганизмов. Это зависит от того, в каком виде доставляется упаковка. Наиболее чистой является упаковка, изготавливаемая на предприятии, но это не всегда возможно, далее – упаковка из рулона, и самые худшие микробиологические показатели отмечаются у готовой упаковки.

Большую роль в стабильности качества и безопасности играют условия складирования и хранения упаковочного материала. Повышенная

влажность в помещении, несоблюдение температурных режимов могут привести к заражению упаковочных материалов плесневыми грибами и дрожжами, спорowymi культурами.

Так же следует отметить, что обработка упаковочных систем различными химическими и физическими методами не всегда благоприятно влияет на упаковочные материалы, и способна ухудшить их санитарно-гигиенические показатели, инициируя миграционные процессы отдельных компонентов из упаковки в продукт (например, полимерная упаковка).

Одной из основных задач пищевой промышленности является не только получение полезных и безопасных продуктов питания, но и сохранение их от порчи.

Существует большое количество веществ натурального и искусственного происхождения, повышающих микробиологическую стойкость молочных продуктов.

Наиболее предпочтительными с точки зрения безопасности продукции являются натуральные компоненты, в том числе хитозан. Имеющиеся данные исследований ученых доказывают его положительное действие на пролонгирование сроков годности пищевых продуктов.

Целью работы является модификация упаковочного материала для защиты масла сливочного от порчи и увеличение его сроков годности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ упаковочных материалов, используемых для упаковки пищевых продуктов, в том числе масла;

- изучить факторы, влияющие на стойкость масложировых продуктов;

- провести исследование эффективности применения водного раствора хитозана в качестве антимикробного покрытия упаковочного материала с целью повышения стойкости продукта;

- исследовать влияние модифицированного упаковочного материала на показатели качества и безопасности масла при хранении.

Хитозан является линейным полисахаридом. Выделяют его в основном из панцирей ракообразных. Раствор хитозана имеет природное происхождение и является экологически чистым. Многочисленными исследованиями установлено, что хитозан не наносит вред организму человека при его употреблении.

Хитозан повышает биологическую ценность продуктов. Его относят к диетическим волокнам, не усваивающимся организмом человека.

Модифицированные формы хитозана, обладают заданными свойствами растворимости, сорбции, бактерицидности, а также антиоксидельного действием, повышают биологическую ценность пищи.

Проведен анализ отечественной и зарубежной литературы относительно способов обеспечения микробиологической безопасности пищевых продуктов от порчи, путем использования специального упаковочного материала или пленок.

Известны пленки с хитозаном, используемые: в качестве съедобного покрытия для сыра; защитного покрытия для мяса и мясoproductов; биоразлагаемая пленка, для использования в фармацевтике, медицине, ветеринарии, пищевой или косметической промышленности, а также для изготовления оберточной пищевой пленки, капсул; для предотвращения отсыревания, уменьшения образования бактерий и увеличения срока годности при хранении скоропортящихся продуктов (Южная Корея) и т. д. [7–10].

Проведена работа по применению водорастворимой формы хитозана в технологическом процессе производства масла сливочного «Крестьянское». Навеску хитозана растворяли в питьевой воде с аскорбиновой кислотой (масс. доля 1%) при температуре 35–37 °С. Растворы хитозана с разной концентрацией (3, 5 и 7%) наносили на упаковочный материал – алюминиевую кашированную фольгу. Упаковка считается пригодной к применению после полного испарения влаги при комнатной температуре с поверхности материала. Процесс выпаривания

жидкости происходит в течение суток. Толщина покрытия составляет не более 1 мм.

Масло сливочное получали по общепринятой технологической схеме методом преобразования высокожирных сливок.

Исследования антимикробных свойств хитозана проводили по изменению КМА-ФАнМ, дрожжей и плесневых грибов, БГКП в продукте при хранении в разных его дозировках. В качестве контрольного образца анализировали масло, расфасованное в упаковочный материал без нанесения раствора хитозана.

Образцы масла хранили при температуре 3 ± 2 °С. Согласно ГОСТ 32261-2013 образцы сливочного масла при таких температурных режимах должны храниться 35 суток. Для установления сроков годности экспериментальных образцов масла сливочного «Крестьянского» с обработанной раствором хитозана упаковкой исследования проводили в течение 45 суток. Масложировые продукты считали испорченными, когда основные показатели качества превышали допустимые уровни, установленные ТР ТС «О безопасности молока и молочных продуктов».

В ходе проведения исследований в образцах определяли: микробиологические показатели, физико-химические и органолептические показатели. Органолептические показатели представлены в таблице 1, 2.

Таблица 1.

Данные органолептических показателей образцов масла (свежеприготовленных)

Table 1.

Data of organoleptic characteristics of oil samples (freshly prepared)

Наименование Name	Вкус и запах Taste and smell	Консистенция Consistency	Цвет Colour
Масло сливочное «Крестьянское» (контроль) Butter «Krestyanskoe» (control)	Выраженный сливочный Expressed creamy	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая сухая Dense, homogeneous, plastic, the surface on the cut is shiny dry	Светло-желтый, однородный по всей массе Light yellow, homogeneous throughout the mass
Масло сливочное «Крестьянское» (3% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (3 % aqueous solution of chitosan)	Выраженный сливочный Expressed creamy	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая сухая Dense, homogeneous, plastic, the surface on the cut is shiny dry	Светло-желтый, однородный по всей массе Light yellow, homogeneous throughout the mass
Масло сливочное «Крестьянское» (5% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (5 % aqueous solution of chitosan)	Выраженный сливочный Expressed creamy	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая сухая Dense, homogeneous, plastic, the surface on the cut is shiny dry	Светло-желтый, однородный по всей массе Light yellow, homogeneous throughout the mass
Масло сливочное «Крестьянское» (7% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (7 % aqueous solution of chitosan)	Выраженный сливочный, со слабой горечью Expressed creamy, with slight bitterness	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая сухая Dense, homogeneous, plastic, the surface on the cut is shiny dry	Светло-желтый, однородный по всей массе Light yellow, homogeneous throughout the mass

Таблица 2.

Данные органолептических показателей образцов масла (через 45 суток хранения)

Table 2.

Data of organoleptic parameters of oil samples (after 45 days of storage)

Наименование Name	Вкусы запах Taste and smell	Консистенция Consistency	Цвет Colour
Масло сливочное «Крестьянское» (контроль) Butter «Krestyanskoe» (control)	Неприятный, горьковатый Unpleasant, bitter- ish	Плотная, однородная, пластичная, на поверхности полупрозрачный темноватый слой Dense, homogeneous, plastic, on the surface a translucent darkish layer	Желтый со штаффом Yellow with a staff
Масло сливочное «Крестьянское» (3% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (3 % aqueous solution of chitosan)	Выраженный сливочный Expressed creamy	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая сухая Dense, homogeneous, plastic, the surface on the cut is shiny dry	Светло-желтый, однородный по всей массе Light yellow, homogeneous throughout the mass
Масло сливочное «Крестьянское» (5% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (5 % aqueous solution of chitosan)	Выраженный сливочный Expressed creamy	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая сухая Dense, homogeneous, plastic, the surface on the cut is shiny dry	Светло-желтый, однородный по всей массе Light yellow, homogeneous throughout the mass
Масло сливочное «Крестьянское» (7% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (7 % aqueous solution of chitosan)	Выраженный сливочный, горький Expressed creamy, bitter	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая сухая Dense, homogeneous, plastic, the surface on the cut is shiny dry	Светло-желтый, однородный по всей массе Light yellow, homogeneous throughout the mass

Результаты органолептических показателей образцов масел показали, что нанесение водного раствора хитозана с масс. долей 7% и более на упаковочный материал нецелесообразно, т. к. теряется своеобразный вкус продукта, и напротив – становится горьким, что даже при условии длительного хранения недопустимо.

При хранении в течение 18 суток и более образцов масла сливочного «Крестьянское» в упаковке, обработанной 7% раствором хитозана произошли изменения органолептических показателей: вкус приобрел ярко выраженную горечь,

что можно объяснить диффузированием хитозана с поверхности продукта в его массу.

При хранении в течение 45 суток образцов масла сливочного «Крестьянское» – контрольного образца вкус стал неприятный и горьковатый, обнаружено наличие штаффа на поверхности масла, продукт испортился.

Основные физико-химические показатели контролировали согласно нормативным документам в свежеприготовленных образцах масел сливочных и в конце срока хранения. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Физико-химические показатели масел сливочных после 45 сут хранения

Table 3.

Physicochemical parameters of creamy oils after 45 days of storage

Наименования продукта Product Names	Массовая для жира, % Mass for fat, %	Массовая доля влаги, % Moisture content, %	Титруемая кислотность молочной плазмы, °Т Titrated acidity of milk plasma, °Т
Масло сливочное «Крестьянское» (контроль) Butter «Krestyanskoe» (control)	72,5	25	30
Масло сливочное «Крестьянское» (3% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (3 % aqueous solution of chitosan)	72,5	25	26
Масло сливочное «Крестьянское» (5% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (5 % aqueous solution of chitosan)	72,5	25	25
Масло сливочное «Крестьянское» (7% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (7 % aqueous solution of chitosan)	72,5	25	24

Свежеприготовленные образцы масел сливочных соответствовали требованиям ГОСТ 32261-2013: массовая доля жира – не менее 72,5%, массовая доля влаги – не более 25%; кислотность молочной плазмы – не более 26 °Т.

Установлено, что после хранения в течение 45 сут контрольный образец считался испорченным, так как имел показатель титруемой

кислотности молочной плазмы 30 °Т, при норме – не более 26 °Т.

Микробиологические показатели образцов масел определяли с той же периодичностью (таблица 4).

БГКП не обнаружены во всех свежеприготовленных образцах масла сливочного и при хранении.

Таблица 4.

Определение дрожжей и плесеней в образцах масла при хранении, КОЕ/г

Table 4.

Determination of yeasts and molds in oil samples during storage, CFU / g

Наименование Name	Свежий образец Fresh sample	18 сут 18 days	35 сут 35 days	45 сут 45 days
Масло сливочное «Крестьянское» (контроль) Butter «Krestyanskoe» (control)	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	70 и 40
Масло сливочное «Крестьянское» (3% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (3 % aqueous solution of chitosan)	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	40
Масло сливочное «Крестьянское» (5% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (5 % aqueous solution of chitosan)	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	10 и 20
Масло сливочное «Крестьянское» (7% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (7 % aqueous solution of chitosan)	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	20

Результаты микробиологических исследований масел на наличие дрожжей и плесеней показали полное их отсутствие в свежеприготовленных образцах масла сливочного. Установлен рост дрожжей и плесневых грибов через 45 суток хранения в следующем количестве, КОЕ/г: 110 – в контрольном образце; 40 – в масле сливочное «Крестьянское» с добавлением 3% водного раствора хитозана; 30 – в масле сливочное «Крестьянское» с добавлением 5% водного раствора хитозана; 20 – в масле сливочное «Крестьянское» с добавлением 7% водного раствора хитозана.

Таким образом, результаты для образцов масел сливочных с водным раствором хитозана, считаются удовлетворительными, учитывая требования ГОСТ 33566-2015 «Молоко и

молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов» для масла сливочного в сумме дрожжей и плесневых грибов не должно превышать 100 КОЕ/г.

Микробиологические исследования показали наличие КМАФАнМ через 45 суток хранения, $\times 10^3$ КОЕ/г: 468 – в контрольном образце; 238 – в масле сливочное «Крестьянское» с добавлением 3% водного раствора хитозана; 80 – в масле сливочное «Крестьянское» с добавлением 5% водного раствора хитозана; 38 – в масле сливочное «Крестьянское» с добавлением 7% водного раствора хитозана (таблица 5).

В соответствии с санитарными нормами для масел сливочных показатель КМАФАнМ составляет не более $1 \cdot 10^5$.

Таблица 5.

Определение КМАФАнМ в образцах масла при хранении, КОЕ/г

Table 5.

Determination of QMAFAnM in oil samples during storage, CFU / g

Наименование Name	Свежий образец Fresh sample	18 сут 18 days, $\times 10^3$	35 сут 35 days, $\times 10^3$	45 сут 45 days, $\times 10^3$
Масло сливочное «Крестьянское» (контроль) Butter «Krestyanskoe» (control)	Нет роста there is no growth	248	533	468
Масло сливочное «Крестьянское» (3% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (3 % aqueous solution of chitosan)	Нет роста there is no growth	131	138	238
Масло сливочное «Крестьянское» (5% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (5 % aqueous solution of chitosan)	Нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	17	80
Масло сливочное «Крестьянское» (7% водного раствора хитозана) Butter "Krestyanskoe" (7 % aqueous solution of chitosan)	Нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	нет роста there is no growth	38

Заключение

Определено, что масло сливочное «Крестьянское» с хитозаном микробиологически более стойкое, чем контрольный образец.

Экспериментально установлено влияние массовой доли хитозана во внутреннем слое упаковочного материала на контактирующий продукт.

Разработанная модифицированная упаковка позволяет снижать количество возбудителей порчи на поверхности масла. В процессе хранения контрольные образцы раньше опытных проявляли первые признаки порчи: появлялся кисловатый неприятный запах и привкус, который к оконча-

нию срока хранения резко усиливался. Результаты определения органолептических свойств продуктов коррелировали с физико-химическими и микробиологическими показателями. На поверхности масла контрольных образцов наблюдали более активное развитие дрожжей и плесневых грибов. Определено, что при использовании раствора хитозана происходит ингибирование развития плесневых грибов и дрожжей.

Доказана возможность увеличения срока годности масла сливочного «Крестьянское» в модифицированной упаковке в среднем на 30%.

ЛИТЕРАТУРА

1 Dolmatova O. I. Outline keeping of milk product. Materiály X mezinárodní vědecko - praktická konference «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2014». Díl 28. Zemědělství.: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o. P. 41-43.

2 Голубева Л. В., Долматова О. И., Губанова А.А., Савельева Е. В. Получение топленого масла повышенной хранимостоспособности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 3 (61). С. 99 – 102..

3 Golubeva L.V., Pozhidaeva Y.A., Popov Y.S., Golubeva L.N. Optimization of blend composition of polycomponent dry mix for enriched soft ice cream // Indian Journal of Science and Technology. 2015. V. 8. №. 29. P. 1-7.

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 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.

6 Melnikova E.I., Stanislavskaya E.B., Korotkov E.G. Preparation and use of whey protein microparticulate in symbiotic drink technology // Foods and Raw Materials. 2015. V. 3. № 2. P. 96-104.

7 Захарченко А. В., Ганина В. И., Федотова А. В. Инновационное биопокрытие для сыров и молочных продуктов // Сыроделие и маслоделие. 2012. № 1. С. 42-43.

8 Нагорный М. Ю., Федотова О. Б. Упаковочный материал с антимикробными свойствами // Молочная промышленность. 2013. № 4. С. 50 – 51.

9 Федотова О. Б. Упаковка для молока и молочных продуктов. Качество и безопасность. М: Издательство Россельхозакадемии 2008. 98 с.

10 Молдаванова А. В., Усанова Н. А. Проверка безопасности антимикробной биопленки // Живые системы и биологическая безопасность населения: материалы X Международной научной конференции студентов и молодых ученых. М.: МГУПП, 2012. С. 55-56.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Любовь В. Голубева д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, golubevalv@inbox.ru

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

Владислав С. Кузнецов магистрант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, meatech@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Любовь В. Голубева консультация в ходе исследования

Ольга И. Долматова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Владислав С. Кузнецов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.05.2017

REFERENCES

1 Dolmatova O. I. Outline keeping of milk product. Materiály X mezinárodní vědecko - praktická konference «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2014». Díl 28. Zemědělství.: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o. pp. 41-43.

2 Golubeva L. V., Dolmatova O. I., Gubanova A. A., Savelieva E. V. Receipt of melted butter with enhanced storage capacity. Vestnik VGUIT [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2014. no. 3 (61). pp. 99 – 102. (in Russian)

3 Golubeva L.V., Pozhidaeva Y.A., Popov Y.S., Golubeva L.N. Optimization of blend composition of polycomponent dry mix for enriched soft ice cream. Indian Journal of Science and Technology. 2015. vol. 8. no. 29. pp. 1-7.

7 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.

8 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.

9 Melnikova E.I., Stanislavskaya E.B., Korotkov E.G. Preparation and use of whey protein microparticulate in symbiotic drink technology // Foods and Raw Materials. 2015. vol. 3. no. pp. 96-104.

10 Zakharchenko A. V., Ganina V. I., Fedotova A. V. Innovative bio-coating for cheeses and dairy products. Syrodelle i maslodelie [Cheese-making and butter-making] 2012. no. 1. pp. 42-43. (in Russian)

4 Nagorny M. Yu., Fedotova O. B. Packing material with antimicrobial properties. Molochnaya promyshlennosti [Dairy industry] 2013. no. 4. pp. 50-51. (in Russian)

5 Fedotova O. B. Upakovka dlya moloka i molochnykh produktov [Packing for milk and dairy products. Quality and safety] Moscow, Publishing house Rosselkhozakademii, 2008. 98 p. (in Russian)

6 Moldavanova A.V., Usanova N.A. Antimicrobial biofilm safety check. Zhivye sistemy i biologicheskaya bezopasnost' [Living systems and biological safety of the population: materials of the X International Scientific Conference of Students and Young Scientists] Moscow, MGUPP, 2012. pp. 55-56. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyubov V. Golubeva doctor of technical sciences, professor, technology of animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, golubevalv@inbox.ru

Olga I. Dolmatova candidate of technical sciences, assistant professor, technology of animal products, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olgadolmatova@rambler.ru

Vladislav S. Kuznetsov master student, technology of animal products, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, meatech@yandex.ru

CONTRIBUTION

Lyubov V. Golubeva consultation during the study

Olga I. Dolmatova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Vladislav S. Kuznetsov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.1.2017

ACCEPTED 5.1.2017

Свойства шинных резин с цинкосодержащими технологическими добавками

Сергей Н. Каюшников	¹	v.d.v90@mail.ru
Николай Р. Прокопчук	²	pcm@belstu.by
Елена П. Усс	²	uss@belstu.by
Ольга В. Карманова	³	karolga@mail.ru

¹ ОАО «Белшина», ул. Минское шоссе, Бобруйск, 213824, Республика Беларусь

² Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, Минск, 220006, Республика Беларусь

³ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Изучено влияние цинкосодержащих технологических добавок при частичной замене оксида цинка и стеариновой кислоты на деформационно-прочностные и эксплуатационные свойства шинных эластомерных композиций на основе полиизопренового каучука и комбинации маслосодержащего бутадиен-стирольного и полибутадиенового каучуков. Выявлено, что частичная замена оксида цинка и стеариновой кислоты на цинкосодержащие технологические добавки не оказывает значительного влияния на основные физико-механические показатели резин на основе синтетических каучуков общего назначения. Определено, что при введении цинкосодержащих технологических добавок СЦС₂ в комбинации с оксидом цинка во всех исследуемых соотношениях и СЦС₃ в комбинации с оксидом цинка в соотношениях 4:1 и 3:1 несколько повышается (до 10,4%) устойчивость данных резин при действии температурно-силовых полей, что, вероятно, обусловлено более равномерным распределением полярных компонентов вулканизирующей системы в неполярной эластомерной матрице, а также типом поперечных связей, образующихся в процессе вулканизации под действием поверхностно-активных цинкосодержащих добавок. Установлено, что введение в эластомерные композиции на основе СКМС-30 АРКМ-15 + СКД цинкосодержащих добавок в комбинации с оксидом цинка приводит к увеличению до 6,3% износостойкости резин, что может быть связано с меньшей дефектностью вулканизационной структуры данных резин, приводящей к уменьшению концентрации очагов напряжений в материале. Для резин на основе СКИ-3 показано сохранение прочности связи резины с текстильным кордом.

Ключевые слова: каучук, эластомерная композиция, цинкосодержащая технологическая добавка, упруго-деформационные свойства, теплостойкость, прочность связи, износостойкость

Properties of tire rubber with zinc-containing technological additives

Sergei N. Kayushnikov	¹	v.d.v90@mail.ru
Nikolai R. Prokopchuk	²	pcm@belstu.by
Elena P. Uss	²	uss@belstu.by
Olga V. Karmanova	³	karolga@mail.ru

¹ JSC «Belshina», Minskoye shosse str., Bobruisk, 213824, Belarus

² Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a, Minsk, 220006, Belarus

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

Summary. In this paper, we studied the influence of zinc-containing technological additives on partial replacement of zinc oxide and stearic acid on deformation-strength and performance properties of tire elastomeric compositions based on polyisoprene rubber and combination of oil-filled butadiene-styrene and polybutadiene rubbers. It was revealed that partial replacement of zinc oxide and stearic acid with zinc-containing technological additives does not significantly affect the basic physico-mechanical properties of rubbers based on synthetic rubbers of general use. It was determined that the introduction of zinc-containing technological additives SCC₂ in combination with zinc oxide in all the studied ratios and SCC₃ in combination with zinc oxide in 4: 1 and 3: 1 ratios leads to increase (up to 10.4%) of the resistance of these rubbers under the action of temperature-force fields, which is probably due to a more even distribution of polar components of curing system in non-polar elastomeric matrix, as well as the type of cross-links formed during vulcanization under the action of surface-active additives. It has been found that the introduction of zinc-containing additives into the elastomeric compositions based on SRMS-30 ARKM-15 + SRD in combination with zinc oxide leads to increase to 6.3% of wear resistance of rubbers, which may be due to a lower defectiveness of vulcanization structure of these rubbers, concentration of stress centers in the material. For rubbers based on SRI-3, preservation of bond strength of rubber with a textile cord at a sufficiently high level is shown.

Keywords: rubber, elastomeric composition, zinc-containing technological additive, elastic-deformation properties, heat resistance, bond strength, wear resistance

Для цитирования

Kayushnikov S. Свойства шинных резин с цинкосодержащими технологическими добавками // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 126–135. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-126-135

For citation

Kayushnikov S.N., Prokopchuk N.R., Uss E.P., Karmanova O.V. Properties of tire rubber with zinc-containing technological additives. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 126–135 (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-126-135

Введение

В настоящее время технологически активные добавки являются одними из необходимых ингредиентов эластомерных композиций, позволяющими целенаправленно изменять технологические, реологические, вулканизационные и механические свойства резиновых смесей и вулканизатов на их основе.

Технологически активные добавки, являясь веществами полифункционального действия, образуют в среде каучука коллоидно-химические структуры, которые существенным образом влияют на распределение и реакционно-способность ингредиентов резиновых смесей. Так, солюбилизировав агенты вулканизационной группы, данные добавки активируют гетерогенный процесс вулканизации на границе раздела каучук – частица дисперсной фазы агента вулканизации и способствуют тем самым образованию вулканизационных структур, которые и обуславливают физико-механические и эксплуатационные характеристики резин [1, 2].

В связи с этим разработка эластомерных композиций, содержащих новые технологически активные добавки, с целью оптимизации технологических параметров изготовления изделий на их основе и улучшения комплекса их свойств является актуальной задачей.

Цель, объекты и методы исследования

Цель работы – исследование влияния природы и дозировки цинкосодержащих технологических добавок при частичной замене оксида цинка и стеариновой кислоты на деформационно-прочностные и эксплуатационные свойства шинных резин.

Объектами исследования являлись наполненные эластомерные композиции на основе синтетических каучуков общего назначения СКИ-3 и СКМС-30 АРКМ-15 +СКД, применяемые в шинном производстве для изготовления различных полуфабрикатов.

Выбор цинкосодержащих технологических добавок осуществлялся исходя из их природы, доступности и предполагаемой стоимости. В качестве исследуемых добавок были выбраны композиционный активатор вулканизации «Вулкатив» (ТУ 2294 001-31273447-2010 [158] производства ООО «Совтех» г. Воронеж), а также четыре цинкосодержащие добавки, синтезированные в условиях ИООО «ДВЧ-Менеджмент» (г. Минск, РБ).

Исследуемые цинкосодержащие добавки «Вулкатив», СЦС₁, СЦС₂, СЦС₃ представляют собой смесь цинковых солей жирных кислот, синтезированных с использованием растительного сырья различного вида. Наличие в составе данных

добавок солей цинка и жирных кислот позволяет уменьшить в составе резиновых смесей содержание экологически небезопасного оксида цинка и стеариновой кислоты. В связи с этим в резиновые смеси вводили комбинации оксида цинка с различными цинкосодержащими добавками в соотношениях 4:1; 3:1; 2:1 и 1:1 при содержании 1,0 и 0,5 мас. ч. стеариновой кислоты, т. е. осуществляли снижение содержания кислоты на 50%. Общая дозировка технологических добавок составляла 4,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука.

Упруго-прочностные характеристики вулканизатов оценивались по параметрам условной прочности при растяжении и относительному удлинению при разрыве. Испытания проводились на разрывной машине Тензометр Т 220 DC фирмы AlphaTechnologies по ГОСТ 270-75.

Стойкость резин к термическому старению в воздушной среде определяли по изменению относительного удлинения при разрыве и условной прочности при растяжении после выдержки их в термостате при температуре (100±2) °С в течение (72±1) ч старения по ГОСТ 9.024-74.

Определение прочности связи резины с текстильным кордом проводили Н-методом в соответствии с ГОСТ 14863-69.

Износостойкость исследуемых резин оценивали по сопротивлению истиранию при скольжении на машине МИ-2 согласно ГОСТ 426-77.

Результаты и обсуждение

На прочностные свойства резин большое влияние оказывают тип и микроструктура каучука, тип вулканизирующей системы и характер образующихся при вулканизации структур, дозировка и морфологические характеристики наполнителей, пластификаторов и других ингредиентов. В процессе вулканизации помимо процессов структурирования и деструкции происходит изменение состава и структуры полимерных цепей в результате внутримолекулярного присоединения серы с образованием серосодержащих циклов, цис-транс-изомеризация (в присутствии серы и ускорителей класса тиазолов и сульфенамидов). Все это приводит к уменьшению регулярности молекулярных цепей и снижению прочности вулканизатов [3–7]. Изменение основных упруго-прочностных свойств резин оказывает непосредственное влияние на эксплуатационные характеристики изделия и его работоспособность.

В таблице 1 приведены результаты определения основных прочностных показателей резин на основе СКИ-3 и СКМС-30 АРКМ-15 + СКД с цинкосодержащими технологическими добавками.

Таблица 1.

Упруго-прочностные показатели исследуемых резин, содержащих цинкостеариновые технологические добавки

Table 1.

Elastic-strength characteristics of rubbers, containing zinc-containing technological additives

Наименование компонентов (их соотношение) Name of components (their ratio)	Наименование показателя / содержание стеариновой кислоты / полимерная основа Indicator / stearic acid content / polymer base							
	f_p , МПа f_p , MPa	ε_p , %	f_p , МПа f_p , MPa	ε_p , %	f_p , МПа f_p , MPa	ε_p , %	f_p , МПа f_p , MPa	ε_p , %
	1,0 мас. ч. стеариновой кислоты 1.0 part by weight stearic acid		0,5 мас. ч. стеариновой кислоты 0.5 part by weight stearic acid		2,0 мас. ч. стеариновой кислоты 2.0 part by weight stearic acid		1 мас. ч.стеариновой кислоты 1.0 part by weight stea- ric acid	
	СКИ-3 / SRI-3				СКМС-30 АРКМ-15 + СКД / SRMS-30 ARKM-15 + SRD			
Оксид цинка / Zinc oxide	18,7	575,0	19,4	590,0	16,5	500	17,0	520
Оксид цинка: Вулкатив (4:1) Zinc oxide: Vulkativ (4:1)	19,0	580,0	19,4	580,0	16,7	530	17,1	540
Оксид цинка: Вулкатив (3:1) Zinc oxide: Vulkativ (3:1)	18,9	590,0	19,3	600,0	16,5	535	16,9	530
Оксид цинка: Вулкатив (2:1) Zinc oxide: Vulkativ (2:1)	18,7	600,0	18,9	590,0	15,9	540	16,5	545
Оксид цинка: Вулкатив (1:1) Zinc oxide: Vulkativ (1:1)	18,5	590,0	18,7	580,0	15,7	540	16,0	550
Оксид цинка: ЦЦС ₁ (4:1) Zinc oxide: SCS ₁ (4:1)	19,7	600,0	19,6	600,0	16,6	530	16,9	540
Оксид цинка: ЦЦС ₁ (3:1) Zinc oxide: SCS ₁ (3:1)	19,7	590,0	19,5	590,0	16,3	535	16,8	545
Оксид цинка: ЦЦС ₁ (2:1) Zinc oxide: SCS ₁ (2:1)	19,6	600,0	19,5	615,0	15,8	520	16,0	530
Оксид цинка: ЦЦС ₁ (1:1) Zinc oxide: SCS ₁ (1:1)	18,9	580,0	18,9	600,0	15,4	520	15,7	530
Оксид цинка: ЦЦС ₂ (4:1) Zinc oxide: SCS ₂ (4:1)	19,9	580,0	19,8	595,0	17,1	520	17,5	535
Оксид цинка: ЦЦС ₂ (3:1) Zinc oxide: SCS ₂ (3:1)	19,9	580,0	19,9	590,0	17,0	520	17,4	540
Оксид цинка: ЦЦС ₂ (2:1) Zinc oxide: SCS ₂ (2:1)	19,8	570,0	19,5	580,0	17,0	525	17,2	540
Оксид цинка: ЦЦС ₂ (1:1) Zinc oxide: SCS ₂ (1:1)	19,2	565,0	19,1	575,0	16,8	540	17,0	540
Оксид цинка: ЦЦС ₃ (4:1) Zinc oxide: SCS ₃ (4:1)	19,7	575,0	19,8	580,0	16,9	525	17,3	525
Оксид цинка: ЦЦС ₃ (3:1) Zinc oxide: SCS ₃ (3:1)	19,6	580,0	19,8	585,0	16,9	530	17,1	535
Оксид цинка: ЦЦС ₃ (2:1) Zinc oxide: SCS ₃ (2:1)	19,6	570,0	19,7	580,0	16,7	530	17,0	540
Оксид цинка: ЦЦС ₃ (1:1) Zinc oxide: SCS ₃ (1:1)	19,1	565,0	19,2	560,0	16,5	535	16,8	540

Примечание: ε_p – относительное удлинение при разрыве, %; f_p – условная прочность при растяжении, МПа
 Note: ε_p – elongation at break, %; f_p – conditional tensile strength, MPa

Из представленных данных видно, что частичная замена оксида цинка на цинкостеариновые технологические добавки оказывает незначительное влияние на прочностные свойства исследуемых резин. Для резин на основе СКИ-3, содержащих оксид цинка, показатель условной прочности при растяжении составляет 18,7 МПа, а для резин с технологическими добавками находится в пределах от 18,7 МПа (композиция с комбинацией оксид цинка: «Вулктив» в соотношении 4:1) до 19,9 МПа (композиции с комбинацией оксид цинка: СЦС₂ в соотношениях

4:1 и 3:1). При этом с увеличением содержания исследуемых компонентов в данной эластомерной композиции показатель условной прочности при растяжении несколько уменьшается. Так, для резин с добавкой СЦС₃ показатель условной прочности при растяжении изменяется с 19,7 МПа (при комбинации оксид цинка: СЦС₃ в соотношении 4:1) до 19,1 МПа (при соотношении 1:1). Эластические свойства резин с исследуемыми компонентами также не претерпевают значительных изменений в случае частичной замены оксида цинка на технологические добавки.

Показатель относительного удлинения при разрыве для композиции с оксидом цинка равен 575%, а для резин с цинкосодержащими добавками показатель ε_p находится в пределах 560–600%.

Введение в состав эластомерной композиции на основе СКМС-30 АРКМ-15 + СКД цинкосодержащих добавок в комбинациях с оксидом цинка не приводит к значительному ухудшению упруго-прочностных свойств резин. Так, для резины с оксидом цинка условная прочность при растяжении составляет 16,5 МПа, а для резин с исследуемыми добавками находится в пределах 15,4–17,1 МПа. При этом, с увеличением содержания в составе резиновой смеси добавок «Вулкатив» и СЦС₁ наблюдается некоторое снижение показателя прочности (на 6,7–4,8%), в то время как для резин с СЦС₂ и СЦС₃ значение f_p находится на уровне или незначительно выше (на 3,6–2,4%) значения образца сравнения. Резины, содержащие в своем составе цинкосодержащие технологические добавки, характеризуются более высокими показателями относительного удлинения при разрыве, чем резина с традиционным активатором. В данном случае для композиции с оксидом цинка показатель ε_p равен 500%, а для резин с исследуемыми компонентами находится в пределах 520–540%.

Аналогичные зависимости изменения упруго-прочностных свойств выявлены для всех исследуемых резин с уменьшенной дозировкой стеариновой кислоты. Так, резина на основе СКИ-3, содержащая оксид цинка, характеризуется $f_p = 19,4$ МПа и $\varepsilon_p = 590,0\%$, а для резин с цинкосодержащими добавками показатель f_p находится в пределах от 18,7 до 19,8 МПа и $\varepsilon_p = 560$ –615%. Для резин на основе СКМС-30 АРКМ-15 + СКД введение технологических добавок СЦС₂ и СЦС₃ в состав резиновых смесей во всех соотношениях с оксидом цинка в меньшей мере оказывает влияние на изменения прочностных свойств вулканизатов по сравнению с добавками «Вулкатив» и СЦС₁.

Причина изменения свойств каучуков и резин под действием температуры – окисление и образование радикалов. Этот процесс может быть охарактеризован по степени изменения физико-механических показателей [3,4]. Стойкость исследуемых резин с цинкосодержащими технологическими добавками к тепловому старению оценивалось по изменению условной прочности при растяжении (S_σ)

и относительного удлинения при разрыве (S_ε) после старения в воздушной среде (таблица 2).

На основании полученных данных выявлено, что увеличение содержания в составе резиновых смесей на основе СКИ-3 исследуемых технологических добавок приводит к некоторому снижению стойкости резин к воздействию повышенных температур. Для композиции с оксидом цинка S_σ составляет -10,7%, а $S_\varepsilon = -30,4\%$ (с 1,0 мас.ч. стеариновой кислоты), в то время как для резин с технологической добавкой «Вулкатив» S_σ находится в пределах -10,0% (при комбинации с оксидом цинка в соотношении 4:1) – -14,1% (при комбинации с оксидом цинка в соотношении 1:1), а значение S_ε составляет от -27,6 до -32,2%. Следует отметить, что в данном случае применение комбинаций «Вулкатива» с оксидом цинка в соотношении 4:1 и 3:1 позволяет получать резины со стойкостью к тепловому старению, не уступающие резине с промышленным активатором. В тоже время частичная замена оксида цинка на СЦС₁ во всех исследуемых соотношениях не обеспечивает получение вулканизатов стойких к воздействию повышенной температуры (S_σ от -11,2 до -14,8%, а S_ε от -29,2 до -39,7%). Установлено, что введение в резиновые смеси цинкосодержащих добавок СЦС₂ и СЦС₃ при частичной замене оксида цинка позволяет незначительно увеличить теплостойкость резин за исключением комбинации с оксидом цинка в соотношении 1:1. В данном случае для резин с СЦС₂ значение S_σ от -8,5 до -9,6% (при соотношении 1:1 $S_\sigma = -10,9\%$), а S_ε от -22,4 до -26,5% (при соотношении 1:1 $S_\varepsilon = -26,5\%$). Аналогичные зависимости наблюдаются и для резин с СЦС₃. В случае резин с уменьшенной дозировкой стеариновой кислоты выявлено, что резины с СЦС₂ в комбинации с оксидом цинка во всех исследуемых соотношениях и с СЦС₃ в комбинации с оксидом цинка в соотношениях 4:1 и 3:1 характеризуются повышенной стойкостью к тепловому старению в воздушной среде. Для этих резин S_σ от -8,0 до -9,6%, а S_ε от 21,8 до -25,2% (для резин с оксидом цинка $S_\sigma = -10,3\%$; $S_\varepsilon = -28,8\%$). Следует отметить, что введение в резиновую смесь комбинации оксид цинка: «Вулкатив» в соотношении 4:1 также позволяет получать резины с удовлетворительной стойкостью к воздействию повышенной температуры ($S_\sigma = -9,8\%$; $S_\varepsilon = -26,7\%$).

Изменение упруго-прочностных показателей исследуемых резин после теплового старения

Table 2.

The change of elastic-strength characteristics of rubbers after thermal aging

Наименование компонен- тов (их соотношение) Name of components (their ratio)	Наименование показателя / содержание стеариновой кислоты / полимерная основа Indicator / stearic acid content / polymer base							
	Sσ,%	Sε, %	Sσ,%	Sε, %	Sσ,%	Sε, %	Sσ,%	Sε, %
	1,0мас. ч. стеариновой кислоты 1.0 part by weight stearic acid		0,5мас. ч. стеариновой кислоты 0.5 part by weight stearic acid		2,0мас. ч. стеариновой кислоты 2.0 part by weigh tstearic acid		1 мас. ч.стеариновой кислоты 1.0 part by weight stearic acid	
	СКИ-3 SRI-3				СКМС-30 АРКМ-15 + СКД SRMS-30 ARKM-15 + SRD			
Оксид цинка Zinc oxide	-10,7	-30,4	-10,3	-28,8	7,8	-36,0	7,1	-33,7
Оксид цинка: Вулкатив (4:1) Zincoxide: Vulkativ (4:1)	-10,0	-27,6	-9,8	-26,7	6,6	-30,2	6,4	-30,5
Оксид цинка: Вулкатив (3:1) Zincoxide: Vulkativ (3:1)	-10,6	-30,5	-10,8	-30,0	7,3	-30,8	6,5	-30,2
Оксид цинка: Вулкатив (2:1) Zincoxide: Vulkativ (2:1)	-11,2	-30,0	-11,1	-28,8	7,5	-33,3	6,7	-32,1
Оксид цинка: Вулкатив (1:1) Zincoxide: Vulkativ (1:1)	-14,1	-32,2	-13,7	-31,0	8,9	-38,9	8,8	-36,3
Оксид цинка: СЦС1 (4:1) Zincoxide: SCS1 (4:1)	-11,2	-29,2	-11,2	-26,6	7,2	-28,3	6,5	-27,8
Оксид цинка: СЦС1 (3:1) Zincoxide: SCS1 (3:1)	-12,2	-30,5	-12,3	-28,8	7,4	-29,8	6,6	-28,4
Оксид цинка: СЦС1 (2:1) Zincoxide: SCS1 (2:1)	-13,3	-35,0	-12,8	-31,7	8,2	-32,6	7,5	-30,8
Оксид цинка: СЦС1 (1:1) Zincoxide: SCS1 (1:1)	-14,8	-39,7	-14,3	-33,3	9,7	-37,5	8,9	-37,7
Оксид цинка: СЦС2 (4:1) Zincoxide: SCS2 (4:1)	-8,5	-22,4	-8,0	-21,8	6,4	-25,6	4,6	-24,2
Оксид цинка: СЦС2 (3:1) Zincoxide: SCS2 (3:1)	-9,0	-24,1	-8,2	-23,7	6,5	-28,8	5,2	-25,0
Оксид цинка: СЦС2 (2:1) Zincoxide: SCS2 (2:1)	-9,6	-24,6	-8,7	-24,1	7,0	-30,5	5,8	-28,7
Оксид цинка: СЦС2 (1:1) Zincoxide: SCS2 (1:1)	-10,9	-26,5	-9,4	-25,2	7,1	-32,4	6,5	-32,4
Оксид цинка: СЦС3 (4:1) Zincoxide: SCS3 (4:1)	-9,1	-23,4	-9,0	-22,4	6,6	-28,6	6,4	-25,7
Оксид цинка: СЦС3 (3:1) Zincoxide: SCS3 (3:1)	-9,7	-24,1	-9,6	-23,1	7,1	-31,1	6,4	-28,0
Оксид цинка: СЦС3 (2:1) Zincoxide: SCS3 (2:1)	-10,2	-24,5	-10,7	-24,1	7,2	-34,9	7,0	-33,3
Оксид цинка: СЦС3 (1:1) Zincoxide: SCS3 (1:1)	-11,5	-26,8	-11,0	-25,0	7,8	-37,4	7,1	-36,1

Примечание: S σ – изменение условной прочности при растяжении после теплового старения,%; S ϵ – изменение относительного удлинения при разрыве после теплового старения,%.

Note: S σ – change conditional tensile strength after heat aging,%; S ϵ – change of elongation at break after heat aging,%.

Исследование теплостойкости резин на основе СКМС-30 АРКМ-15 + СКД показало, что частичная замена оксида цинка на цинкосодержащие технологические добавки типа «Вулкатив» в соотношении 1:1 и СЦС₁ в соотношениях 2:1 и 1:1 приводят к некоторому уменьшению стойкости данных резин к тепловому старению. Так, для резины с 2,0 мас.ч. стеариновой кислоты и оксидом цинка показатель $S_{\sigma} = 7,8\%$, а $S_{\varepsilon} = -36,0\%$, а для вышеперечисленных комбинаций значение S_{σ} составляет от 8,2 до 9,7%, а S_{ε} равно $-38,5\%$ (с добавкой «Вулкатив») и $-37,5\%$ (с добавкой СЦС₁). В тоже время резины, содержащие добавки СЦС₂ и СЦС₃ во всех соотношениях с оксидом цинка, а также добавки «Вулкатив» и СЦС₁ в оставшихся соотношениях с оксидом цинка не уступают резине с промышленным активатором по стойкости к тепловому старению в воздушной среде. При этом, минимальные изменения свойств резин выявлены для композиций, содержащих технологическую добавку в соотношении с оксидом цинка 4:1 и 3:1 ($S_{\sigma} = 6,4\%$ и $6,5\%$, а $S_{\varepsilon} = -25,6\%$ и $-28,8\%$ соответственно). В композициях с уменьшенной дозировкой стеариновой кислоты (1,0 мас.ч.) выявлены практически аналогичные зависимости изменения стойкости резин к воздействию повышенной температуры. В данном случае также наилучшей стойкостью к тепловому старению характеризуются резины, содержащие комбинации оксид цинка с СЦС₂ в соотношениях 4:1 и 3:1 ($S_{\sigma} = 4,6\%$ и $5,2\%$, а $S_{\varepsilon} = -24,2\%$ и $-25,0\%$ соответственно, а для резины с оксидом цинка $S_{\sigma} = 7,1\%$ и $S_{\varepsilon} = -33,7\%$).

Таким образом, введение в исследуемые эластомерные композиции технологических добавок СЦС₂ в комбинации с оксидом цинка во всех исследуемых соотношениях и СЦС₃ в комбинации с оксидом цинка в соотношениях 4:1 и 3:1 приводит к повышению стойкости резин к тепловому старению (до 10,4%) в воздушной среде, что, вероятно, обусловлено особенностями структуры вулканизационной сетки резин с данными добавками, а именно плотностью сшивания и природой образующихся поперечных связей между макромолекулами каучука. В присутствии поверхностно-активных добавок происходит концентрирование полярных компонентов вулканизующих систем в ядре обратных мицелл. Это, по-видимому, способствует их более равномерному диспергированию в объеме матрицы и облегчает химическое взаимодействие между ними и неполярным каучуком [7–10].

Эластомерная композиция на основе СКИ-3 предназначена для изготовления каркаса шин, в связи с чем к данной резине предъявляются повышенные требования по обеспечению работоспособности резинокордной системы в процессе эксплуатации автопокрышки. Определяющую роль при этом играет химическое и молекулярное взаимодействие между текстильным кордом и резиной, для увеличения которого применяются адгезивы и вещества с активными функциональными группами. В тоже время серьезное влияние на прочность связи резины с кордом оказывает состав вулканизующей группы резиновой смеси, скорость и степень вулканизации [3, 4]. В таблице 3 приведены результаты исследования по определению влияния цинкосодержащих технологических добавок на прочность связи резины с полиэфирным кордом ПДУ18 при различных условиях испытания.

Из таблицы видно, что введение в резиновые смеси добавок типа «Вулкатив» и СЦС₁ приводит к некоторому уменьшению (на 0,4–8,1%) прочности связи резины с кордом. В тоже время использование добавок СЦС₂ и СЦС₃ в определенном соотношении с оксидом цинка практически не оказывает влияние на адгезионную прочность резины с кордом по сравнению с резинокордной системой, содержащей оксид цинка. Прочность связи резины, содержащей оксид цинка, с полиэфирным кордом при н.у. составляет 109,0 Н, а при 120 °С – 93,6 Н, а для композиций с СЦС₂ показатель прочности резинокордной системы составляет 111,4 и 110,0 Н (при н.у.), 94,3 Н и 93,7 Н (при 120 °С) в случае соотношений 4:1 и 3:1 соответственно. Практически такие же зависимости изменения свойств установлены и для резин с СЦС₃ (110,4 и 109,1 Н (при н.у.), 93,8 и 92,9 Н (при 120 °С)).

Изменение прочности связи в резинокордных системах при введении цинкосодержащих технологических добавок может быть обусловлено влиянием данных компонентов на образование внутренних напряжений за счет усадочных явлений при формировании адгезионного контакта, а также участием исследуемых компонентов в процессе образования пространственной структуры с возникновением в зоне контакта разнородных материалов химических связей [3, 4, 6]. Поверхностно-активные свойства исследуемых компонентов приводит к облегчению релаксационных процессов в системе «резина-текстильный корд».

Прочность связи резин на основе СКИ-3 с полиэфирным кордом

Table 3.

Bond strength of rubbers based on SRI-3 with polyester cord

Наименование компонентов(их соотношение) Name of components (their ratio)	Прочность связи резины с кордом, Н / содержание стеариновой кислоты Bond strength between rubber and cord, N / stearic acid content			
	1,0мас. ч. 1.0 wt. h.		0,5мас. ч. 0.5 wt. h.	
	при н.у. at normal conditions	при 120 °С at 120 °C	при н.у. at normal conditions	при 120 °С at 120 °C
Оксид цинка Zinc oxide	109,0	93,6	110,3	94,1
Оксид цинка: Вулкатив (4:1) Zinc oxide: Vulkativ (4:1)	108,6	91,9	109,0	92,7
Оксид цинка: Вулкатив (3:1) Zinc oxide: Vulkativ (3:1)	107,1	90,6	107,3	91,5
Оксид цинка: Вулкатив (2:1) Zinc oxide: Vulkativ (2:1)	105,2	90,2	106,1	91,0
Оксид цинка: Вулкатив (1:1) Zinc oxide: Vulkativ (1:1)	100,2	89,6	101,0	90,3
Оксид цинка: СЦС ₁ (4:1) Zinc oxide: SCS ₁ (4:1)	107,9	92,8	108,2	93,5
Оксид цинка: СЦС ₁ (3:1) Zinc oxide: SCS ₁ (3:1)	106,2	92,0	106,1	92,9
Оксид цинка: СЦС ₁ (2:1) Zinc oxide: SCS ₁ (2:1)	104,3	91,6	105,6	92,0
Оксид цинка: СЦС ₁ (1:1) Zinc oxide: SCS ₁ (1:1)	101,0	91,3	101,9	91,8
Оксид цинка: СЦС ₂ (4:1) Zinc oxide: SCS ₂ (4:1)	111,4	94,3	112,8	95,5
Оксид цинка: СЦС ₂ (3:1) Zinc oxide: SCS ₂ (3:1)	110,0	93,7	111,4	94,2
Оксид цинка: СЦС ₂ (2:1) Zinc oxide: SCS ₂ (2:1)	108,2	93,0	109,6	93,8
Оксид цинка: СЦС ₂ (1:1) Zinc oxide: SCS ₂ (1:1)	106,5	92,8	107,3	93,0
Оксид цинка: СЦС ₃ (4:1) Zinc oxide: SCS ₃ (4:1)	110,4	93,8	110,9	94,6
Оксид цинка: СЦС ₃ (3:1) Zinc oxide: SCS ₃ (3:1)	109,1	92,9	110,0	93,7
Оксид цинка: СЦС ₃ (2:1) Zinc oxide: SCS ₃ (2:1)	107,5	91,9	108,7	92,3
Оксид цинка: СЦС ₃ (1:1) Zinc oxide: SCS ₃ (1:1)	105,9	91,7	106,3	92,0

Аналогичный характер изменения свойств выявлены и для резинокордных систем с уменьшенной дозировкой стеариновой кислоты. В данном случае введение комбинаций оксид цинка с добавками СЦС₂ и СЦС₃ в соотношениях 4:1 и 3:1 также практически не оказывает влияние на монолитность системы «резина–корд». Для композиции с оксидом цинка показатель прочности резины с кордом составляет 110,3 Н, а для композиции с СЦС₂ – 112,8 и 111,4 Н (в соотношениях 4:1 и 3:1) и 110,9 и 110,0 Н – для композиций с СЦС₃. В случае же композиций с добавками «Вулкатив» и СЦС₁ прочность

связи резинокордной системы несколько меньше (на 1,2–8,4%) по сравнению с композицией с оксидом цинка.

Для композиции на основе комбинации каучуков СКМС-30 АРКМ-15 + СКД, предназначенной для бегового слоя протектора, важной эксплуатационной характеристикой является износостойкость. Износостойкость характеризует способность резин сопротивляться потере материала в результате разрушения поверхности под действием фрикционных сил [3, 4]. Результаты исследования по определению сопротивления истиранию резин при скольжении на рисунке 1.

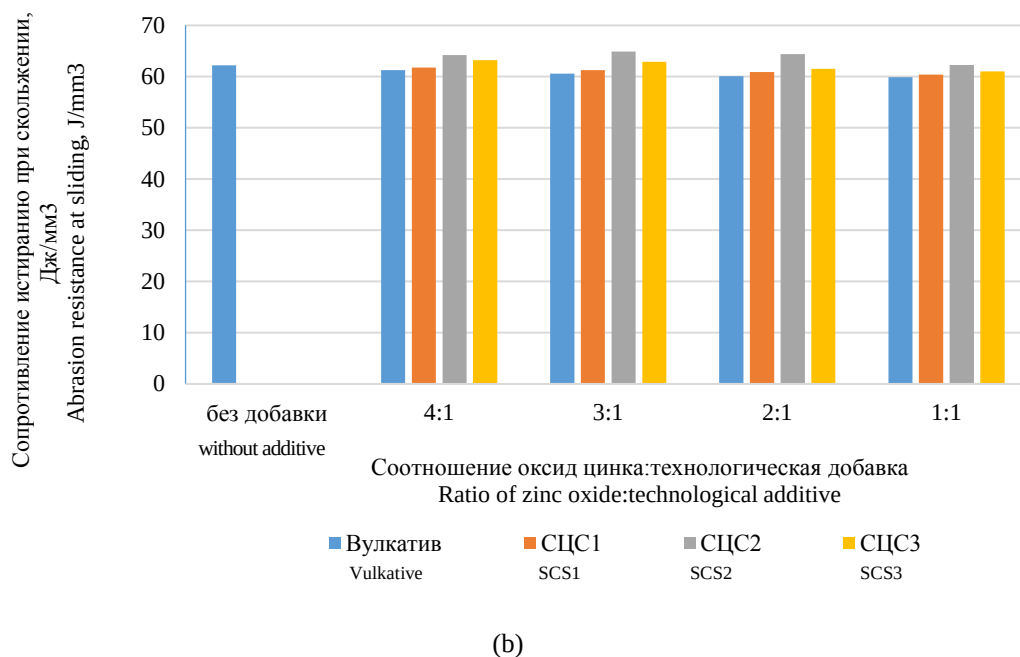
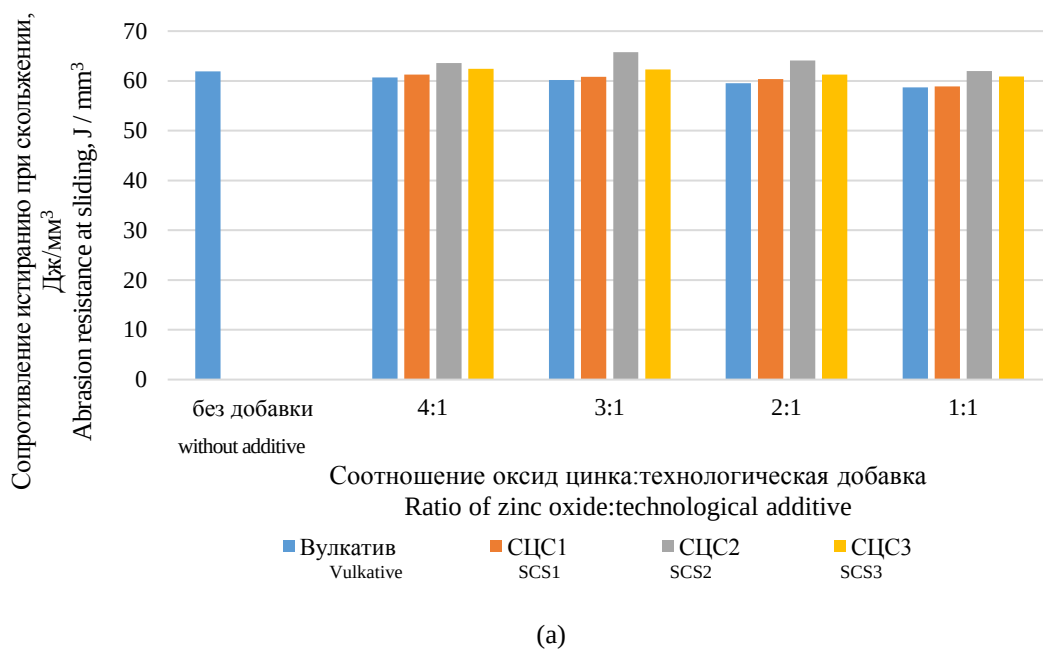


Рисунок 1. Зависимость сопротивления истиранию резин на основе СКМС-30 АРКМ-15 + СКД от количественного содержания исследуемых технологических добавок: а) с 2,0 мас.ч. стеариновой кислоты; б) с 1,0 мас.ч. стеариновой кислоты

Figure 1. Dependence of abrasion resistance of rubbers based on SRMS-30 ARKM-15 + SRD from the quantitative content of technological additives: a) with 2.0 parts by weight stearic acid; b) with 1.0 parts by weight stearic acid

На основании полученных результатов исследований установлено, что резины с цинкосодержащими технологическими добавками «Вулкатив» и СЦС₁ характеризуются несколько пониженной стойкостью к истиранию. Так, сопротивление истиранию при скольжении образцов резин с СЦС₁ составляет 61,3–58,9 Дж/мм³ (для резин с 2,0 мас.ч. стеариновой кислоты) и 61,8–60,4 Дж/мм³ (для резин с 1,0 мас.ч. стеариновой кислоты) в то время как образцы

с оксидом цинка характеризуются значениями 61,9 Дж/мм³ и 62,2 Дж/мм³. Следует отметить, что применение в составе эластомерных композиций технологической добавки СЦС₂ (во всех соотношениях с оксидом цинка) и добавки СЦС₃ (в соотношениях 4:1 и 3:1) позволяет получать резины с износостойкостью, не уступающей резинам с промышленным активатором вулка-

низации. В данном случае сопротивление истиранию резин при скольжении для образцов с СЦС₂ находится в пределах 65,8–62,0 Дж/мм³ (для композиций с 2,0 мас.ч стеариновой кислоты) и 64,5–62,3 Дж/мм³ (для композиций с 1,0 мас.ч стеариновой кислоты).

Характер изменения стойкости резин с цинкосодержащими технологическими добавками к истиранию при скольжении, вероятно, обусловлен их влиянием на степень диспергирования наполнителя, а также особенностями пространственной структуры вулканизатов. Наличие в объеме эластомерной матрицы очагов концентраций напряжений в случае неудовлетворительного диспергирования технического углерода приводит к снижению износостойкости резин. Степень поперечного сшивания резин также оказывает значительное влияние на износостойкость вулканизатов. Зависимость износостойкости от жесткости резин и, следовательно, от степени их вулканизации носит экстремальный характер и зависит как от их состава, так и от режима испытания [3, 4, 7].

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлено, что частичная замена оксида цинка на цинкосодержащие технологические добавки не оказывает существенного влияния на деформационно-прочностные свойства резин на основе каучуков общего назначения. В данном случае вулканизаты с добавками СЦС₂ и СЦС₃ характеризуются несколько более высокими показателями прочности на 4,8–6,4%, что, однако, находится в пределах погрешности допустимой методикой на испытание. Характер изменения свойств резин при введении исследуемых компонентов, вероятно, связан с влиянием полифункциональных цинкосодержащих добавок на равномерность распределения компонентов вулканизирующей системы в среде эластомерной матрицы, а также плотность сшивания и природу образующихся поперечных связей в процессе

вулканизации. Определено, что резины с добавками СЦС₂ в комбинации с оксидом цинка во всех исследуемых соотношениях и СЦС₃ в комбинации с оксидом цинка в соотношениях 4:1 и 3:1 характеризуются несколько повышенной стойкостью (до 10,4%) к тепловому старению в воздушной среде, что, вероятно, обусловлено особенностями вулканизационной структуры исследуемых резин с данными добавками.

Заключение

Результаты исследования влияния цинкосодержащих технологических добавок на прочность связи резины на основе СКИ-3 с полиэфирным кордом показали, что использование в составе эластомерных композиций цинкосодержащих добавок СЦС₂ и СЦС₃ в определенном соотношении с оксидом цинка практически не оказывает влияние на адгезионную прочность резины с кордом по сравнению с резинокордной системой, содержащей оксид цинка. Введение данных добавок, по-видимому, может оказывать влияние на развитие релаксационных процессов при формировании адгезионного контакта в резинокордной системе, а также на процесс образования пространственной структуры в зоне контакта.

Установлено, что введение в эластомерные композиции цинкосодержащих технологических добавок с СЦС₂ и СЦС₃ в комбинации с оксидом цинка в соотношениях 4:1 и 3:1 позволяет незначительно повысить износостойкость резин (на 2,8–6,3% для резин с СЦС₂ и на 0,6–1,6% для резин с СЦС₃). Влияние данных добавок на сопротивление резин истиранию может быть обусловлено получением резин, характеризующихся меньшей дефектностью структуры за счет более равномерного распределения порошкообразных ингредиентов, а также более оптимальной вулканизационной сеткой, позволяющей обеспечить высокую стойкость к разрушению поверхностного слоя резины в зоне контакта с контр телом.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Каюшников С.Н., Прокопчук Н.Р., Усс Е.П., Алфимов И.В. Исследование влияния цинкосодержащих технологических добавок на технические свойства резин // Вестник Казанского технологического университета. 2017. Т. 20. № 6. С. 36–41
- 2 Прокопчук Н.Р., Каюшников С.Н., Вишневицкий К.В. Технологически активные добавки в составе эластомерных композиций (обзор). // Полимерные материалы и технологии. 2016. Т.2. № 3. С. 6–23.
- 3 Шутин Ю.Ф. Физикохимия полимеров / Воронеж, 2012. 838 с.
- 4 Резниченко С.В., Морозов Ю.Л. Большой справочник резинщика. Ч. 1. Каучуки и ингредиенты. М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012. 744 с.

- 5 Лимпер А. Производство резиновых смесей. СПб: ЦОП «Профессия», 2013. 264 с.
- 6 Yasuda Y., Minoda S., Ohashi T. Two-phase network formation in sulfur crosslinking reaction of isoprene rubber // Macromolecular chemistry and physics. 2014. V. 215 (10). P. 971–977.
- 7 Al-Hartomy O.A., Al-Ghamdi A.A., Fahra Al-Said S.A., Dishovsky N. et al. Influence of Various Types of Fatty Acid Zinc Soaps on the Dynamic Mechanical Properties of Silica Filled Composites Based on Natural Rubber // International Review of Chemical Engineering. 2014. V. 6. № 2. P. 108–115
- 8 Monsallier J. – M., Verneul H. Activate accelerated sulfur vulcanization and reduced Zinc loading // Kautschuk Gummi Kunststoffe. 2009. № 9. P. 597–604.

9 Joseph A.M., George B., Madhusoodanan K.N., Alex R. Current status of sulphur vulcanization and devulcanization chemistry: Process of vulcanization // Rubber Science. 2015. №28(1). P. 82–121.

10 Maciejewska M., Walkiewicz F., Zaborski M. Novel Ionic Liquids as Accelerators for the Sulfur Vulcanization of Butadiene–Styrene Elastomer Composites // Ind. Eng. Chem. Res. 2013. V. 52(25). P. 8410–8415.

REFERENCES

1 Kayushnikov S.N., Prokopchuk N.R., Uss E.P., Alfimov I.V. Investigation of the influence of zinc-containing technological additives on the technical properties of rubbers. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University]. 2017. vol 20, no. 6. pp. 36–41. (in Russian)

2 Prokopchuk N.R., Kayushnikov S.N., Vishnevsky K.V. Technologically active additives in the composition of elastomeric compositions (review). *Polimernyye materialy i tekhnologii* [Polymeric materials and technologies]. 2016. Vol. 2, no. 3. pp. 6–23. (in Russian)

3 Shutlin Yu. F. *Fizikokhimiya polimerov* [Physicochemistry of polymers]. Voronezh, 2012. 838 p. (in Russian)

4 Reznichenko S.V., Morozova J.L. *Bol'shoy spravochnik rezinshchika*. Ch. 1. *Kauchuki i ingredienty* [Great reference book of the rubber. Part 1. Rubbers and ingredients] Moscow, Ltd "Tekhinform

Publishing Center MAI" Publ., 2012. 744 p. (in Russian)

5 Limper A. *Proizvodstvo rezinovykh smesey* [Production of rubber compounds] Saint-Petersburg, OCP "Profession" Publ., 2013. 264 p. (in Russian)

6 Yasuda Y., Minoda S., Ohashi T. Two-phase network formation in sulfur crosslinking reaction of isoprene rubber. *Macromolecular chemistry and physics*. 2014. vol. 215 (10). pp. 971–977.

7 Al-Hartomy O.A., Al-Ghamdi A.A., Fahra Al-Said S.A., Dishovsky N. et al. Influence of Various Types of Fatty Acid Zinc Soaps on the Dynamic Mechanical Properties of Silica Filled Composites Based on Natural Rubber. *International Review of Chemical Engineering*. 2014. vol. 6, no 2. pp. 108–115.

8 Monsallier J. – M., Verneul H. Activate accelerated sulfur vulcanization and reduced Zinc loading. *Kautschuk Gummi Kunststoffe*. 2009. no. 9. pp. 597–604.

9 Joseph A.M., George B., Madhusoodanan K.N., Alex R. Current status of sulphur vulcanization and devulcanization chemistry: Process of vulcanization. *Rubber Science*. 2015. no. 28(1). pp. 82–121.

10 Maciejewska M., Walkiewicz F., Zaborski M. Novel Ionic Liquids as Accelerators for the Sulfur Vulcanization of Butadiene–Styrene Elastomer Composites. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2013. vol. 52(25), pp. 8410–8415.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Н. Каюшников первый заместитель генерального директора, главный инженер, ОАО «Белшина», Минское шоссе, г. Бобруйск, 213824, Беларусь, v.d.v90@mail.ru

Николай Р. Прокопчук д.х.н., профессор, член-корр. НАН Беларуси, кафедра полимерных композиционных материалов, Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова 13а, г. Минск, 220006, Беларусь, pcm@belstu.by

Елена П. Усс к.т.н., ассистент, кафедра полимерных композиционных материалов, Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова 13а, г. Минск, 220006, Беларусь, uss@belstu.by

Ольга В. Карманова д.х.н., зав. кафедрой, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, karolga@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Николай Р. Прокопчук консультация в ходе исследования

Елена П. Усс обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Ольга В. Карманова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.08.2017

Sergei N. Kayushnikov First Deputy Director General – Chief Engineer, главный инженер, JSC «Belshina», Minskoye route, Bobruisk, 213824, Republic of Belarus, v.d.v90@mail.ru

Nikolai R. Prokopchuk doctor of chemical sciences, professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Polymer Composite Materials department, Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus, pcm@belstu.by

Elena P. Uss candidate of technical sciences, assistant, Polymer Composite Materials department, Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus, uss@belstu.by

Olga V. Karmanova doctor of chemical sciences, head of department, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, karolga@mail.ru

CONTRIBUTION

Sergei N. Kayushnikov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Nikolai R. Prokopchuk consultation during the study

Elena P. Uss review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Olga V. Karmanova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.8.2017

ACCEPTED 8.11.2017

Разработка экспрессного способа микрогравиметрического определения фактических смол в бензинах

Татьяна А. Кучменко¹ tak1907@mail.ru
Ирина А. Грибоедова¹ i.griboedova@yandex.ru
Дарья А. Порядина² sibilda1@yandex.ru

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

² Военная академия Ракетных Войск Стратегического Назначения им. Петра Великого, ул. Бригадная, 17, г. Серпухов, 142210, Россия

Реферат. Предложен новый подход для быстрой, простой оценки одного из показателей качества бензинов – концентрации фактических смол. Измерены отдельные стандартные показатели качества для исследуемых проб бензинов (с октановым числом 92), связанные с содержанием компонентов нефтяных фракций и других нелетучих соединений. Применен метод пьезокварцевого микровзвешивания с односторонней нагрузкой исследуемым бензином электрода резонатора, чувствительного по массе (ОАВ-типа) с ограничивающим контуром. Изучена корреляция между результатами, полученными пьезокварцевым микровзвешиванием, и по стандартной методике. Определены критические точки разработанного способа – стадия нанесения точного объема проб на электрод резонатора микрошприцем. Методом молекулярной абсорбционной спектроскопии в средней УФ-области относительно гексана установлены различия в составе компонентов нефтяной фракции проб бензина. Применен принцип сравнения «отпечатков пальцев» для сопоставления и установления степени идентичности спектров и состава для проб бензина по нескольким характерным точкам на спектрах. Для нахождения и оценки тесноты связи между результатами различных методов использован непараметрический метод для малых выборок ранговой корреляцией Спирмена. Установлено, что значения коэффициентов корреляции рангов Спирмена для пьезокварцевого микровзвешивания и оптической плотности пика, присутствующего во всех пробах бензина при характеристической длине волны имеют прямую и сильную тесноту связи. Зависимость признаков является статистически значимой, имеется тесная линейная связь между параметрами. Положительно оценена возможность применения метода пьезокварцевого микровзвешивания для разработки экспрессного способа оценки нелетучего остатка бензинов.

Ключевые слова: качество топлив, бензины, концентрация фактических смол, экспрессный способ, пьезокварцевое микровзвешивание, пьезорезонаторы

Development of express method of microgravimetric determination of actual resins in petrols

Tat'yana A. Kuchmenko¹ tak1907@mail.ru
Irina A. Griboedova¹ i.griboedova@yandex.ru
Dar'ya A. Poryadina² sibilda1@yandex.ru

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

² Military Academy of the strategic missile forces named after Peter the Great, Brigadnaya st., 17, Serpukhov, 142210, Russia

Summary. A new approach is proposed for a quick, simple assessment of one of the quality indicators of gasoline - the concentration of actual pitches. Separate standard quality indicators for the gasoline samples (with octane number 92), which are associated with the content of the components of petroleum fractions and other non-volatile compounds, were measured. The method of piezoelectric micro-weighting with one-sided loading of the resonant electrode of the resonator, sensitive on mass (OAB-type) with a limiting contour, is used. The correlation between the results obtained by piezoelectric micro-weighting and by the standard method was studied. Critical points of the developed method are determined - the stage of applying the exact volume of samples to the resonator electrode with a micro syringe. The method of molecular absorption spectroscopy in the middle UV region relative to hexane revealed differences in the composition of the components of the petroleum fraction of gasoline samples. The principle of comparing "fingerprints" is used to compare and establish the degree of identity of spectra and composition for gasoline samples from several characteristic points on the spectra. To find and evaluate the tightness of the connection between the results of different methods, a nonparametric method for small samples with the Spearman rank correlation was used. It is established that the values of the Spearman's correlation coefficients for the piezoelectric microweighting and the peak optical density present in all gasoline samples at the characteristic wavelength have a direct and strong tightness of the connection. The dependence of the signs is statistically significant, there is a close linear relationship between the parameters. The possibility of applying the piezoelectric micro-weighting method to develop an express method for estimating the non-volatile residue of gasoline was positively evaluated.

Keywords: quality of fuels, gasolines, concentration of actual pitches, express method, piezoelectric microweighting, piezoresonators

Для цитирования

Кучменко Т.А., Грибоедова И.А., Порядина Д.А. Разработка экспрессного способа микрогравиметрического определения фактических смол в бензинах // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 136–142. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-136-142

For citation

Kuchmenko T.A., Griboedova I.A., Poryadina D.A. Development of express method of microgravimetric determination of actual resins in petrols. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 136–142. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-136-142

Введение

Для оценки способности бензинов образовывать низкотемпературные отложения (эффективность применения топлив на технике) и стабильности свойств (окисляемость) контролируют показатель «концентрация фактических смол» (мг/100 см³). Этот показатель входит в перечень полного анализа бензинов и дизельных топлив, оценивает их эксплуатационные свойства [1].

Кроме того, чем ниже химическая стабильность бензина, тем больше показатель концентрации фактических смол и ниже допустимые сроки хранения бензинов в различных условиях [2].

В соответствие с требованиями ГОСТ этот показатель определяется двумя методами: выпаривания струей [3] и паровым методом Бударова [4].

Сущность обоих методов заключается в выпаривании точного объема топлива с последующим определением массы остатка, состоящего из фактических смол и других нелетучих соединений в условиях потока воздуха [3] и под струей водяного пара [4].

Стандартные методики требуют применения сложного аппаратного оформления, высоких энергетических затрат и выполняются только в специализированных лабораториях.

Альтернативным способом определения фактических смол в бензинах является фракционная перегонка. Подход заключается в поэтапном нагревании пробы бензина до температуры полного испарения жидкой фазы и отгонки фракций до неиспаряемого остатка, по массе которого определяется концентрация фактических смол. Недостаток такого способа заключается в его длительности (не менее 2 часов). Кроме того, все перечисленные методы и решения позволяют определить условные показатели состава топлив, определяемые условиями эксперимента.

Перспективным направлением определения содержания фактических смол в бензинах является применение пьезокварцевых резонаторов, генерирующих объемные акустические волны. Они, благодаря высокой чувствительности по массе, широко применяются как чувствительные микровесы, которые могут контактировать как с газовыми, так и жидкими средами. Основным уравнением, который описывает преобразования изменений массы, присоединенной к поверхности кварцевого пьезорезонатора, в приращение выходной частоты автогенератора (отклик), является уравнение модели Зауэрбрея [5]:

$$\Delta F = -k \Delta m, \quad (1)$$

где ΔF – изменение резонансной частоты, Гц; Δm – изменение массы на электродах резонатора, мкг; k – константа, которая объединяет характеристики кварца, электродов, условий микровзвешивания.

Достоинства предложенного решения заключаются в применении малых объемов проб – не более 1–5 мкл, в низкой коррозионной активности материалов электродов (серебро, золото, алюминий), которые являются наиболее чувствительной областью резонаторов, что позволяет неограниченно применять недорогие комплектующие до их физического выхода из строя.

Цель исследования – оценить возможность разработки экспрессного способа измерения содержания фактических смол в бензинах, значительно снижающий время и себестоимость анализа по сравнению с существующими решениями.

Материал и методы исследования

В качестве объектов исследования выбраны пробы бензина с октановым числом 92 (А-92) различных производителей и дат розлива (таблица 1).

Для всех проб измерены отдельные стандартные показатели, связанные с содержанием компонентов нефтяных фракций: качественные характеристики (цвет, наличие воды, механические примеси, водорастворимые кислоты и щелочи), плотность (ρ , г/см³) по API Р 50.2.075-2010 ГСИ, масса нелетучего остатка ($V_{ост}$, см³) фракционной перегонкой по ГОСТ 2177-99 (ИСО 3405-88) (таблица 1), дана органолептическая оценка.

В качестве чувствительных микровесов применяли пьезорезонаторы ОАВ-типа с базовой частотой 10,0 МГц на длинных ножках и серебряными электродами диаметром 5 мм (рисунок 1).

Для предотвращения растекания неводных проб за границы тензочувствительной области (наибольшая чувствительность по массе), вследствие малого поверхностного натяжения и высокой смачиваемости поверхности, формировали на кварцевой пластине контур вокруг электрода, не захватывая его, толщиной 1–2 мм (рисунок 2). Для этого с помощью капилляра диаметром 1 мм наносили окружность из поливинилацетатного клея. Сушили при температуре 95–100 °С в течение 20 мин.

Объекты исследования и их некоторые стандартные физико-химические показатели

The objects of research and some of their standard physicochemical indicators

Пробы Samples	Точки отбора проб Sampling points	Цвет Colour	ρ , г/см ³ (T=20 °C) g/cm ³	$V_{ост}$, см ³ cm ³	Соответствие НД Compliance with RD
1	Пользователь 1 User 1	Светло- желтый Light yellow	0.736	4.3	Соответствует НД Corresponds to RD
2	Подсолнух Sunflower		0.727	4.3	
3	Пользователь 2 User 2		0.728	2.2	
4	ТНКАЗСЗО Усмань Fuel oil company gas station Usman		0.736	4.3	
5	ЛТКЛipetsk Fuel Company		0.732	4.3	
6	Дашковка Dashkovka		0.738	3.4	
7	АЗС№ 20,Бобренок Gas station№ 20, Bobrenok		0.734	2.6	
8	Татнефть, Серпухов Tatneft, Serpukhov		0.753	3.0	
9	«Газпромнефть», Серпухов «Gazprom Neft», Serpukhov		0.730	8.0	Несоответствует НД Not corresponds to RD

В качестве частотомера использовали одноканальный газоанализатор «САГО». Изменяли частоту пьезорезонатора до и после нагрузки пробой на одноканальном частотомере. Пробу наносили на один электрод пьезорезонатора (одноосная, односторонняя нагрузка).



Рисунок 1. Фото подготовленного к исследованию пьезорезонатора

Figure 1. Photo of the piezoresonator prepared for the study

Подготовка бензина заключалась в отборе средней пробы образца и при необходимости в фильтровании. Фиксировали исходную частоту колебаний резонатора F_0 (МГц) с ограничивающим контуром и закрепляли в переносной держатель.

На верхний электрод, внутрь контура, наносили микрошприцем некоторый объем анализируемой пробы бензина и высушивали каплю пробы в сушильном шкафу в течение 10 мин при температуре 95 ± 2 °C.

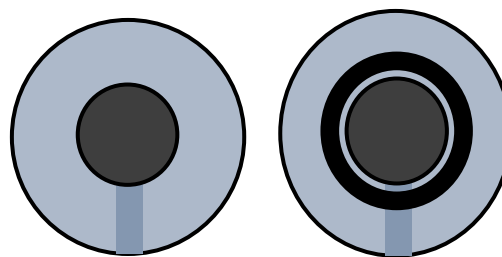


Рисунок 2. Схема формирования контура вокруг электрода пьезорезонатора

Figure 2. Circuit forming circuit around the piezoresonator electrode

Охлаждали резонатор в эксикаторе и устанавливали, держа за ножки, в частотомер. Измеряли повторно частоту колебаний резонатора после сушки с нелетучим остатком на электроде F_c (МГц). Рассчитывали изменение частоты колебаний кварцевой пластины до нанесения пробы и после высушивания ΔF (МГц):

$$\Delta F = (F_0 - F_c) \cdot 10^6, \quad (2)$$

где F_0 – исходная частота колебаний резонатора, Гц; F_c – частота колебаний после высушивания нанесенной капли пробы, Гц.

Содержание фактических смол в бензине $m_{\text{пьеzo}}$ (мкг) рассчитывали по уравнению Зауэрбрея [5]:

$$m_{\text{т у а с т}} = \frac{\Delta F \cdot S}{2,27 \cdot F_0^2}, \quad (3)$$

где S – площадь электродов резонатора, см² – как правило 0,2 см².

После каждого анализа проводили удаление нелетучего остатка спиртом или толуолом, далее просушивали резонатор.

Правильность результатов микровзвешивания оценивали по результатам, полученным фракционной перегонкой топлив по ГОСТ 2177-99 (ИСО 3405-88).

Для установления различий компонентов нефтяных фракций проб бензина А-92 использовали молекулярную абсорбционную спектроскопию в средней УФ области относительно гексана [6] на спектрофотометре SHIMADZUU Vmini 1240.

Для нахождения и оценки тесноты связи между результатами различных методов использовали непараметрический метод для малых выборок ранговой корреляцией Спирмена. Ранжировали каждый из элементов признаков (X и Y) в порядке возрастания значений. Если при ранжировании были обнаружены повторяющиеся значения среди элементов признаков X и Y , то ранг повторяющихся значений признаков был рассчитан как среднее арифметическое из их рангов. Для каждого элемента из наборов признаков X и Y рассчитывали D_i – разность рангов, D^2 – квадрат разности рангов пары соответствующих элементов X и Y и поправки на одинаковые ранги A_X и B_Y в наборах признаков X и Y соответственно по формулам:

$$A_X = \frac{n^3 - n}{12}; B_Y = \frac{k^3 - k}{12}, \quad (4)$$

где n – количество одинаковых рангов в наборе признаков X ; k – количество одинаковых рангов в наборе признаков Y .

Рассчитывали коэффициент корреляции Спирмена ($r_{набл}$) по формуле [7]:

$$r_{набл} = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^m D_i^2 - A_X - B_Y}{\sqrt{(m^3 - m - 12 \cdot A_X) \cdot (m^3 - m - 12 \cdot B_Y)}}, \quad (5)$$

где m – ранг самого большого элемента последовательности.

Для оценки полученного значения коэффициента Спирмена ($r_{набл}$), сравнивали его с соответствующим критическим значением для заданного уровня значимости из таблицы критических значений коэффициента ранговой корреляции Спирмена ($r_{крит}$). Если $r_{набл} > r_{крит}$, то зависимость признаков статистически значима, и наоборот, если $r_{набл} < r_{крит}$, то зависимость признаков является статистически не значимой [8].

Полученные результаты и их обсуждение

Предварительно определены стандартные показатели качества и свойства для проб бензина А-92, связанные с содержанием компонентов нефтяных фракций и других нелетучих соединений (таблица 1). Показатели всех проб, за исключением

пробы 9, соответствуют нормативным требованиям. Для пробы 9 установлено превышающее норму содержание фактических смол.

Пьезокварцевым микровзвешиванием проанализированы пробы бензинов А-92 (таблица 2). По коэффициенту вариации (V) установлено, что полученные результаты однородны, нет грубых промахов, что характеризует стабильность способа. Большая погрешность определения нелетучего остатка определяется ошибкой на стадии нанесения пробы, не весь объем пробы, который отбирается хроматографическим шприцом, наносится на электрод, вследствие способности жидкости подниматься вверх из-за капиллярного явления.

Таблица 2.

Результаты пьезокварцевого микровзвешивания нелетучих соединений в топливах ($m_{пьеzo}$, мкг) ($n = 3, P = 0.95$)

Table 2.

Results of piezoquartz microweighting of nonvolatile compounds in fuels ($m_{пьеzo}$, mkg) ($n = 3, P = 0.95$)

№ пробы № samples	$m_{пьеzo}$, мкг mkg	V	Δ , %
9	0.10 ± 0.03	0.10	30
3	0.11 ± 0.02	0.09	18
4	0.13 ± 0.04	0.15	30
2	0.18 ± 0.08	0.17	44
7	0.19 ± 0.07	0.16	36
6	0.20 ± 0.05	0.10	25
8	0.20 ± 0.09	0.20	45
1	0.24 ± 0.11	0.21	45
5	0.29 ± 0.14	0.17	48

Для проверки правильности полученных результатов, оценена корреляция их с результатами, полученными методом отгонки (рисунок 3).

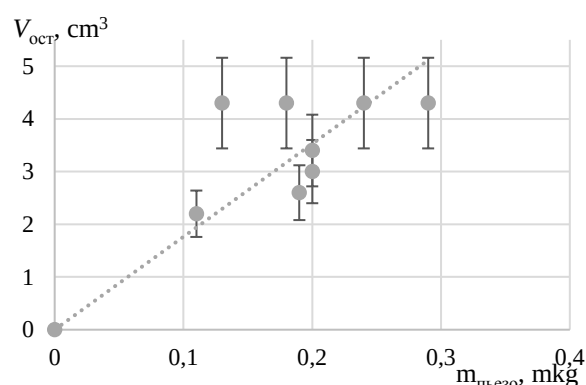


Рисунок 3. Зависимость результатов фракционной перегонки от массы не испаряемого остатка

Figure 3. Dependence of the results of fractional perdistonque on the mass of the non-volatile residue

Низкая корреляция между результатами ($V_{ост} = 17.63 \cdot m_{пвзо}$, $R^2 = 0.58$) может быть объяснена особенностями метода определения неиспаряемого остатка. Стандартный метод предполагает поэтапное нагревание пробы бензина до температуры полного испарения жидкой фазы [9]. В зависимости от состава бензина эта температура может изменяться от 120 до 200°С. В разрабатываемом способе пьезокварцевого микровзвешивания испарение проводится при температуре не более 100°С. То есть различие результатов, полученных двумя методами объясняется разным фракционным составом испаряемых соединений и соответственно остатка.

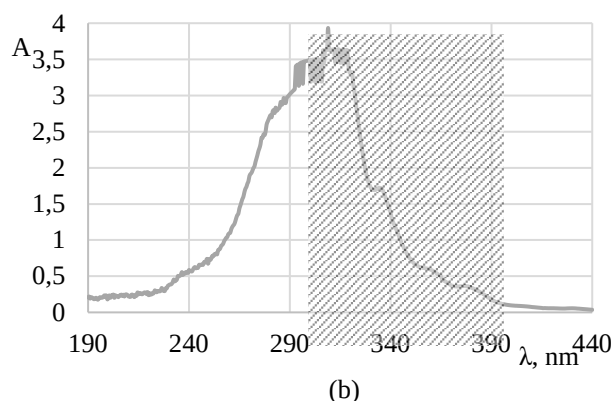
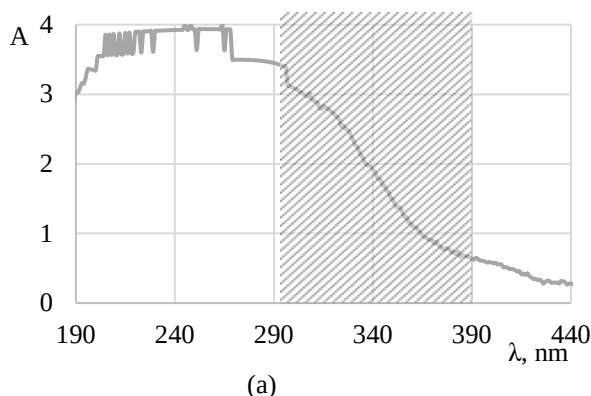


Рисунок 4. Спектры поглощения проб: (a) – проба 1, (b) – проба 2

Figure 4. Absorption spectra of samples: (a) – sample 1, (b) – sample 2

В идентичных условиях получены спектры для всех образцов бензинов А-92. Все спектры проб, за исключением пробы 1, идентичны и характеризуются максимумом светопоглощения в диапазоне 290–320 нм. Идентичность спектров в этой области говорит о близком составе смеси основных компонентов бензинов. При этом, в пробе 1 широкая полоса поглощения соответствует более короткому диапазону длин волн от 200 до 290 нм. Это говорит о том, что в этой пробе больше насыщенных углеводородов. При этом в этой пробе присутствуют и много других соединений, в том числе ненасыщенных углеводородов. То есть проба 1 отличается от других бензинов по фракционному составу.

Особенностью спектров проб 2–8 является наличие менее выраженных пиков в диапазоне 318–380 нм (рисунок 4).

Для сопоставления и установления степени идентичности спектров и состава для проб бензина по нескольким характерным точкам применен принцип сравнения «отпечатков пальцев». Для этого выделен участок спектра, соответствующий диапазону длин волн, при которых поглощают компоненты фактических смол. К таким компонентам относятся ароматические, непредельные углеводороды и легко окисляемые органические вещества [10], которые поглощают в диапазоне длин волн (λ) 300–400 нм.

Для установления различий исходного состава проб бензина А-92 использовали молекулярную абсорбционную спектроскопию относительно гексана (рисунок 4). Для идентификации компонентов нефтяных фракций используют спектры поглощения в средней УФ-области (190–400 нм) [6]. Благодаря высокой чувствительности УФ-спектроскопия находит применение для определения следов аренов и непредельных углеводородов. Каждая структурная группа характеризуется своим набором полос поглощения. Их положение и число зависит от состава основной части молекул.

Для этой области выделили длины волн экстремумов $\lambda_{экстр}$, для которых выбраны величины оптических плотностей (A).

Для сравнения постоянства качества состава фактических смол в исследуемых бензинах было рассчитано отношение A для длин волн коротковолновой и длинноволновой областях в виде диаграмм (k) (таблица 3, рисунок 5).

При постоянстве состава сложных смесей наборы отношений оптических плотностей при двух характеристических длинах волн для сравниваемых растворов постоянно:

$$\frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = const = k.$$

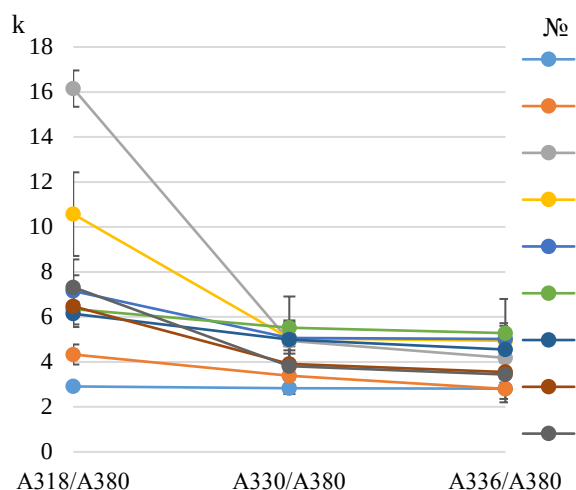
Таблица 3.

Характеристики спектров для различных проб бензина

Table 3.

Spectral characteristics for various gasoline samples

Проба Sample	A при $\lambda_{экстр}$ A at $\lambda_{экстр}$			
	A_{318}	A_{330}	A_{336}	A_{380}
1	4,00	3,90	3,87	1,38
2	3,63	1,73	1,69	0,34
3	3,63	2,57	2,55	0,51
4	3,93	3,42	3,27	0,62
5	3,93	3,20	2,91	0,64
6	4,00	2,42	2,20	0,62
7	3,23	0,99	0,84	0,20
8	4,00	3,12	2,66	0,92
9	3,93	2,04	1,85	0,54

Рисунок 5. Спектры параметров k для различных проб бензинаFigure 5. Spectra of parameters k for various gasoline samples

Представлением k в виде спектров установлено, что наиболее сильно по качественному составу отличаются пробы 7 и 1. При этом в пробе 1 отмечается наиболее равномерный состав фракций, т. к. поглощение при длинах волн компонентов, входящих в состав фактических смол практически постоянно. Наиболее не равномерная фракция в пробах 7 и 2.

Для нахождения и оценки тесноты связи между результатами различных методов был использован непараметрический метод для малых выборок ранговой корреляции Спирмена [7]. В качестве рангов выбраны стандартные изменения показателей плотности (ρ), не испаряемого остатка ($V_{ост}$), пьезокварцевого микровзвешивания ($m_{пьеzo}$), оптическая плотность пика, присутствующего во всех пробах бензина, при характеристической длине волны 380 нм (A_{380}) (таблица 4).

Таблица 4.

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена для исследуемых бензинов

Table 4.

Spearman's rank correlation coefficients for the investigated gasolines

0,70–1,00	Сильная теснота связи Strong tightness of communication	$r_{набл}(A_{380}, m_{пьеzo})$			
		0,72			
0,30–0,69	Средняя теснота связи Medium tightness of communication	$r_{набл}(A_{380}, \rho)$			
		0,64			
0–0,29	Слабая теснота связи Weak tightness of communication	$r_{набл}(V_{ост}, m_{пьеzo})$	$r_{набл}(V_{ост}, m_{пьеzo})$	$r_{набл}(V_{ост}, m_{пьеzo})$	$r_{набл}(V_{ост}, m_{пьеzo})$
		0	0	0	0

Установлено, что значения коэффициентов корреляции рангов Спирмена (r) для результатов пьезокварцевого микровзвешивания и A_{380} имеют сильную тесноту связи. Положительное значение коэффициента свидетельствует о наличии прямой связи между признаками и позволяет утверждать, что, чем меньше A_{380} , тем меньше результаты пьезокварцевого микровзвешивания (m), не испаряемого при 95 ± 2 °C остатка бензина.

Критическое значение ($r_{крит}$) коэффициента Спирмена при данном числе степеней свободы ($n=9$) составляет 0,68 [8]; $r_{набл} > r_{крит}$, т. е. зависимость признаков является статистически значимой.

Коэффициенты Спирмена показывают, что из всех примененных методов анализа бензинов, наиболее коррелируют между собой спектрофотометрия и пьезокварцевое микровзвешивание. Отсутствие корреляции стандартного

метода ($V_{ост}$) и пьезокварцевого микровзвешивания (0) может быть объяснено особенностями метода определения не испаряемого остатка. Следовательно, наиболее объективным методом отражения состава и его постоянстве является спектрофотометрия.

Выводы

Положительно оценена возможность применения метода пьезокварцевого микровзвешивания для разработки экспрессного способа оценки нелетучего остатка бензинов. В отличие от спектроскопии достоинство предложенного метода заключается в миниатюрности оборудования и минимальном объеме пробы для анализа.

Результаты получены при выполнении НИР в рамках гранта по программе «У.М.Н.И.К.» № 11438ГУ/2017.

ЛИТЕРАТУРА

1 ТР ТС 013/2011. О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту. М., 2011.

2 Гуреев А.А. Автомобильные бензины. Свойства и применение. 1996.

3 ГОСТ 1567–97 (ИСО 6246–95). Нефтепродукты. Бензины автомобильные и топлива авиационные. Метод определения смол выпариванием струей. Введен 01.07.1999. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.

4 ГОСТ 8489–58. Топливо моторное. Метод определения фактических смол (по Бударову). Введен 01.07.1986. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

5 Кучменко Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов // Проблемы аналитической химии. 2011. Т. 14. С. 127–203.

6 Ультрафиолетовая и инфракрасная спектроскопия нефтяных фракций. URL: http://studopedia.ru/15_6293_bumazhnaya-hromatografiya-smolistih-veshchestv-i-asfaltenov.html.

7 Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. URL: http://edu.alnam.ru/book_mkor.php?id=41.

8 Задачи оптимизации. URL: http://www.uchimatchast.ru/teory/spirman_primer.php.

9 Определение фракционного состава топлива. URL: http://studopedia.ru/14_73816_opredelenie-fraktsionnogo-sostava-benzinov.html.

10 О бензине. URL: <http://www.aviajournal.com/arhiv/2004/05/02.html>.

REFERENCES

1 TR TS 013/2011. O trebovaniyakh k avtomobil'nomu i aviatsionnomu benzinu, dizel'nomu i sudovomu toplivu, toplivu dlya reaktivnykh dvigateley i mazutu [Technical regulations of the Customs Union 013/2011. On the requirements for automobile and aviation gasoline, diesel and marine fuel, jet fuel and fuel oil.]. Moscow, 2011. (in Russian)

2 Gureev A.A. Avtomobil'nye benziny. Svoystva i primeneniye [Automobile gasolines. Properties and application.]. 1996. (in Russian)

3 GOST 1567–97 (ISO 6246–95). Nefteprodukty.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна А. Кучменко д.х.н., профессор, зав. кафедрой, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tak1907@mail.ru

Ирина А. Грибоедова студент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, i.griboedova@yandex.ru

Дарья А. Порядина к.х.н., преподаватель кафедры, Военная академия Ракетных Войск Стратегического Назначения имени Петра Великого, ул. Бригадная, 17, г. Серпухов, 142210, Россия, sibilda1@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна А. Кучменко предложила методику проведения эксперимента

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

Дарья А. Порядина консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ .2017

Benziny avtomobil'nye i topliva aviatsionnye. Metod opredeleniya smol vyparivaniem struey [State Standard 1567–97 (International organization for standardization 6246–95). Petroleum products. Automobile gasoline and aviation fuel. Method for the determination of tar by evaporation by a jet]. Moscow, Standartinform Publ, 1999. (in Russian)

4 GOST 8489–58. Toplivo motornoe. Metod opredeleniya fakticheskikh smol (po Budarovu). [State Standard 8489–58. Fuel motor. Method for determining actual pitches (according to Budarov)]. Moscow, Standartinform Publ, 2001. (in Russian)

5 Kuchmenko T.A Khimicheskie sensory na osnove p'yezokvartsevykh mikrovosov . *Problemy analiticheskoy khimii*. [Problems of Analytical Chemistry]. 2011. vol. 14. 127–203 p. (in Russian)

6 Ul'trafiioletovaya i infrokrasnaya spektroskopiya neftyanykh fraktsiy [Ultraviolet and infrared spectroscopy of petroleum fractions]. Available at: http://studopedia.ru/15_6293_bumazhnaya-hromatografiya-smolistih-veshchestv-i-asfaltenov.html.

7 Koeffitsient rangovoy korrelyatsii Spirmena [Coefficient of rank correlation of Spearman]. Available at: http://edu.alnam.ru/book_mkor.php?id=41

8 Zadachi optimizatsii [Optimization tasks] Available at: http://www.uchimatchast.ru/teory/spirman_primer.php

9 Opredelenie fraktsionnogo sostava topliva [Determination of fractional composition of fuel]. Available at: http://studopedia.ru/14_73816_opredelenie-fraktsionnogo-sostava-benzinov.html.

10 O benzine [About gasoline]. Available at: <http://www.aviajournal.com/arhiv/2004/05/02.html>

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tat'yana A. Kuchmenko doctor of chemical sciences, professor, head of department, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tak1907@mail.ru

Irina A. Griboedova student, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, i.griboedova@yandex.ru

Dar'ya A. Poryadina candidate of chemical sciences, lecturer of the department, Military Academy of the strategic missile forces named after Peter the Great, Brigadnaya st., 17, Serpukhov, 142210, Russia, sibilda1@yandex.ru

CONTRIBUTION

Tat'yana A. Kuchmenko proposed a scheme of the experiment

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

Dar'ya A. Poryadina consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.9.2017

ACCEPTED 2017

Machinability of Stainless Tool Steel using Nitrogen Oil-Mist coolant

Amad E. Elshwain	¹	elshwain@gmail.com
Mohamed H. Elmunafi	¹	elmunafi@gmail.com
Noordin M. Yusof	¹	noordin@fkm.utm.my
Norizah Redzuan	¹	norizah@mail.fkm.utm.my
Denni Kurniawan	²	denni@utm.my
Hassan A. Wahab	²	aahassan3@live.utm.my

¹ Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Johor, Malaysia² University of El Imam El Mahdi, Kosti, P.O. box 209, Sudan

Summary. For all dry machining process, temperature generated in the cutting zone is the major challenge. It causes tool failure and results in unsatisfactory surface finish. Application of flood coolant method during machining processes can significantly reduce the temperature and consequently extend the cutting tool life. However, it has serious concerns regarding environmental pollution, operator health and manufacturing cost. These issues are usually attempts to be overcome by using minimum quantity lubrication (MQL) technique. This method merges the advantages of both dry cutting and flood cooling by spraying a small amount of lubricant to the cutting zone using vegetable oil. In this paper, another technique is proposed in order to further enhance the machineability of the stainless tool steel (STAVAX ESR 48 HRC). This involves using of nitrogen gas (N₂) and air as cooling medium in combination with oil mist lubricant (MQL). The results show that the combination between nitrogen and oil-mist lubricant much more prolonged the tool life and improved the surface finish than the air-oil mist lubricant medium.

Keywords: MQL, Cutting fluid, Tool wear, Cutting forces, Surface roughness, Tool life, Nitrogen

Introduction

Dry hard turning has become an alternative machining process to grinding due to its ability to increase material removal rate, reduce production cost and enhance of material properties. However, dry hard turning has several issues such as high temperatures at the tool-chip and tool-workpiece interfaces, which are negatively affects the quality of the machined parts and terminates the tool life. Using conventional cutting fluid methods (flood coolant) can improve machining performance by reducing the temperature in the cutting zone, however, it causes environmental pollution, has hazardous effect on operator health and increases the capital cost of the machined products. These issues have encouraged the researchers to replace the conventional cooling method by another one. Recently, machining with minimum quantity lubrication (MQL) has been introduced as a replacement to the traditional one. It is considered as green manufacturing processes since only very little quantity of lubricating oil mixed with compressed air is delivered at the tool-workpiece interface. However, the suitability of this technique in enhancing the machineability of hardened stainless tool steel is still under investigation. In reported literature an appreciable efforts have been made in investigating this new technique and compare with dry cutting when machining different hard materials. Elmunafi et al [1] investigated the use of MQL in turning AISI 420 stainless steel and compared

the results with dry cutting. They concluded that that MQL has offered a better surface roughness and extended the tool life by reducing the temperature at the cutting zone. In another report, Rahim et al. [2] stated that applying of MQL technique using vegetable oil resulted in better machining performance when compared with dry cutting where the cutting force and temperature have been reduced. The good experimental results obtained by using MQL, make it as an alternative technique to flood cooling method when machining hardened steels and aluminum alloys [3]. For machining other materials and steel grades, this new technique was also investigated. It was found that applying MQL when machining Inconel 718 at high speed resulted in extending the tool life and reducing cutting forces [4]. Sharma et al [5] reported that temperature was significantly decreased and surface finish was improved when machining AISI D2 alloy steel using MQL with vegetable oil and tungsten carbide cutting tool. For further machineability enhancement of different materials, a combination between nitrogen and oil-mist (MQL) has been used. Handawi et al [6] conducted their experiments under nitrogen-oil mist and air-oil mist lubricant conditions during high-speed turning of stainless steel (AISI 420). The result shows that the machining performance with nitrogen-oil mist was better than air-oil mist in terms of tool life and surface finish. Shizuka et al [7] investigated the use of nitrogen-oil-mist when turning carbon steel (AISI 1045) using both cemented carbide and

Для цитирования

Elshwain A.E., Elmunafi M.H., Yusof N.M., Redzuan N., Kurniawan D., Wahab H.A. Machinability of Stainless Tool Steel using Nitrogen Oil-Mist coolant // Вестник ВГУИТ. 2017. Т 79. № 3. С. 143–147. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-143-147

For citation

Elshwain A.E., Elmunafi M.H., Yusof N.M., Redzuan N., Kurniawan D., Wahab H.A. Machinability of Stainless Tool Steel using Nitrogen Oil-Mist coolant. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79 no. 3. pp. 143–147. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-143-147

cermet tools. It was found that N_2 significantly reduces the oxidation that occurs at the chip and the tool interface, and the tool wear took place by different wear mechanisms such as adhesion, chipping and abrasion. Wear by oxidation was not noticed, and only some micro cracks were found at the flank face near the cutting edge. However, the later lubricant techniques were not investigated when machining stainless tool steel (STAVAX ESR-48 HRC) using wiper coated carbide cutting tool.

In general, finish machining is meant to accomplish smooth level of surface texture, which is usually depicted with low feed and depth of cut. Wiper geometry cutting tools is another modification on the machining process to achieve better finish and increase the metal removable rate by increasing the feed rate as well [8]. Surface roughness has significant influence upon the tool life. For manufacturing parts by machining, low surface roughness is required since it will lead to reduce the friction and wear rate, and thus, improves the corrosion resistance [9]. Therefore, in this work both air-oil-mist and nitrogen-oil-mist cutting conditions with biodegradable vegetable oil were investigated, and the results were compared with dry machining.

Experimental Details

Workpiece Materials, Cutting Inserts and Experimental Procedure

Turning tests were performed on hardened stainless tool steel (STAVAX ESR) using Alpha 1350 S CNC lathe machine. The chemical composition of this workpiece material was 0.38% C, 0.9% Si, 0.5% Mn, 13.6% Cr and 0.3% V, having hardness of 48 HRC as labeled by the manufacturer. Experiments were conducted using tungsten carbide coated with single-layer TiAlN. The coated carbide tool has an ISO designation of CNMG 120408, with wiper geometry and 0.8 mm nose radius. The inserts were mounted on tool holder ISO designation (MCLNR 1616H12). The insert with the tool holder has the following angles: side cutting edge angle is -5° , entering angle 95° , end and back rake angles is 5° , end and side relief angles is 5° and end cutting edge angle is 5° . Flank wear growth was monitored at regular cutting time intervals (30 seconds). The measured responses are the main cutting force, tool life and surface roughness. The criteria for tool failure was set at maximum flank wear of 0.12 mm, when the tool is broken (catastrophic failure) or if the surface roughness of the machined workpiece is beyond $1.6 \mu\text{m}$. Optical Microscope (Zeiss, Type Stemi 2000-C) and FEI QUANTA 200 FESEM were used to capture and evaluate the wear on flank surfaces. For measuring the centerline average (CLA) surface roughness values (R_a), Mitutoyo profile meter, type: SJ-301 was

used. The surface roughness measuring length on the machined surface was kept at 0.8 mm.

Cutting Parameters

The machining parameters (cutting speed, feed and depth of cut) were selected based on tool manufacturer's recommendation for finish machining of hardened stainless steel using coated carbide tool as tabulated in Table 1.

Table 1.

Cutting parameters

Cutting speed, V_c (m/min)	100	135	170
Feed, f (mm/rev)	0,16	0,2	0,24
Depth of cut (mm)	0,2		

Coolant and Lubricant Conditions

In air-oil mist system (MQL), a compressor was used to supply air at pressure of 5 bar with flow rate 50 ml/h using vegetable oil (castor oil) which was supplied by MQL system (Unist type) as shown in Fig. 1. For nitrogen-oil mist system, nitrogen cylinder with suitable pressure regulator was used to supply the nitrogen gas at pressure of 5 bar at 50 ml/h flow rate as shown in Fig. 2. Two nozzles were used to target the face and flank surfaces of the tool. Dry cutting with the same parameters was also conducted as control.

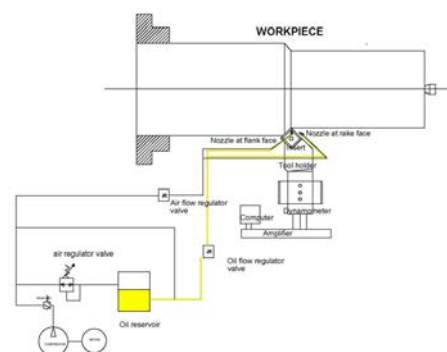


Figure 1. Schematic diagram of air-oil-mist condition

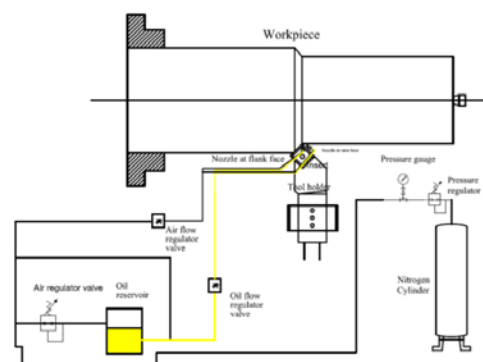


Figure 2. Schematic diagram of nitrogen-oil-mist condition

Results and Discussion

In this section, main results were detailed and discussed. Graphics showing the surface roughness, tool life and wear mechanism at three different conditions of dry, air-oil-mist and nitrogen-oil-mist were presented.

Tool Life

The tool life values obtained from dry, air-oil-mist and nitrogen-oil-mist cutting machining conditions are presented in Table 2. As it was expected, varying the cutting speed and feed rate affected the cutting tool life (Fig. 3). Thus, increasing cutting speed and feed rate in dry cutting resulted in decreasing the tool life. However, when air-oil-mist was employed the tool life was significantly extended by 90%, 50% and 66% for low, medium and high cutting conditions (cutting speed and feed) respectively. Comparing these tool life results of the nitrogen-oil mist with the air-oil mist, it was found that the tool life was moderately prolonged at the three combinations of speed and feed. This indicates that the later lubricant method (nitrogen-oil-mist) is very practical lubrication for extending the tool life. These good results is attributed to the fact that nitrogen gas atmosphere retards oxidation due to the developed heat at cutting zone during machining, which leads to reduce the cutting temperature and extend the tool life [7]. Tool life of nitrogen-oil-mist at high level of cutting speed and feed rate seems to be moderately extended. The reason is that at high machining conditions, the temperature generated at the cutting zone was high enough to cause catastrophic failure for both lubrication methods. Fig. 3 illustrates the tool life obtained from the three different machining conditions.

Table 2.
Tool life at different machining conditions

Cutting conditions		Tool life (min)		
Cutting speed (m/min)	Feed (mm/rev)	Dry	Air-oil-mist	N ₂ -oil-mist
100	0,1	17,7	33,7	44,3
135	0,20	5,5	8,3	9,81
170	0,24	0,9	1,5	1,75

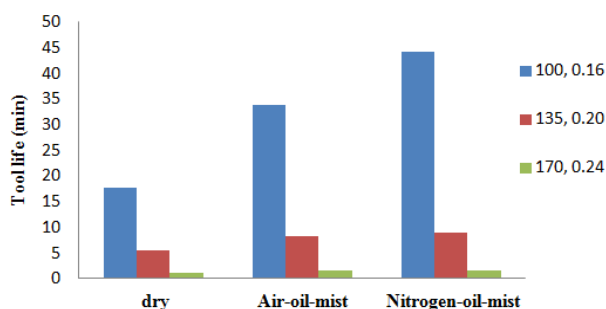


Figure 3. Histogram of tool life for different machining conditions

Wear Mechanism under Air-Oil Mist and Nitrogen-Oil Mist Conditions

The comparative experiments were also used to investigate tool wear when turning stainless tool steel (STAVAX ESR) under air-oil-mist and nitrogen-oil-mist machining conditions. Fig. 4 shows the progression of flank wear (VB_{max}) on the minor flank face of the coated carbide tool under dry, air-oil-mist and nitrogen-oil-mist conditions respectively. It's obvious that the flank wear (VB_{max}) under dry condition grew rapidly (Fig. 4). While it's rate of growth decreased by air-oil-mist and nitrogen-oil-mist lubricants. After 17 minutes of machining time, the micro drops of oil-mist were evaporated because of the rise in cutting temperature that caused by the tool wear. This prevented the oil film to interact at tool-workpiece interfaces. However, the tool wear rate in the case of nitrogen-oil mist was less. This is due to the reduction of oxidation wear, which led to extend the tool life by reducing the propensity to progressive wear at the WC-Co cutting tool faces.

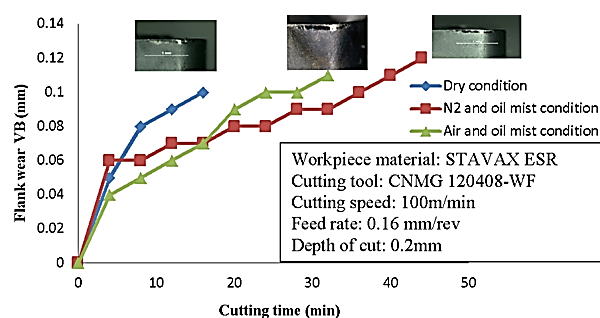


Figure 4. Progression of tool wear (VB) versus cutting time under dry, air-oil mist and nitrogen oil mist conditions

On the other hand, crater wear which was formed due to the coating material loss, indicated that the flank face was affected by less loading than the rake face [10]. Fig. 5 represents the SEM and EDS analyses of the coated carbide tool flank. The SEM images shows the flank wear at low condition of cutting speed and feed (100m/min and 0.16 mm/rev) for dry and both lubrication methods (air-oil-mist and nitrogen-oil-mist). It can be noticed that the cutting tool tested in the medium of nitrogen-oil-mist served for longer time. In this case, the tool was failed by abrasion wear mechanism, while the tool tested in air-oil-mist medium failed by diffusion wear mechanism. This explains for the higher percentage of adhered workpiece material that detected by EDS on the tool surface. In addition, the damage of coating substrate was found to be less under nitrogen-oil-mist compared to air-oil mist conditions as shown in Figures 5A and 5B.

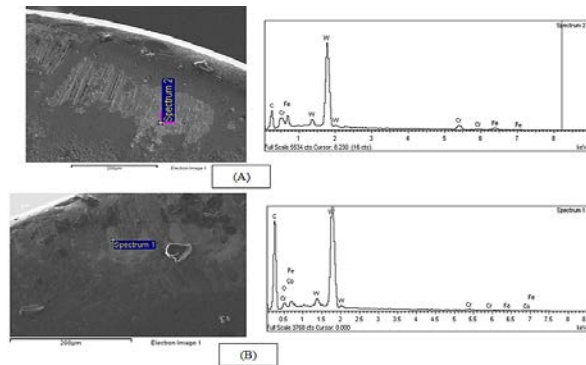


Figure 5. SEM of rake face and EDS analysis of typical area: (A) air oil mist (B) nitrogen-oil mist at 100 m/min, 0.16 mm/rev

Surface Roughness

Table 3 presents the values of surface roughness for dry and both lubricant methods. In general, the surface roughness values for dry machining were higher than the air-oil-mist and nitrogen-oil-mist lubricants. Nitrogen-oil-mist machining medium showed better surface finish than air-oil-mist one at condition of high speed and feed. This is attributed to the good penetration and better cooling effect of the lubrication method [11], and the less contact area between the tool and chip interface. Thus, it enabled the nitrogen to reduce the friction at the interface between the tool and the chip [12]. Furthermore, the high nitrogen gas pressure led to improve the surface quality of the machined workpiece and prolong the tool life when it was used with the oil-mist [13, 14]. This could be due to the fast cleaning of metal residual left on the surface of the workpiece by the chip during machining. Figure 6 shows the variation in surface roughness measured during turning STAVAX ESR by coated carbide cutting tools under dry and the two lubrication methods at different cutting parameters. It can be concluded that the smoother surface finish of the machine surface was obtained by using nitrogen-oil-mist lubrication medium at high condition of cutting speed and feed.

Table 3.

Results of dry, air-oil-mist and N₂-oil-mist conditions in terms of surface roughness

Cutting speed (m/min)	Feed (mm/rev)	Surface roughness (μm)		
		Dry	Air-oil-mist	Nitrogen-oil-mist
100	0,16	0,41	0,38	0,43
135	0,20	0,44	0,38	0,35
170	0,24	0,55	0,43	0,37

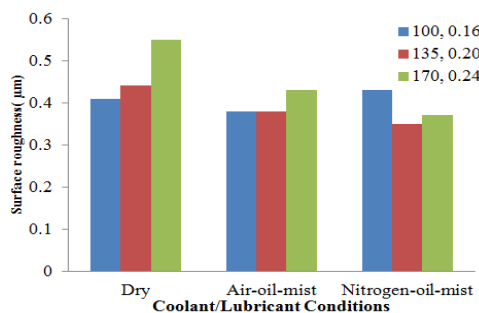


Figure 6. Histogram of surface roughness for air oil mist and nitrogen oil mist at different cutting parameters

Cutting Forces

The measured main cutting force when turning hardened tool steel (48HRC) under the dry, air-oil-mist and nitrogen oil mist conditions was illustrated in Fig. 7. It is in the ranges of (269–323N) for dry, (210–300N) for air-oil-mist and (247–294N) for nitrogen-oil-mist machining conditions. It is evident that mean cutting force increased when cutting speed and feed were increased for all three machining conditions. However, the main cutting force is higher in dry machining at all cutting conditions of speed and feed. When the two lubricant methods were used, the cutting force was reduced for all employed cutting parameters. This is due to the lower rate of tool wear when lubricants were used and thus, reduced the cutting force. However, the main cutting force at low speed and feed was lower under air-oil-mist condition. This could be due to the low temperature generated at the cutting zone, and the ability of oil film to penetrate to the cutting area in contact. Whereas at high speed, cutting force is slightly lower under nitrogen-oil-mist condition. This is probably due to the evaporation of the oil film in the case of air-oil-mist lubricant because of temperature rise at higher cutting speed, and thus this lubrication method became less effective. The situation is different when machining was performed using nitrogen-oil-mist lubrication method at high condition of cutting speed and feed. Although the developed high temperature led to evaporate the oil film, the nitrogen stood alone to perform the cooling action at the cutting zone [11].

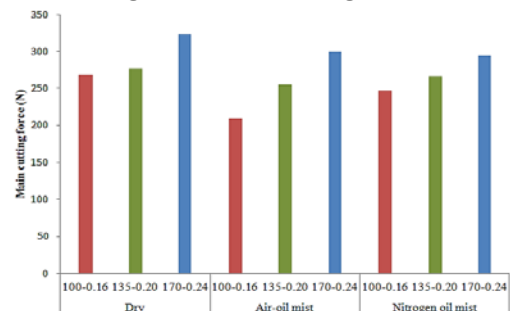


Figure 7. Cutting force at different speed and feed under dry, air-oil-mist and nitrogen-oil-mist conditions

Conclusion

Hardened AISI 420 stainless steel (48 HRC) was turned under dry, air-oil-mist and nitrogen-oil-mist conditions using wiper-coated carbide cutting tools at various cutting speed and feed rate. The tool life under nitrogen-oil-mist machining condition was appreciably prolonged compared to dry and air-oil-mist cutting conditions. Flank and crater wear are the dominant failure modes when hard turning STAVAX ESR. Nitrogen reduced oxidation wear on tool faces and provides better cooling effect compared to air-oil-mist condition. Nitrogen-oil-mist machining condition showed better surface roughness than air-oil-mist one. At high speed, cutting force is slightly lower under nitrogen-oil-mist condition. Therefore, it can be suitable

lubricant/cooling medium for machining the stainless tool steel material at high removable rate.

Acknowledgement

The authors wish to thank the Ministry of Higher Education, Malaysia (MOHE), Universiti

Teknologi Malaysia (UTM) and Research Management Center, UTM for their financial support to this work through the Long Term Research Grant Scheme (LRGS) funding number 4L804. The authors also wish to thank staff of Production Laboratory, UTM for their technical support.

REFERENCES

- 1 Elmunafi M. H., Kurniawan D., Noordin M. Y. Use of castor oil as cutting fluid in machining of hardened stainless steel with minimum quantity of lubricant. *Procedia CIRP*. 2015. vol. 26. pp. 408-411.
- 2 Rahim E. A. Ibrahim M. R., Rahim A. A., Aziz S. et al. Experimental investigation of minimum quantity lubrication (MQL) as a sustainable cooling technique. *Procedia CIRP*. 2015. vol. 26. pp. 351-354.
- 3 Sreejith P. Machining of 6061 aluminum alloy with MQL, dry and flooded lubricant conditions. *Materials letters*. 2008. vol. 62. pp. 276-278
- 4 Zhang S., Li J.F., Wang Y.W. Tool life and cutting forces in end milling Inconel 718 under dry and minimum quantity cooling lubrication cutting conditions. *Journal of Cleaner Production*. 2012. vol. 32. pp. 81-87.
- 5 Sharma J., Balwinder S. S. Investigation of effects of dry and near dry machining on AISI D2 steel using vegetable oil. *Journal of Cleaner Production*. 2014. vol. 66. pp. 619-623.
- 6 Handawi M., Elshwain A.E., Noordin M. Y., Redzuan N. et al. Comparison between Nitrogen-Oil-Mist and Air-Oil-Mist Condition when Turning of Hardened Tool Stainless Steel. *Applied Mechanics and Materials*. 2014. vol. 660. pp. 18-22.
- 7 Shizuka H., Sakai K., Suzuki Y. The Assist Effect of Nitrogen Atmosphere on MQL Cutting Performance. *Key Engineering Materials*. 2009. vol. 407. pp. 321-324
- 8 Shaw M. C. *Metal cutting principles*. Clarendon press Oxford. 2005. pp. 30-90
- 9 Gillibrand D., Sarwar M., Pierce C. The economic benefit of finish turning with coated carbide. *Surface and Coatings Technology*. 1996. vol. 86. pp. 809-813
- 10 Noordin M. Y., Kurniawan D., Sharif S. Hard turning of stainless steel using wiper coated carbide tool. *International Journal of Precision Technology*. 2007. vol. 2007. pp. 75-84
- 11 Çakır O., Kiyak M., Altan E. Comparison of gases applications to wet and dry cuttings in turning. *Journal of Materials Processing Technology*. 2004. vol. 153. pp. 35-41
- 12 Zhao W., He N., Li L. Effect Mechanism of Nitrogen Gas on Chip Formation in High Speed Cutting of Ti6Al4V Alloy Based on FEM Simulation. *Materials Science Forum*. 2009. pp. 177-182
- 13 Chandrasekaran V. V., Payton L. N., Hunko W. S. Performance of Nitrogen and Liquid Nitrogen as Coolants in Orthogonal Machining of AISI 1020 Steel Alloy With Uncoated Carbide Tools. In *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, American Society of Mechanical Engineers*. 2014. pp. V02BT02A036-V02BT02A036.
- 14 Diniz A.E., Machado Á. R., Corrêa J. G. Tool wear mechanisms in the machining of steels and stainless steels. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2016. vol. 87. pp. 3157-3168..

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Amad E. Elshwain PhD student, Materials, Manufacturing & Industrial Engineering department, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Johor, Malaysia, elshwain@gmail.com

Mohamed H. Elmunafi PhD student, Materials, Manufacturing & Industrial Engineering department, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Johor, Malaysia, elmunafi@gmail.com

Noordin M. Yusof Dean of Faculty of Mechanical Engineering, Professor, Materials, Manufacturing & Industrial Engineering department, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Johor, Malaysia, noordin@fkm.utm.my

Norizah Redzuan Dr., senior lecturer, Materials, Manufacturing & Industrial Engineering department, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Johor, Malaysia, norizah@mail.fkm.utm.my

Denni Kurniawan Dr., senior lecturer, Materials, Manufacturing & Industrial Engineering department, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Johor, Malaysia, denni@utm.my

Hassan A. Wahab Dr., post doctoral fellow, Chemical Engineering department, University of El Imam El Mahdi, Faculty of Engineering & Technical Studies, Kosti, P.O. box 209 Sudan, aahassan3@live.utm.my

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

CONTRIBUTION

Noordin M. Yusof and **Norizah Redzuan** proposed a scheme of the experiments and organized production trials

Amad E. Elshwain and **Mohamed H. Elmunafi** review of the literature on the investigated problem, conducted the experiments, performed the characterizations and measurements, and wrote the manuscript

Denni Kurniawan consultation during the study

Hassan A. Wahab 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.

Yasir A. Mohamed corrected the manuscript, improved the results discussion and put in the format required by the Journal before filing in editing.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.1.2017

ACCEPTED 2.1.2017

К вопросу развития исследований ресурсо- и энергосберегающих процессов в химической и смежных отраслях промышленности

Александр Б. Емельянов	¹	okipr-mip@mail.ru
Никита Р. Кононов	¹	nikita.cononow@yandex.ru
Сухрап Юсупов	¹	suhrap01@mail.ru
Александр А. Мягков	¹	nitro-fox@yandex.ru

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

Реферат. Сушка – процесс, часто применяемый в химической и пищевой промышленности. Ему сопутствуют большие энергозатраты, в связи с этим становится вопрос изыскания путей по снижению энергопотребления в процессе сушки. Это достигается благодаря поиску наиболее энергозатратных периодов сушки и способов их интенсификации. Изучение кинетики процесса сушки позволяет выявить соответствующие участки и дать оценку эффективности энергопотребления на них. Так в теории кинетики сушки появились кривые сушки и кривые скорости сушки. Данные кривые несут качественный характер и не дают полного представления о протекании процесса в целом, однако показатель скорости сушки является важным звеном в процедуре его моделирования. Для дальнейшего и более глубокого анализа кинетики процесса сушки в химической и пищевой промышленности может быть применен термин «ускорение сушки». Это величина, определяющая быстроту изменения скорости сушки, то есть первая производная от скорости сушки по времени или вторая производная по влажности. Результат внедрения в теорию кинетики сушки такой величины как ускорение сушки позволит вычислять время требуемое на сушку. По мимо этого, полученные графики ускорения сушки могут быть использованы для нахождения периодов с максимальными энергозатратами, что в перспективе поможет их минимизировать. Ускорение сушки позволяет более полно охарактеризовать период падающей скорости сушки, дать количественную оценку изменения скорости сушки и может использоваться при анализе кинетики снижения энергозатрат, а так же быть полезным при развитии исследований ресурсо- и энергосберегающих процессов в химической и смежных отраслях промышленности.

Ключевые слова: Кинетика процесса сушки, скорость сушки, ускорение сушки.

On the development of research on resource and energy-saving processes in the chemical and related industries

Aleksandr B. Emelyjanov	¹	okipr-mip@mail.ru
Nikita R. Kononov	¹	nikita.cononow@yandex.ru
Suhrap Yusupov	¹	suhrap01@mail.ru
Aleksandr A. Myagkov	¹	nitro-fox@yandex.ru

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

Summary. Drying is a process often used in chemical and food industry. This process requires a lot of energy, that's why it is necessary to search new ways for reduce energy consumption in the process of drying. This is achieved by finding the most energy intensive periods of drying and development of methods for their intensification. The exploration of the kinetics of the drying process let's find out specific areas and to assess energy efficiency. That's why in the theory of the kinetics of drying arose curves of drying and curves of drying speed. These curves don't give full vision of the passage of the drying process, but drying speed is important part of the procedure for its simulation. For further analysis of the kinetics of the drying process in chemical and food industry can be used the term of «accelerated drying». This value determines quickness changes of the drying speed this means that it is the first derivative of the drying speed by time or the second derivative by humidity. The result of introduction into the theory of the kinetics of drying such magnitude as accelerated drying will calculate the time required for drying. By this, the obtained curves of accelerated drying can be used for find the periods with the maximum energy consumption, which in term can help to minimize them. The accelerated drying allows described period of falling drying speed more fully, to assess drying speed changes and can be used in analysis of the kinetics of energy reduction, as well as be useful in the development of resource - saving research processes in chemical and allied industries.

Keywords: Kinetics of the drying process, drying speed, accelerate drying.

Введение

Процесс сушки нашел широкое применение в химической и пищевой промышленности. Высушенный продукт имеет ряд полезных свойств, таких как: меньшая подверженность порче, простота в упаковывание и транспортировке, сохранение, при определенных режимах и способах сушки, своих вкусовых и биологических качеств. Эти особенности позволяют

изготовить изделие, способное храниться на протяжении относительно долгого промежутка времени, будучи максимально компактным и сохранять качества изначального продукта. Процесс сушки в химической и пищевой промышленности применяется для обработки большого количества разнообразного сырья, что делает его важным объектом для изучения. Так как процесс удаления влаги из продукта

Для цитирования

Емельянов А.Б., Кононов Н.Р., Юсупов С., Мягков А.А. К вопросу развития исследований ресурсо- и энергосберегающих процессов в химической и смежных отраслях промышленности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 148–153. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-148-153

For citation

Emel'janov A.B., Kononov N.R., Jusupov S., Mjagkov A.A. On the development of research on resource and energy-saving processes in the chemical and related industries. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 148–153. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-148-153

является крайне сложным из – за множества факторов, влияющих на него, то поиск какого-то одного критерия или уравнения, описывающего весь процесс сушки, становится невозможным. Производителю наиболее важно знать за какое время влажность продукта достигнет необходимой величины. На этот вопрос позволяет ответить кинетика процесса сушки, поскольку она изучает закономерности изменения с течением времени таких величин, как среднее влагосодержание $\omega(\tau)$

и средняя температура тела (τ). Принцип, по которому могут меняться значения этих величин, лежит в основе определения количества испаряемой влаги из тела и расхода теплоты на сушку [1, 83 с.]. На основании изменения среднего влагосодержания с течением времени А.В. Лыковым была предложена кривая сушки (рисунок 1), показывающая процентное содержание влаги в продукте в каждый момент времени в процессе сушки [1, 85 с.].

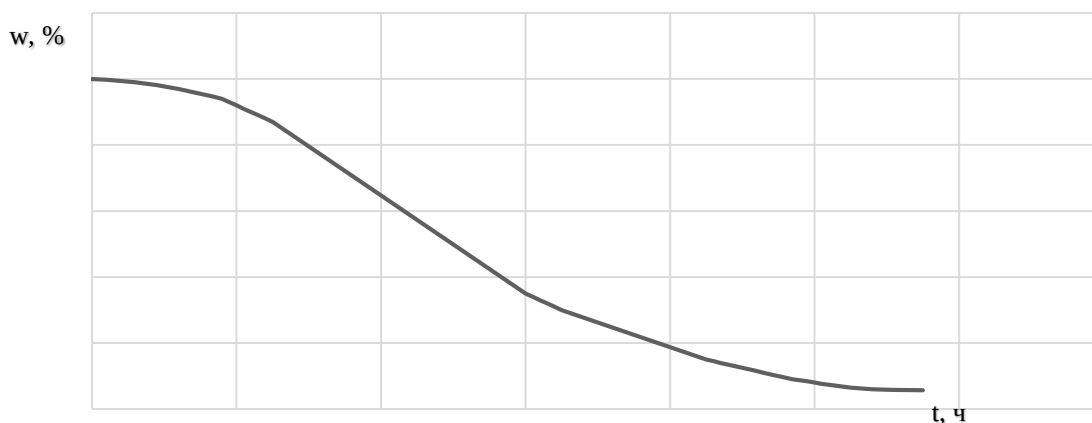


Рисунок 1. Кривая сушки

Figure 1. Curve drying

Графически продифференцировав кривую сушки, получаем кривую скорости сушки, которая демонстрирует значения скорости удаления влаги с течением времени при изменяющейся влажности продукта. Лыков приводит

6 типов кривых скорости сушки, отличающихся поведением кривой на падающем периоде скорости сушки [1, 86–87 с.]. Наиболее простыми кривыми скорости сушки являются 1, 2 и 3 (рисунок 2).

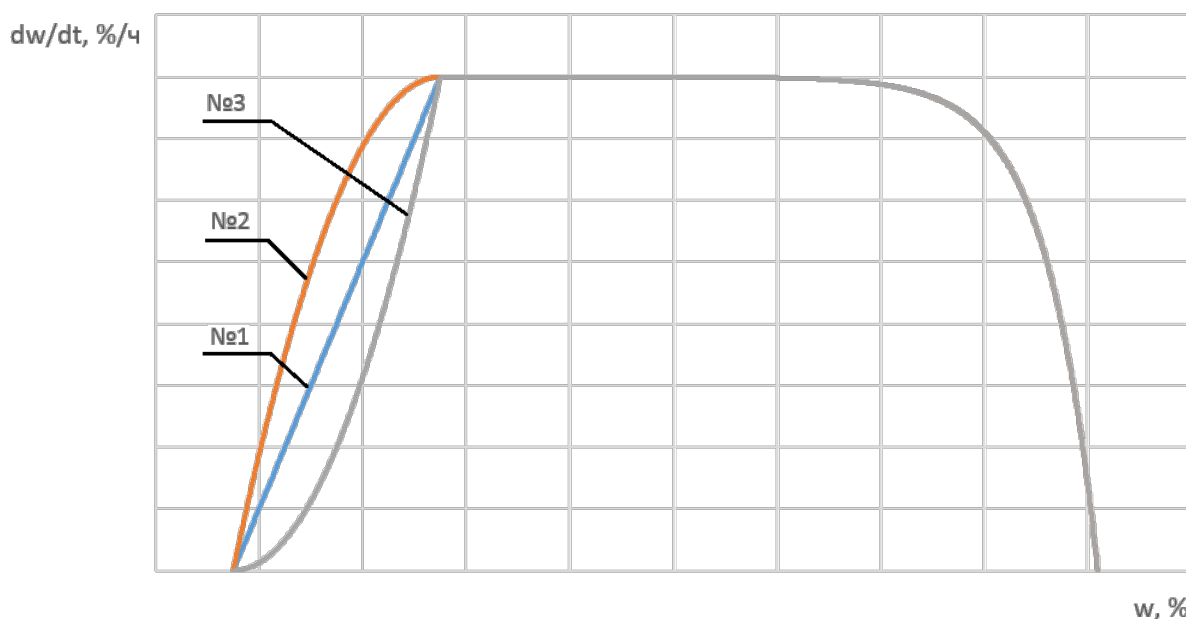


Рисунок 2. Кривые скорости сушки

Figure 2. Drying speed curves

Первая кривая получается при сушке тонких образцов волокнистых материала, таких как бумага или картон, вторая при сушке макаронного теста, тканей, кожи, а третья при сушке пористых керамических материалов.

К более сложным кривым сушки стоит отнести 4, 5 и 6 (рисунок 3), так как на падающем периоде сушки кривая либо несколько раз меняет направление своего изгиба, либо из прямой переходит в кривую.

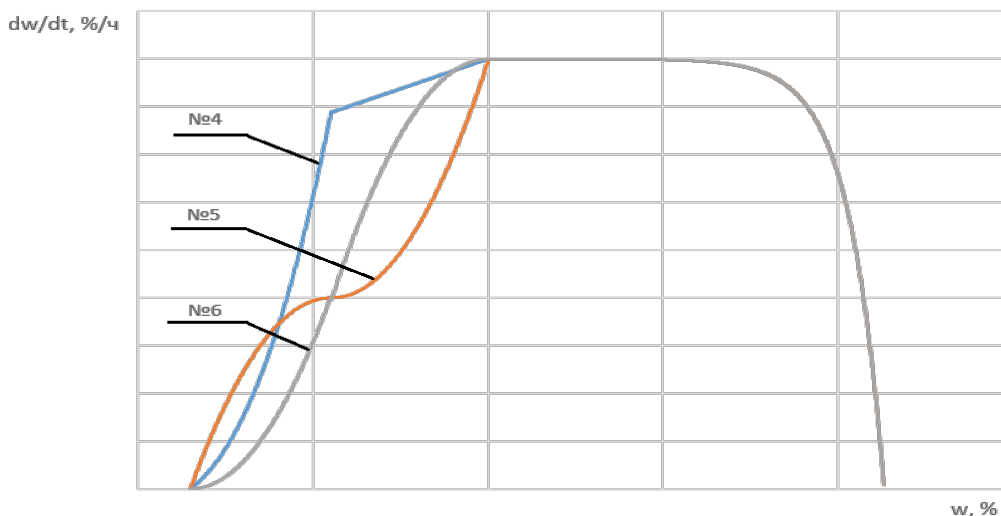


Рисунок 3. Более сложные кривые сушки
Figure3. More complex drying curves

Кривые 4 характеризуют процесс скорости сушки глины, кривые 5 получают при сушке хлеба, а кривые 6 встречаются на практике крайне редко [1, 86–87 с.].

Представленные кривые скорости сушки носят качественный характер и не дают полного представления о протекании процесса в целом, однако показатель скорости сушки является важным звеном в процедуре его моделирования.

А.С. Гинзбург предложил закон, описывающий изменения скорости сушки при приближенном методе расчета процесса сушки термолабильных материалов в кипящем слое, протекающего с убывающей скоростью [3, 87 с.]. Однако этот закон является только частным случаем, не применимым к другим методам сушки. Для дальнейшего и более глубокого анализа кинетики процесса сушки в химической

и пищевой промышленности может быть применен термин «ускорение сушки». Это величина, определяющая быстроту изменения скорости сушки, то есть первая производная от скорости сушки по времени или вторая производная от влажности [2].

$$A = \frac{d^2\omega}{dt^2}, \quad (1)$$

где ω – влажность продукта, %; t – время процесса сушки, ч.

Получить графическую реализацию данной формулы можно продифференцировав график кривой скорости сушки. Величина ускорения сушки численно равна тангенсу угла наклона касательной к кривой скорости сушки. По средствам графического дифференцирования строим 6 графиков ускорений сушки (рисунок 4–9).

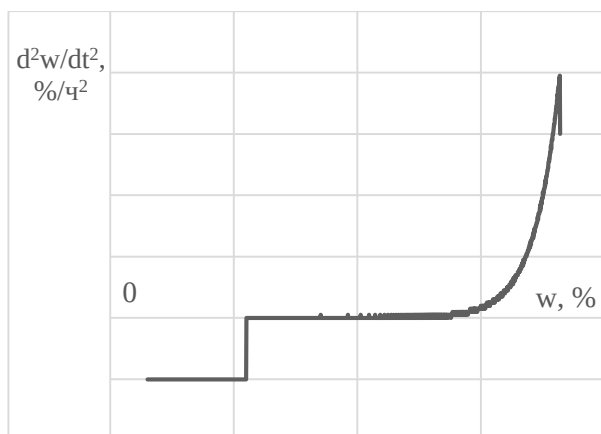


Рисунок 4. Кривая ускорения сушки 1 типа
Figure4. The acceleration curve of drying type 1

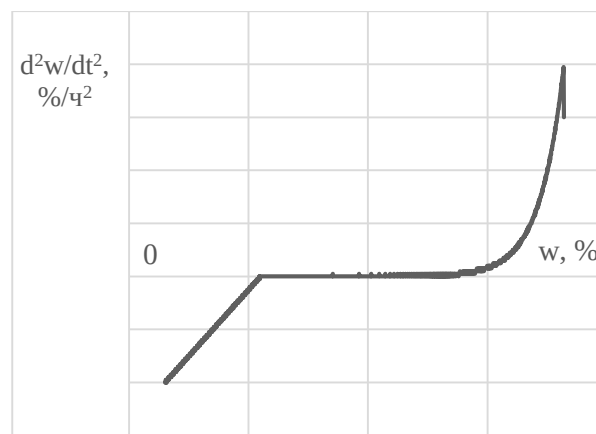


Рисунок 5. Кривая ускорения сушки 2 типа
Figure5. The acceleration curve of drying type 2

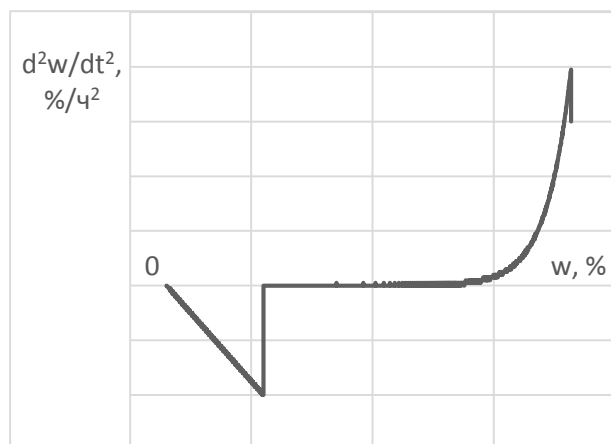


Рисунок 6. Кривая ускорения сушки 3 типа
Figure 6. The acceleration curve of drying type 3

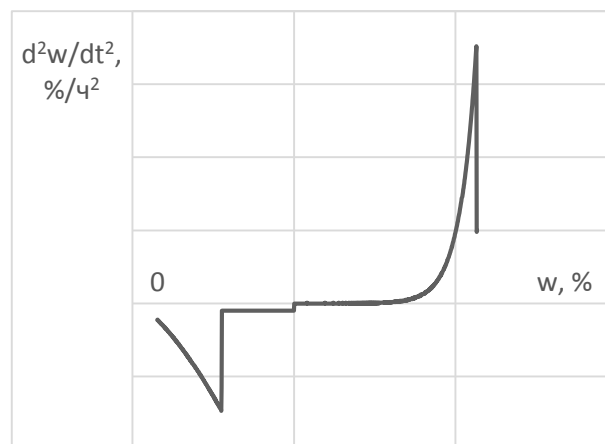


Рисунок 7. Кривая ускорения сушки 4 типа
Figure 7. The acceleration curve of drying type 4

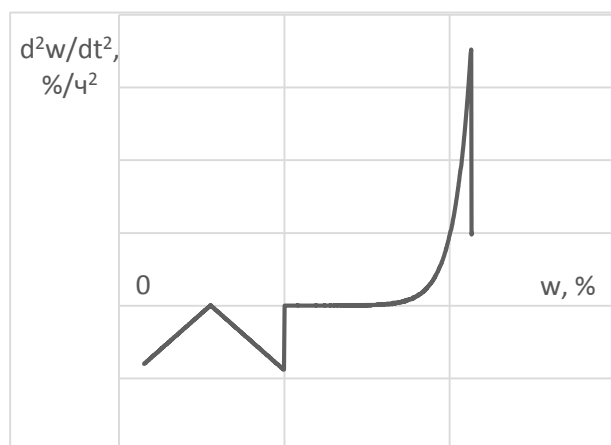


Рисунок 8. Кривая ускорения сушки 5 типа
Figure 8. The acceleration curve of drying type 5

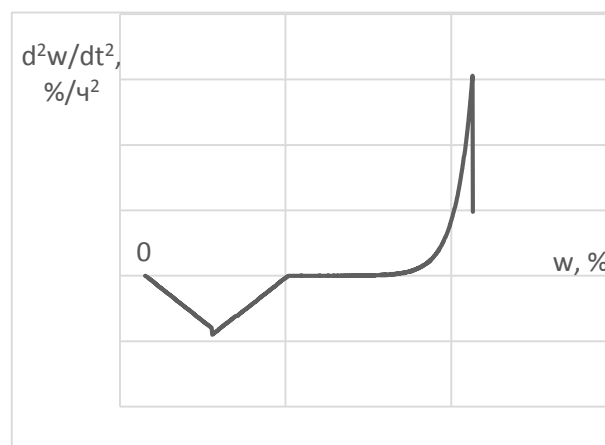


Рисунок 9. Кривая ускорения сушки 6 типа
Figure 9. The acceleration curve of drying type 6

На полученных графиках точно видно периоды возрастающего и убывающего ускорения сушки. Данные графики читаются также как и графики скорости сушки – справа налево. В период подогрева продукта можно видеть резкий рост ускорения сушки, а за тем его постепенный спад, который переходит в период постоянной скорости сушки, то есть при отсутствии ускорения. Различия в кривых наблюдаться в третьем периоде падающей скорости сушки. В зависимости от свойств высушиваемого материала, ускорение на последнем участке может быть постоянным или переменным, как это видно на кривых ускорения сушки типа 1–3, может из постоянного переходить в переменное, как на кривой ускорения сушки 4 типа, а так же переходить из состояния переменного ускоренного в переменное замедленное, кривая 5 типа, или наоборот, кривая 6 типа.

Результат внедрения в теорию кинетики сушки такой величины как ускорение сушки

позволит на основании данных об ускорении сушки вычислять время, требуемое на сушку с помощью кинетических формул, а также предоставляет обширное поле для дальнейших исследований.

Зная начальную влажность продукта и конечную на определенном участке кривой, а также скорость сушки в начале этого интервала и ускорение в пределах этого промежутка можно вычислить время сушки, выразив его из формулы 2.

$$(\omega_k - \omega_n) = \frac{d\omega}{dt} \cdot t + \frac{\frac{d^2\omega}{dt^2} \cdot t^2}{2} \quad (2)$$

где ω_n – начальная влажность продукта, %; ω_k – конечная влажность продукта, %.

Помимо этого, полученные графики ускорения сушки могут быть использованы для нахождения периодов с максимальными энергозатратами, что в перспективе поможет их минимизировать.

Заключение

Ускорение сушки позволяет более полно охарактеризовать период падающей скорости сушки, на основании чего появляются дополнительные возможности к оценке подходов его интенсификации с целью доведения влажности в продукте до более низкой отметки при тех же энергозатратах.

Ускорение сушки позволяет дать количественную оценку изменения скорости сушки

и может использоваться при анализе кинетики снижения энергозатрат и может быть полезным при развитии исследований ресурсо- и энергосберегающих процессов в химической и смежных отраслях промышленности.

Введение в теорию кинетики сушки такой величины как ускорение сушки, окажется полезным в процессе расчета и моделирования процесса сушки в химической и пищевой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Емельянов А.Б., Мальцев М.В., Пенкина А.А. Обеспечение экологической безопасности при сушке химических и пищевых продуктов // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса. 2017. С. 58–60.

2 Xie K., Li W., Zhao W. Coal chemical industry and its sustainable development in China //Energy. 2010. V. 35. №. 11. P. 4349-4355.

3 Duflou J. R. et al. Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach // CIRP Annals-Manufacturing Technology. 2012. V. 61. №. 2. P. 587-609.

4 Li H. et al. Energy conservation and circular economy in China's process industries //Energy. 2010. V. 35. №. 11. P. 4273-4281.

5 Klemeš J. J. et al. Minimising emissions and energy wastage by improved industrial processes and integration of renewable energy //Journal of Cleaner Production. 2010. V. 18. №. 9. P. 843-847.

6 Лыткина Л.И., Шевцов А.А., Курманахынова М.К., Матеев Е.З. Снижение теплоэнергетических затрат энергоёмких процессов в технологии комбикормов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1 (67). С. 16-20.

7 Логачева Д.А., Падалькин В.Ю. Проблемы финансирования энергосберегающих мероприятий на промышленных предприятиях // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 2. С. 180-183.

8 Емельянов А.Б., Мальцев М.В., Попов В.Б. Определение эффективности тарельчатых массообменных аппаратов применяемых в нефтехимическом производстве // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 2 (72). С. 176-179.

9 Энергетическая стратегия России на период до 2030 года // Экологический консалтинг. 2010. № 1. С. 12-69.

10 Тарасова Н.П., Макарова А.С., Вавилов С.Ю., Варламова С.Н. и др. Зелёная химия и российская промышленность // Вестник Российской академии наук. 2013. Т. 83. № 12. С. 1068-1075.

REFERENCES

1 Emelyanov A.B., Maltsev M.V., Penkina A.A. Ensuring environmental safety in the drying of chemical and food products. *Sistemnyi analiz i modelirovanie* [System analysis and modeling of quality management processes in the innovative development of the agro-industrial complex] 2017. pp. 58-60. (in Russian)

2 Xie K., Li W., Zhao W. Coal chemical industry and its sustainable development in China. *Energy*. 2010. vol. 35. no. 11. pp. 4349-4355.

3 Duflou J. R. et al. Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*. 2012. vol. 61. no. 2. pp. 587-609.

4 Li H. et al. Energy conservation and circular economy in China's process industries. *Energy*. 2010. vol. 35. no. 11. pp. 4273-4281.

5 Klemeš J. J. et al. Minimising emissions and energy wastage by improved industrial processes and integration of renewable energy. *Journal of Cleaner Production*. 2010. vol. 18. no. 9. pp. 843-847.

6 Lytkina L.I., Shevtsov A.A., Kurmanakhynova M.K., Mateev E.Z. Reduction of heat energy costs of energy-intensive processes in mixed feed technology. *Vestnik VGUIT* [Voronezh State University of Engineering Technology] 2016. no. 1 (67). pp. 16-20. (in Russian)

7 Logacheva D.A., Padalkin V.Yu. Problems of financing energy-saving measures at industrial enterprises. *Vestnik VGUIT* [Voronezh State University of Engineering Technology]. 2012. no. 2. pp. 180-183. (in Russian)

8 Emelyanov A.B., Maltsev M.V., Popov V.B. Determination of the effectiveness of plate-type mass transfer apparatus used in petrochemical production. *Vestnik VGUIT* [Voronezh State University of Engineering Technology]. 2017. vol. 79. no. 2 (72). pp. 176-179. (in Russian)

9 Energy Strategy of Russia for the period until 2030. *Ekologicheskii konsalting* [Ecological Consulting] 2010. no. 1. pp. 12-69. (in Russian)

10 Tarasova N.P., Makarova A.S., Vavilov S.Yu., Varlamova S.N. Green chemistry and Russian industry. *Vestnik RAN* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences] 2013. vol. 83. no. 12. pp. 1068-1075 (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Б. Емельянов к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, okipr-mip@mail.ru

Никита Р. Кононов студент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nikita.cononow@yandex.ru

Сухрап Юсупов студент, кафедра машин и аппаратов химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, suhrap01@mail.ru

Александр А. Мягков студент, кафедра машин и аппаратов химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nitro-fox@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 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr B. Emelyjanov candidate of technical sciences, assistant professor, machines and apparatus of chemical production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, okipr-mip@mail.ru

Nikita R. Kononov student, machines and apparatus of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nikita.cononow@yandex.ru

Suhrap Yusupov student, machines and apparatus of chemical production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, suhrap01@mail.ru

Aleksandr A. Myagkov student, machines and apparatus of chemical production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nitro-fox@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 7.1.2017

ACCEPTED 10.9.2017

Классификация способов и оборудования рекуперации вторичных вод

Геннадий В. Калашников 1 kagen5@yandex.ru
Иван М. Атисков 1 nagi.soichero@mail.ru

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

Реферат. Вопросы очистки вторичных вод промышленного производства занимают важное место и являются актуальными в экологической деятельности всех предприятий пищевой и химической отраслей. Для очистки транспортно-моечной воды свеклосахарного производства ключевую роль играет оборудование очистных сооружений. Большое многообразие оборудования очистки сточных вод классифицируется по различным способам. Применяемые типовые конструкции – это отстойники, гидроциклоны, сепараторы, центрифуги. В свою очередь они имеют разную степень очистки, производительность по поступающей суспензии и очищенной вторичной воде. Данное оборудование делится по конструкциям в зависимости от диапазона удаляемых частиц. Составлена общая классификация способов очистки транспортно-моечной воды, а также соответствующего оборудования. На основе анализа процессов и аппаратного оформления выделены основные способы очистки сточных вод: механический, физико-химический, комбинированный, биологический и дезинфекция. Для повышения степени очистки и снижения технико-экономических затрат широко используется комбинированный способ. Основная задача участка очистки транспортно-моечных вод свеклосахарного производства – обеспечение предприятия водой в необходимом количестве и соответствующего качества при экономном использовании водных ресурсов с учетом отсутствия загрязнения поверхностных и подземных вод производственными сточными водами. В сахарной промышленности в настоящее время широко применяются новые виды моечного оборудования зарубежного производства, требующие для нормальной работы высокое качество и большое количество очищенной транспортно-моечной воды. Предложенная классификация позволяет осуществить сравнительный технико-экономический анализ при выборе способов и оборудования рекуперации вторичных вод. Рассмотрено основное оборудование рекуперации вторичных вод, используемое на свеклосахарном заводе. Наиболее распространенным на свеклоперерабатывающем предприятии является радиальный отстойник.

Ключевые слова: очистка, вода, оборудование, классификация, транспортно-моечная вода сахарного производства

Classification of methods and equipment recovery secondary waters

Gennadii V. Kalashnikov 1 kagen5@yandex.ru
Ivan M. Atiskov 1 nagi.soichero@mail.ru

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

Summary. The issues of purification of secondary waters of industrial production have an important place and are relevant in the environmental activities of all food and chemical industries. For cleaning the transporter-washing water of beet-sugar production the key role is played by the equipment of treatment plants. A wide variety of wastewater treatment equipment is classified according to various methods. Typical structures used are sedimentation tanks, hydrocyclones, separators, centrifuges. In turn, they have a different degree of purification, productivity through the incoming suspension and purified secondary water. This is equipment is divided into designs, depending on the range of particles to be removed. A general classification of methods for cleaning the transporter-washing water, as well as the corresponding equipment, is made. Based on the analysis of processes and instrumentation, the main methods of wastewater treatment are identified: mechanical, physicochemical, combined, biological and disinfection. To increase the degree of purification and reduce technical and economic costs, a combined method is widely used. The main task of the site for cleaning the transporter-washing waters of sugar beet production is to provide the enterprise with water in the required quantity and quality, with economical use of water resources, taking into account the absence of pollution of surface and groundwater by industrial wastewater. In the sugar industry is currently new types of washing equipment of foreign production are widely used, which require high quality and a large amount of purified transporter-washing water for normal operation. The proposed classification makes it possible to carry out a comparative technical and economic analysis when choosing the methods and equipment for recuperation of secondary waters. The main equipment secondary water recovery used at the beet-sugar plant is considered. The most common beet processing plant is a radial settler.

Keywords: purification, water, equipment, classification, transporter-washing water of sugar production

Введение

Вода занимает второе место по используемым ресурсам в мире. Для сохранения экологии окружающего мира и экономии используемой

воды используются различные способы и оборудование очистки сточных вод. Для каждой промышленности используются свои способы очистки.

Для цитирования

Калашников Г. В., Атисков И. М. Классификация оборудования рекуперации вторичных вод // Вестник ВГУИТ. 2017. № 3. С. 154–158. doi:10.20914/2310-1202-201-3-154-158

For citation

Kalashnikov G. V., Atiskov I. M. Hydrodynamic properties of sedimentation particles decantation process in secondary recovery water. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2017. no. 3. pp. 154–158. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-201-3-154-158

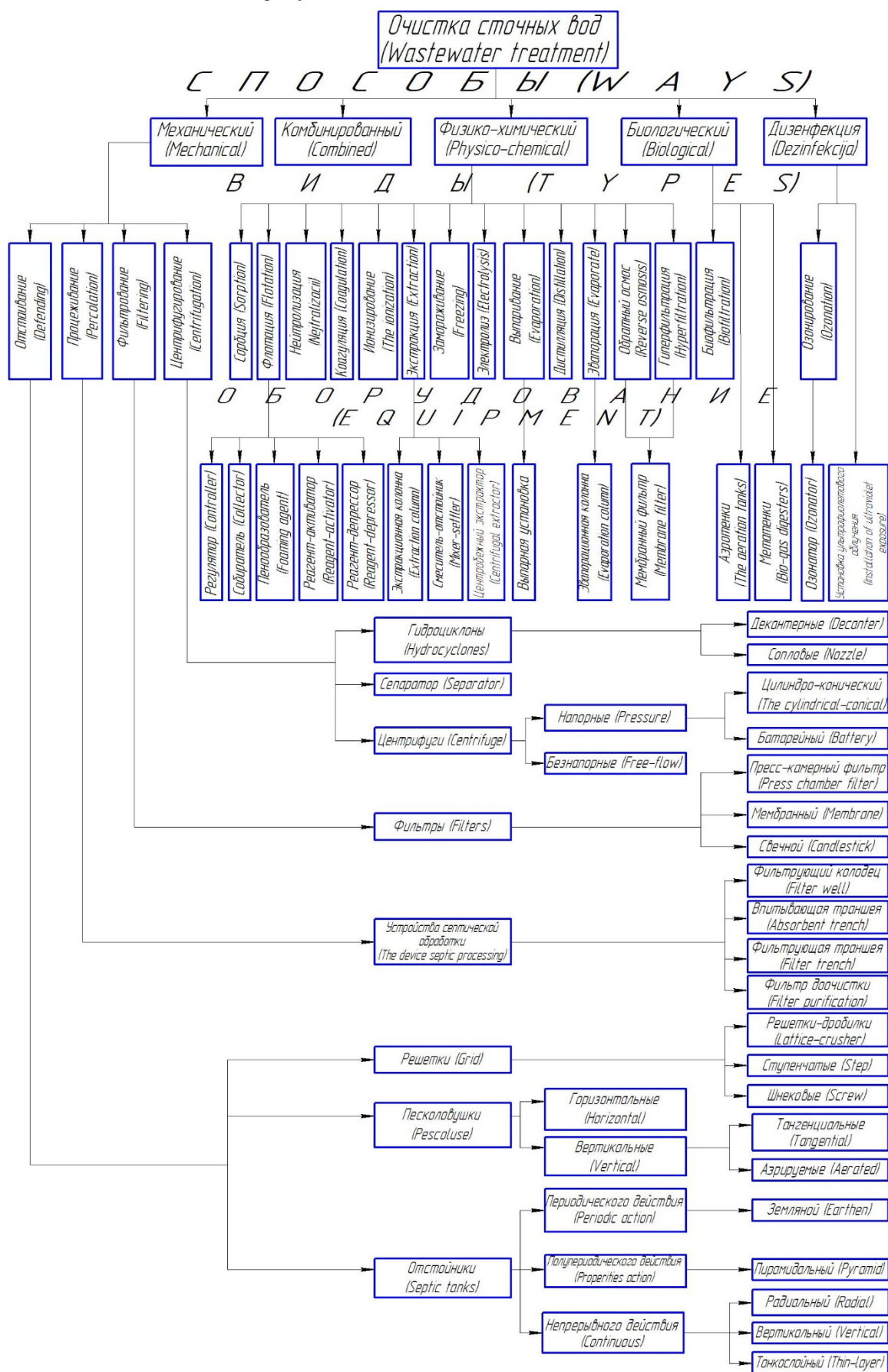


Рисунок 1. Классификация способов и оборудования очистки сточных вод

Figure 1. Classification of wastewater treatment methods and equipment

В данной работе систематизирована и обобщена информация по рекуперации отработанной воды промышленного производства на предприятиях пищевой и химической отраслей [1-3].

С целью обеспечения наиболее эффективного выбора способов и оборудования очистки вторичных вод предложена классификация очистки сточных вод по способам и видам оборудования очистки сточных вод (рис. 1).

В результате анализа процессов и их аппаратного оформления выделены основные способы очистки сточных вод: механический, физико-химический, комбинированный, биологический и дезинфекция (рис. 1). В свою очередь они имеют разную степень очистки, производительность по поступающей суспензии и очищенной вторичной воде. Применяемые типовые конструкции – это отстойники, гидроциклоны, сепараторы, центрифуги. Данное оборудование делится по конструкциям в зависимости от диапазона удаляемых частиц.

На основе механического способа осуществляется, как правило, в начальный период очистки, задержание крупных нерастворимых примесей. Это достигается преимущественно вследствие использования в оборудовании гравитационных сил.

Оборудование механической очистки подразделяется в зависимости от дисперсного состава частиц в воде для крупных, средних мелких и коллоидных частиц.

Биологический способ очистки предполагает растворение части загрязнений сточных вод (органические загрязнения – ХПК, БПК; биогенные вещества – азот и фосфор) за счет переработки специальными микроорганизмами (бактериями и простейшими), которые называются активным илом или биопленкой.

Физико-химический способ очистки используют для выделения растворённых примесей и взвешенных частиц, отличающихся по их плотности. К физико-химическим методам очистки сточных вод относят коагуляцию, флотацию, адсорбцию, ионный обмен, экстракцию, ректификацию, выпаривание, дистилляцию, обратный осмос и ультрафильтрацию, кристаллизацию, десорбцию и др. Эти методы используют для удаления из сточных вод тонкодисперсных взвешенных твердых и жидких частиц, растворимых газов, минеральных и органических веществ [3]. Этот способ обладает рядом преимуществ:

– возможность удаления из сточных вод токсичных, биохимически неокисляемых органических загрязнений;

– достижение более глубокой и стабильной степени очистки;

– меньшие размеры очистных сооружений;

– меньшая чувствительность к изменениям степени загрязнения вторичных вод;

– возможность полной автоматизации;

– возможность рекуперации различных веществ.

Оборудование физико-химической очистки в некоторых случаях требует предварительное глубокое выделение из сточной воды взвешенных веществ, для чего широко используется процесс коагуляции [4].

Для более качественной очистки воды применяется дезинфекция, предусматривающая обеззараживание сточных вод, например, на основе установок ультрафиолетового облучения.

Кроме этого, можно выделить виды оборудования, которые применяют в отдельных специальных случаях: мобильные устройства очистки и термической утилизации.

Наряду со стационарными станциями очистки сточных вод в ситуациях, когда имеется потребность в очистке небольших их объёмов или временной работы с сезонным графиком, используются мобильные станции водоочистки. Как правило, они состоят из барботёра, угольного фильтра, ёмкости обеззараживания и циркуляционного насоса [5].

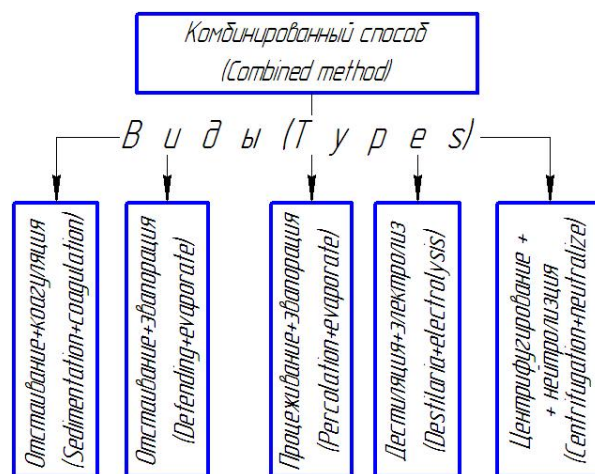


Рисунок 2. Схема комбинированного способа очистки вторичных вод

Figure 2. Scheme of the combined method of secondary water purification

В последнее время для повышения степени очистки и снижения технико-экономических затрат широко используется комбинированный способ, осуществляемый компактно в одной установке, что повышает эффективность эксплуатации оборудования (рис. 2).

При комбинированном способе процесс намного эффективнее по степени очистки, чем по отдельности. Например, отстаивание и коагуляция дают высокую скорость осаждения частиц. При коагуляции осаждаемые частицы соединяются в агломераты большего размера и быстрее достигают дна. Но использование нескольких видов очистки предусматривает регламентированное строгое выполнение технологических режимов на производственных предприятиях [4].

Основная задача участка очистки транспортно-моечных вод свеклосахарного производства – обеспечение предприятия водой в необходимом количестве и соответствующего качества при экономном использовании водных ресурсов с учетом отсутствия загрязнения поверхностных и подземных вод производственными сточными водами.

В сахарной промышленности в настоящее время широко применяются новые виды моечного оборудования зарубежного производства, требующие для нормальной работы высокое качество и большое количество очищенной транспортно-моечной воды.

Основное оборудование для очистки транспортно-моечной воды свеклосахарного производства на сахарных заводах – это отстойники.

Отстойники по режиму работы используют трех типов: периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. В качестве конструкций применяются: периодического действия – земляные отстойники, полунепрерывного действия – пирамидальные, непрерывного действия – вертикальные, радиальные и тонкослойные.

Наиболее распространенным на свеклоперерабатывающем предприятии по соотношению

качества очистки вторичных вод и удельной производительности является радиальный отстойник. Однако для данных конструкций с возрастанием производительности и степени очистки вторичных вод повышается диаметр отстойника. На данный момент диаметры радиальных отстойников 30, 45, 60 и 75 м.

Выбор того или иного метода очистки (или нескольких методов) производят с учетом санитарных и технологических требований, предъявляемых к очищенным производственным сточным водам с целью дальнейшего их использования, а также с учетом количества сточных вод и концентрации загрязнений в них [3, 6].

Среди методов интенсификации процесса декантации при рекуперации вторичных вод и увеличения скорости очистки сточных вод используется повышение температуры подаваемой суспензии, что обуславливает изменение вязкости жидкой фазы [7-10].

Заключение

Составлена общая классификация способов очистки вторичных промышленных вод, в т.ч. транспортно-моечной воды, а также соответствующего оборудования. На основе анализа процессов и аппаратного оформления выделены основные способы очистки сточных вод: механический, физико-химический, комбинированный, биологический и дезинфекция. Данные способы отличаются разной степенью очистки, производительностью по поступающей суспензии и очищенной вторичной воде.

Предложенная классификация позволяет осуществить сравнительный технико-экономический анализ при выборе способов и оборудования рекуперации вторичных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1 Калашников Г.В., Атисков И.М. Модернизация линии рекуперации вторичных вод // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2016. № 5. С. 105-109

2 Arjen Y. Hoekstra Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability. Elsevier, 2015. P. 221–254.

3 Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы). Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2004.

4 Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1985. 510 с.

5 Розанов Н. П., Бочкарев Я. В., Лапшевников В. С. и др Гидротехнические сооружения. М.: Агропромиздат, 1985. 432 с.

6 Gratiot N., Manning A. J. An experimental investigation of floc characteristics in a diffusive turbulent flow. Journal of Coastal Research. 2004. P. 105-113.

7 Калашников Г.В., Атисков И.М. Гидромеханическая задача стесненного движения фаз при осаждении частиц // Физическая и коллоидная химия – основа новых технологий и современных методов анализа в химической и пищевой отраслях промышленности : материалы Всероссийской научно-практ. конф. с международным участием, посвященной 120-летию со дня рождения С.Е. Харина. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. С. 297-298

8 Калашников Г.В., Атисков И.М. Гидродинамические особенности осаждения частиц процесса декантации при рекуперации вторичных вод // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4 (70). С. 22-26

9 Федоров Н. Е. Методы расчетов процессов и аппаратов пищевых производств. М.: ВНИИПП, 1966. 294 с.

10 Калашников Г.В., Атисков И.М., Шацкий В.П., Оробинский В.И. Гидродинамическая характеристика стесненного движения при гравитационном осаждении частиц // Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств: материалы II Международной научно-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения М.Х. Кишиневского. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. С. 154-158

REFERENCES

1 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M. Modernization of the line of recovery of secondary waters. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei* [Technologies of food and processing industry of agrarian and industrial complex products of healthy food]. 2016. no. 5. pp. 105-109. (in Russian)

2 Arjen Y. Hoekstra Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability. Elsevier, 2015. P. 221–254.

3 Vetoshkin A.G., Tarantseva K.R. Tekhnologiya zashchity okruzhayushchey sredy (teoreticheskie osnovy). Uchebnoe posobie [Technology of environmental protection (theoretical basis).] Penza: Izd-vo Penz. tekhnol. in-ta, 2004, pp. 249. (in Russian)

4 Stabnikov V. N., Lysyanskiy V. M., Popov V. D. Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv [Processes and devices of food manufactures], Agropromizdat, 1985, pp. 510. (in Russian)

5 Rozanov N.P., Bochkarev Y.V., Lapshevnikov V.S. Gidrotekhnicheskie sooruzheniya [Hydraulic engineering constructions] Moscow, Agropromizdat, 1985, pp. 432. (In Russian)

6 Gratiot N., Manning A. J. An experimental investigation of floc characteristics in a diffusive turbulent flow. *Journal of Coastal Research*. 2004. pp. 105-113.

7 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M. Gidromekhanicheskaya zadacha stesennogo dvizheniya faz pri osazhdenii chastits. Fiziche-skaya i kolloidnaya khimiya – osnova novykh tekhnologiy i sovremennykh metodov analiza v

khimicheskoy i pishchevoy otraslyakh promyshlennosti: materialy vserossiyskoy nauchno-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 120-letiyu so dnya rozhdeniya S.E. Kharina. [Physical and colloid chemistry - the basis of new technologies and modern methods of analysis in the chemical and food industries: materials of the All-Russian Scientific and Practical. Conf. with international participation, dedicated to the 120th anniversary of the birth of S.E. Kharina.] Voronezh, VSUET, 2016, pp. 297-298 (in Russian)

8 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M. Hydrodynamic features of sedimentation of particles of the process of decantation during secondary water recuperation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings VSUET], 2016, no. 4, pp. 22-26. (in Russian)

9 Fedorov N. E. Metody raschetov protsessov i apparatov pishchevykh proizvodstv [Methods of calculation of processes and equipment for food production] Moscow, VNIIPP, 1966, pp. 294. (in Russian)

10 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M., Shatskiy V.P., Orobinskiy V.I. Hydrodynamic features of sedimentation of particles of the decantation process under the hydrodynamic characteristic of constrained motion in the case of gravitational sedimentation of particles. Yavleniya perenosa v protsessakh i apparatakh khimicheskikh i pishchevykh proizvodstv : materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakt. konf., posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya M.Kh. Kishinevskogo. [Transport phenomena in processes and apparatuses of chemical and food productions of secondary waters] – Voronezh, VSUET, 2016, pp. 154-158. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Иван М. Атисков магистрант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nagi.soichero@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Геннадий В. Калашников консультация в ходе исследования

Иван М. Атисков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennadii V. Kalashnikov doctor of technical sciences, professor, machines and apparatuses for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kagen5@yandex.ru

Ivan M. Atiskov master student, machines and apparatuses for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nagi.soichero@mail.ru

CONTRIBUTION

Gennadii V. Kalashnikov consultation during the study

Ivan M. Atiskov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.07.2017

ACCEPTED 9.10.2017

Выбор ферментного препарата для получения маннозосодержащих гидролизатов с пребиотической активностью

Зейд Х. Радиф	¹	Zeyadkhalouf@mail.ru
Екатерина П. Анохина	¹	katya_anoh@mail.ru
Ольга С. Корнеева	¹	korneeva-olgas@yandex.ru

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

Реферат. Манноза и манноолигосахариды обладают рядом функциональных свойств, что подтверждает необходимость исследования их получения. Манноза, являясь незаменимым углеводным компонентом иммуноглобулинов, проявляет противовоспалительные, пребиотические, иммуностимулирующие свойства и может быть использована для профилактики и лечения различных патологических состояний. Манноолигосахариды обладают пребиотической и антиоксидантной активностью. Потенциальный источник маннозы и манноолигосахаридов - маннаны растительного сырья, ферментативная обработка которых является перспективным и экологически безопасным способом их получения. В качестве растительного сырья для выделения маннаноов выбрана древесина ели обыкновенной. Было исследовано влияние дозировки ферментных препаратов β -маннаназы *B. subtilis* и *Tr. harzianum* и продолжительности гидролиза на эффективность гидролиза маннаноов древесины ели обыкновенной. Установлены рациональные параметры процесса гидролиза маннаноов для β -маннаназ различного происхождения. Для β -маннаназы *B. subtilis* оптимальными параметрами являются дозировка ферментного препарата 10 ед/г, продолжительность 3 ч, температура 35 °С, pH 7.0. Для β -маннаназы *Tr. harzianum* - дозировка ферментного препарата 15 ед/г, продолжительность 4 ч, температура 60 °С, pH 4.5. Была исследована способность маннозосодержащих гидролизатов, полученных при ферментативном гидролизе маннаноов, стимулировать развитие бифидобактерий *in vitro* в сравнении с инулином Raftiline и маннозой. Изученные гидролизаты обладали выраженной способностью стимулировать рост бифидобактерий на протяжении всего процесса культивирования, сопоставимой с активностью признанного стимулятора роста бифидобактерий инулина. Однако гидролизаты, полученные под действием β -маннаназы *B. subtilis*, проявляли более выраженную пребиотическую активность по сравнению с гидролизатами, полученными при гидролизе маннаноов β -маннаназой *Tr. harzianum*. Таким образом, высокая каталитическая способность β -маннаназы *B. subtilis* расщеплять маннаны древесины ели и более выраженная способность гидролизатов стимулировать рост бифидобактерий делают предпочтительным использование этого фермента для получения маннозосодержащих гидролизатов из хвойной древесины.

Ключевые слова: маннан, хвойная древесина, β -маннаназ, гидролиз, манноза, манноолигосахариды, пребиотическая активность

The choice of enzyme preparation for mannose containing hydrolyzates with prebiotic activity obtaining

Zeyad Kh. Radif	¹	Zeyadkhalouf@mail.ru
Ekaterina P. Anokhina	¹	katya_anoh@mail.ru
Olga S. Korneeva	¹	korneeva-olgas@yandex.ru

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

Summary. Mannose and mannooligosaccharides have a number of functional properties, which confirms the need to study their obtaining. Mannose, being an indispensable carbohydrate component of immunoglobulins, exhibits anti-inflammatory, prebiotic, immunostimulating properties and can be used for the prevention and treatment of various pathological conditions. Mannooligosaccharides have prebiotic and antioxidant activity. Potential source of mannose and mannooligosaccharides is mannan of plant raw materials, enzymatic treatment of which is a promising and environmentally safe way of their obtaining. As a plant raw material for mannans selection spruce wood was chosen. The effect of the dosage of enzymatic preparations of β -mannanase *B. subtilis* and *Tr. harzianum* and hydrolysis duration on the efficiency of the hydrolysis of spruce wood mannans were investigated. Rational parameters of the process of mannan hydrolysis for β -mannanases of various origins were established. For β -mannanase *B. subtilis* optimal parameters are the dosage of the enzyme preparation 10 U / g, duration 3 hours, temperature 35° C, pH 7.0. For β -mannanase *Tr. harzianum* the following characteristics were used: dosage of enzyme preparation 15 U / g, duration 4 hours, temperature 60° C, pH 4.5. The ability of mannose containing hydrolyzates obtained during fermentative hydrolysis of mannans to stimulate the development of bifidobacteria *in vitro* in comparison with inulin Raftiline and mannose was investigated. The hydrolyzates studied had a pronounced ability to stimulate the growth of bifidobacteria throughout the entire cultivation process, comparable to the activity of the recognized growth promoter of inulin bifidobacteria. However, the hydrolyzates obtained by *B. subtilis* β -mannanase showed more pronounced prebiotic activity compared to the hydrolyzates obtained in the hydrolysis of mannans with β -mannanase *Tr. harzianum*. Thus, the high catalytic ability of *B. subtilis* β -mannanase to split spruce wood mannans and the more pronounced ability of hydrolyzates to stimulate the growth of bifidobacteria make it preferable to use this enzyme to produce mannose containing hydrolyzates from spruce wood..

Keywords: mannan, spruce wood, β -mannanase, hydrolysis, mannose, mannooligosaccharides, prebiotic activity

Для цитирования

Радиф З.Х., Анохина Е.П., Корнеева О.С. Выбор ферментного препарата для получения маннозосодержащих гидролизатов с пребиотической активностью // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 159–163. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-159-163

For citation

Radif Z.H., Anokhina E.P., Korneeva O.S. The choice of enzyme preparation for mannose containing hydrolyzates with prebiotic activity obtaining. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 159–163. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-159-163

Введение

В последние годы особый интерес вызывают минорные сахара и их полимеры: манноза и манноолигосахариды. Манноза является незаменимым углеводным компонентом иммуноглобулинов и других биологически активных веществ, обладает пребиотическим действием [1]. Исследования показали, что этот углевод выполняет важную роль в живом организме [2, 3], и может быть использован для профилактики и лечения урологических инфекций [4], диабета [5] и углевод-дефицитных гликопротеиновых синдромов I и II типов [6].

Манноолигосахариды наряду с маннозой обладают пребиотической активностью [7], а также проявляют антиоксидантную активность [8].

Манноза в виде гомогенных или гетерогенных полисахаридов входит в состав клеточных стенок растений и некоторых дрожжей. Наиболее перспективным и экологически безопасным способом получения маннозы и манноолигосахаридов является ферментативный гидролиз маннанов клеточных стенок растений.

Ферментами, гидролизующими внутренние β -1,4-гликозидные связи в маннанах, являются β -маннаназы. Ранее получены β -маннаназы грибного и бактериального происхождения, способные расщеплять гликозидные связи в маннанах, но обладающие разными физико-химическими свойствами и специфичностью к гидролизуемой связи.

Цель данного исследования состояла в подборе ферментного препарата β -маннаназы для получения маннозосодержащих гидролизатов с пребиотической активностью из растительного сырья.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили спирто-осажденные ферментные препараты: рекомбинантная β -маннаназа *B. subtilis* с активностью 72000 ед/г и β -маннаназа *Tr. harzianum* с активностью 2100 ед/г.

Выделение маннанов из растительного сырья проводили по описанной методике [9].

Для определения степени гидролиза маннанов реакционную смесь, состоящую из 200 мкл 1 % раствора субстрата в соответствующем буфере и 100 мкл раствора фермента разной концентрации, выдерживали при оптимальной температуре действия фермента в течение 5 часов. Через каждый час в реакционной смеси определяли редуцирующие сахара по методу Сомоджи-Нельсона [10], по количеству которых рассчитывали степень гидролиза маннанов.

Для изучения пребиотических свойств маннозосодержащих гидролизатов *in vitro* проводили культивирование бактерий *Bifidobacterium bifidum*.

Коммерческий препарат «Бифидобактерин сухой» предварительно растворяли и активизировали в питательной среде Блаурокка при температуре 37 °C в течение 24 ч. Его вносили в подготовленные для культивирования питательные среды в количестве 5 доз на 1 л среды.

Выращивание бифидобактерий проводили в анаэробных условиях при температуре 37 °C на среде Блаурокка (г/л): пептон - 10; NaCl - 5; агар-агар - 0,75; лактоза - 10; цистеин солянокислый - 0,1; печеночный отвар, pH 7,5. Для определения бифидогенной активности различных углеводов в питательную среду вместо лактозы вносили инулин, маннозу, маннозосодержащие гидролизаты.

Накопление биомассы бифидобактерий оценивали по оптической плотности суспензии бактерий при длине волны 590 нм [11].

Результаты и обсуждение

Маннаны – полисахариды, состоящие преимущественно из остатков D-маннозы. Также в состав маннанов различной структуры входят глюкоза и галактоза. Маннаны входят в состав гемицеллюлоз клеточных стенок растений. По литературным данным содержание гемицеллюлозы в твердой древесине составляет 10 %, а в древесине мягких пород - 25 %. Наиболее перспективным растительным сырьем, содержащим гемицеллюлозную фракцию, богатую маннанами, является древесина хвойных пород деревьев. Содержание маннанов в древесине хвойных деревьев представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Содержание маннанов в древесине хвойных пород деревьев

Table 1.

The mannans content in softwood wood

Растение The pant	Содержание маннанов, % The mannans content, %	Соотношение углеводов в маннанах The ratio of carbohydrates in mannan
Ель обыкновенная Common spruce	11	MAN:ГЛЮ 3,7:1 MAN: GLU 3,7:1
Сосна Pine	12	MAN:ГЛЮ:ГАЛ 1,7:1:0,26 MAN:GLU:GAL 1,7:1:0,26
Кедр сибирский Siberian cedar	9,8	MAN:ГЛЮ 3,5:1 MAN: GLU 3,5:1
Туга канадская Canadian tuga	6,2	MAN:ГЛЮ:ГАЛ 3:1:0,1 MAN:GLU:GAL 3:1:0,1

Так, наибольшее количество маннанов находится в древесине сосны и ели обыкновенной (12 и 11 % соответственно), однако в древесине ели соотношение маннозы и глюкозы составляет 3,7:1, следовательно, ферментативный гидролиз маннанов такой структуры позволит получить высокий выход маннозы. Таким образом, ель обыкновенная является перспективным источником маннанов для получения маннозосодержащих гидролизатов. Кроме того отходы древесного производства являются широко доступными, что значительно удешевит производство маннозы в промышленных масштабах.

Был исследован процесс гидролиза маннанов древесины ели обыкновенной спиртоосажденными ферментными препаратами β -маннаназы *B. subtilis* и *Tr. harzianum* при оптимальных условиях действия ферментов: pH 7,0 и 35°C и pH 4,5 и 60°C соответственно.

Эффективность ферментативного гидролиза полимеров зависит от ряда факторов, важными из которых являются дозировка ферментного препарата и продолжительность гидролиза.

На рисунке 1 представлена зависимость степени гидролиза глюкоманнана от дозировки ферментного препарата β -маннаназы *B. subtilis*. Фермент вносили в количестве 5-15 ед/г маннанов. При дозировке фермента 5 ед/г субстрата степень гидролиз составила 60 % за 3 ч. Увеличение количества фермента до 10 ед/г субстрата обеспечивало максимальную степень деструкции глюкоманнана – 88 % за 3 ч гидролиза. Более высокая дозировка фермента и увеличение продолжительности процесса не способствовали значительному увеличению степени гидролиза.

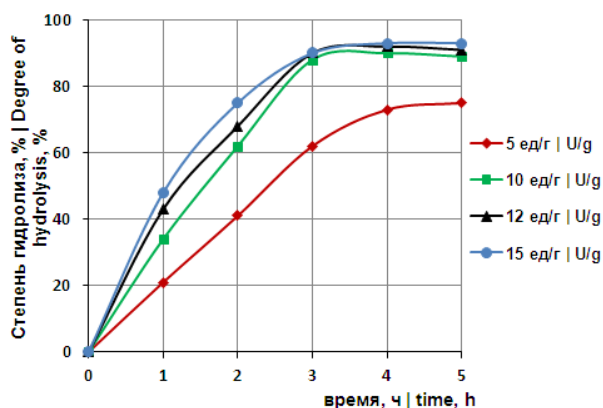


Рисунок 1. Зависимость степени гидролиза глюкоманнана от концентрации β -маннаназы *B. subtilis* (ед/г глюкоманнана) при температуре 35 °C и pH 7,0

Figure 1. The dependence of the degree of hydrolysis of glucomannan on the concentration of β -mannanase *B. subtilis* (U / g glucomannan) at 35 °C and pH 7,0

Динамика ферментативной деструкции маннанов при разной концентрации ферментного препарата β -маннаназы *Tr. harzianum* представлена на рисунке 2. Ферментный препарат вносили в количестве 5-25 ед/г маннанов. Количество фермента 5 ед/г субстрата обеспечивало гидролиз на 58 % за 4 ч. При увеличении концентрации фермента до 10 ед/г степень гидролиза за это время составила около 70 %. Дозировка 15 ед/г обеспечивала максимальную степень деструкции маннанов – 90 %. Более высокая концентрация фермента не способствовала значительному увеличению степени гидролиза.

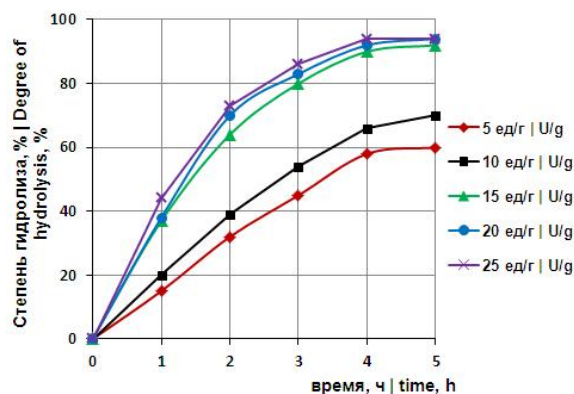


Рисунок 2. Зависимость степени гидролиза глюкоманнана от концентрации β -маннаназы *Tr. harzianum* (ед/г глюкоманнана) при температуре 60 °C и pH 4,5

Figure 2. The dependence of the degree of hydrolysis of glucomannan on the concentration of β -mannanase *Tr. harzianum* (U / g glucomannan) at 60 °C and pH 4,5

Таким образом, были установлены рациональные параметры процесса гидролиза маннанов ели обыкновенной для β -маннаназ различного происхождения. Для β -маннаназы *B. subtilis* оптимальными параметрами являются дозировка ферментного препарата 10 ед/г, продолжительность 3 ч, температура 35 °C, pH 7,0. Для β -маннаназы *Tr. harzianum* - дозировка ферментного препарата 15 ед/г, продолжительность 4 ч, температура 60 °C, pH 4,5.

В результате гидролиза маннанов β -манназами различного происхождения образуются различные конечные продукты: манноолигосахариды различной молекулярной массы и манноза.

Известно, что маннозосодержащие гидролизаты обладают пребиотическими свойствами, поэтому была исследована способность маннозосодержащих гидролизатов, полученных при оптимальных условиях гидролиза β -манназами *B. subtilis* и *Tr. harzianum*, стимулировать развитие бифидобактерий. Исследование активности гидролизатов, как единственного источника углерода в питательной среде для бифидобактерий, проводили в сравнении с инулином Raftiline и маннозой. Контролем служила среда с лактозой.

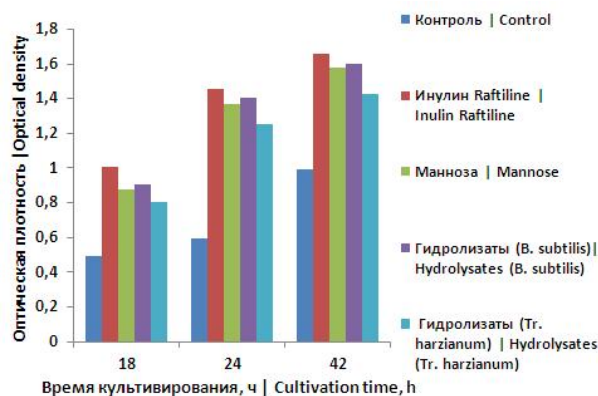


Рисунок 3. Накопление биомассы бифидобактерий при культивировании на средах с маннозосодержащими гидролизатами

Figure 3. The accumulation of biomass of bifidobacteria during cultivation on media with mannose-containing hydrolysates

Из представленных данных видно, что изученные гидролизаты обладают выраженной способностью стимулировать рост бифидобактерий

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Korneeva O. S, Cheremushkina I. V, Glushchenko A. S, Mikhailova N. A. et al. Prebiotic properties of mannose and its effect on specific resistance // Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol. 2012. № 5. P. 67-70.
- 2 Sharma V., Ichikawa M., Freeze H. H. Mannose metabolism: more than meets the eye // Biochem Biophys Res Commun. 2014. V. 453. № 2. P. 220-228. DOI: 10.1016/j.bbrc.2014.06.021.
- 3 Fekete F., Fadgyas B., Papp É., Szilágyi Á. et al. The role of mannose binding lectin on fever episodes in pediatric oncology patients // Pathol Oncol Res. 2016. V. 22, № 1, P. 139-143. DOI: 10.1007/s12253-015-9992-x.
- 4 Kranjčec B., Papeš D., Altarac S. D-mannose powder for prophylaxis of recurrent urinary tract infections in women: a randomized clinical trial // World J Urol. 2014. V. 32, № 1, P. 79-84. DOI: 10.1007/s00345-013-1091-6.
- 5 Пат. 2097041, RU, C1 A61K 31/70. Способ лечения сахарного диабета / Чепурной И.П., Больбат К.Э.; заявитель и патентообладатель Чепурной И.П. № 94042023/14; Заявл. 22.11.1994.; Оpubл. 27.11.1997.
- 6 Martín Hernández E., Vega Pajares A.I., Pérez González B., Ecay Crespo M.J. et al. Congenital disorder of glycosylation type 1b. Experience with mannose treatment // An Pediatr (Barc). 2008, V. 69, № 4, P. 358-365.
- 7 Anokhina E. P., Shuvaeva G. P., Radif Z. K., Korneeva O. S. Investigation of the prebiotic properties of mannose-containing hydrolysates // International Journal of Probiotics and Prebiotics. 2016, V. 11, № 3/4, P. 137-140.
- 8 Черенков Д.А., Анохина Е.П., Кирьянова С.В., Корнеева О.С. Антиоксидантная активность продуктов гидролиза природных полимеров (маннана и фукоидана) // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 1. С. 151-153.
- 9 Пат. 2392332, RU, C1 C13K13/00, A23L1/0528. Способ получения маннанных из растительного сырья / Корнеева О.С., Глушченко А.С., Черемушкова И.В., Черенков Д.А., Слепокуров А.А. № 2008149923/13; Заявл. 18.12.2008; Оpubл. 20.06.2010, Бюл. № 17.

на протяжении всего процесса культивирования, сопоставимой с активностью признанного стимулятора роста бифидобактерий инулина и не уступающей чистой маннозе. При этом гидролизаты, полученные под действием β -маннаназы *B. subtilis*, обладали более выраженной пребиотической активностью по сравнению с гидролизатами, полученными при гидролизе маннана β -маннаназой *Tr. harzianum*, о чем свидетельствует увеличение прироста биомассы бифидобактерий.

В результате проведенных исследований установлено, что применяемые ферментные препараты β -маннаназы способны гидролизовать маннаны древесины ели обыкновенной. Однако, маннозосодержащие гидролизаты, образующиеся под действием β -маннаназы *B. subtilis*, обеспечивали больший прирост биомассы бифидобактерий, что свидетельствует о целесообразности применения этого фермента для получения гидролизатов с пребиотической активностью из хвойной древесины.

REFERENCES

- 10 Пылыгина Г.В., Черемшеченко В.С., Ринарева Л.В. Определение активности ферментов. Справочник. М.: ДеЛи принт, 2003. 376 с.
- 11 Санина Т.В., Кирьянова С.В., Черемушкова И.В., Корнеева О.С. Исследование бифидогенной активности фукозы и ее полимеров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2011. № 1. С. 141-143.
- 1 Korneeva O. S, Cheremushkina I. V, Glushchenko A. S, Mikhailova N. A. et al. Prebiotic properties of mannose and its effect on specific resistance. Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol. 2012, no 5, pp. 67-70.
- 2 Sharma, V., Ichikawa M., Freeze H. H. Mannose metabolism: more than meets the eye. Biochem Biophys Res Commun. 2014, vol. 453, no 2, pp. 220-228. DOI: 10.1016/j.bbrc.2014.06.021.
- 3 Fekete F., Fadgyas B., Papp É., Szilágyi Á. et al. The role of mannose binding lectin on fever episodes in pediatric oncology patients. Pathol Oncol Res. 2016, vol. 22, no 1, pp. 139-143. DOI: 10.1007/s12253-015-9992-x.
- 4 Kranjčec B., Papeš D., Altarac S. D-mannose powder for prophylaxis of recurrent urinary tract infections in women: a randomized clinical trial. World J Urol. 2014, vol. 32, no 1, pp. 79-84. DOI: 10.1007/s00345-013-1091-6.
- 5 Chepurnoy I. P., Bolbat K. E. Sposob lecheniya saharnogo diabeta [The method of treatment of diabetes mellitus]. Patent RF, no 2097041, 1997. (in Russian).
- 6 Martín Hernández E., Vega Pajares A.I., Pérez González B., Ecay Crespo M.J. et al. Congenital disorder of glycosylation type 1b. Experience with mannose treatment. An Pediatr (Barc). 2008, vol. 69, no 4, pp. 358-365.
- 7 Anokhina E. P., Shuvaeva G. P., Radif Z. K., Korneeva O. S. Investigation of the prebiotic properties of mannose-containing hydrolysates. International Journal of Probiotics and Prebiotics. 2016, vol. 11, no 3/4, pp. 137-140.

8 Cherenkov D. A., Anokhina E. P., Kiryanova S. V., Korneeva O. S. The antioxidant activity of the products of hydrolysis of natural polymers (mannan, and fucoidan). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology], 2012, no. 1, pp. 151-153. (in Russian)

9 Korneeva O. S., Gluschenko A. S., Cheremushkina I. V., Cherenkov D. A. et al. Sposob polucheniya mannanov iz rastitelnogo syrya [The method of obtaining mannans from plant material]. Patent RF, no 2392332, 2010. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зеяд Х. Радиф аспирант, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Zeyadkhalouf@mail.ru

Екатерина П. Анохина к.т.н. доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, katya_anoh@mail.ru

Ольга С. Корнеева д.б.н., профессор, зав. кафедрой, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, korneeva-olgas@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Зеяд Х. Радиф обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, написал рукопись

Екатерина П. Анохина корректировала рукопись статьи до подачи в редакцию, несёт ответственность за плагиат

Ольга С. Корнеева консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 09.09.2017

10 Polygalina G. V., Cherednichenko V. S., Rimareva L. V. Opredelenie aktivnosti fermentov. Spravochnik. [Determination of enzyme activity. Directory]. Moscow, DeLi print, 2003. 300 p. (in Russian)

11 Sanina T. V., Kiryanova S. V., Cheremushkina I. V., Korneeva O. S. The study bifidogenic activity fucose and its polymers. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmatsiya* [Herald of the Voronezh state University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy], 2011, no. 1, pp. 141-143. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zeyad Kh. Radif graduate, department of biochemistry and biotechnology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Zeyadkhalouf@mail.ru

Ekaterina P. Anokhina candidate of technical sciences, associate professor, department of biochemistry and biotechnology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, katya_anoh@mail.ru

Olga S. Korneeva doctor of biological sciences, professor, department of biochemistry and biotechnology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, korneeva-olgas@yandex.ru

CONTRIBUTION

Zeyad Kh. Radif review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, wrote the manuscript

Ekaterina P. Anokhina corrected the manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

Olga S. Korneeva consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.25.2017

ACCEPTED 9.9.2017

Влияние щелочной и ферментативной обработки зерна овса и овсяных отрубей на выход β -глюкана

Венера М. Гематдинова	¹	venera.nas14@yandex.ru
Альберт В. Канарский	²	alb46@mail.ru
Зоя А. Канарская	²	zosya_kanarskaya@mail.ru
Ирина И. Сметанская	³	iryna.smetanska@hswt.de

¹ Казанский национальный технологический университет, ул. К. Маркса, 68, Казань, Республика Татарстан, 420015, Россия

² Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, Казань, Республика Татарстан, 420015, Россия

³ Университет прикладных наук Wiehenstephan-Triesdorf, 91746 Weidenbach

Реферат. β -глюкан является разветвленным полисахаридом, мономеры в котором связаны (1,3; 1,4) и (1,6) β -глюкозидной связью и обладает широким спектром биологической активности и, прежде всего, иммуномодулирующим и противовоспалительным. β -глюкан находят в грибах, дрожжах, бактериях, водорослях. Однако, выделение β -глюкана из этого сырья как природного, так и полученного в промышленных условиях биотехнологическими методами является экономически затратным. Перспективным источником β -глюкана являются зерновые культуры: овес, ячмень, пшеница, рожь, рис, кукуруза и просо. Промышленный интерес к зерновым культурам связан с высоким содержанием растворимых разветвленных не крахмалистых полисахаридов, из которых возможно получение β -глюкана. Цель настоящей работы - определение влияния щелочного и двух ступенчатого щелочного и ферментативного методов обработки зерна овса и овсяных отрубей на эффективность выделения β -глюкана. В результате проведенных исследований установлено, что сочетание щелочного и ферментативного способов выделения β -глюкана из зерна овса голозерного шлифованного и овсяных отрубей эффективней щелочного метода. Выход β -глюкана при обработке щелочным и ферментативным методом овсяных отрубей выше, чем из зерна овса голозерного шлифованного. Показано, что β -глюкан, выделенный из овсяных отрубей двухступенчатым щелочным и ферментативным одноступенчатым щелочным методами, содержит меньше сопутствующих веществ по сравнению с β -глюканом, выделенным из зерна овса голозерного шлифованного. Более высокий выход β -глюкана из овсяных отрубей можно объяснить высоким содержанием в них веществ алейронового слоя по сравнению с зерном овса голозерного шлифованного, что подтверждается повышенным содержанием белка в отрубях по сравнению с голозерным зерном. Предварительное растворение белков алейронового слоя и эндосперма в гидроксиде натрия, а также крахмала с последующим их ферментативным гидролизом приводит к более полному извлечению β -глюкана.

Ключевые слова: отруби, зерно овса, щелочная и ферментативная обработка, β -глюкан

Influence of alkaline and environmental processing of oil and grain outs on β -glucane output

Venera M. Gematdinova	¹	venera.nas14@yandex.ru
Albert V. Kanarskii	²	alb46@mail.ru
Zosya A. Kanarskaya	²	zosya_kanarskaya@mail.ru
Iruna I. Smetanskaya	³	iryna.smetanska@hswt.de

¹ Kazan national research technological university, K. Marks st. 68 420015, Russia

² Kazan national research technological university, K. Marks st. 68 420015, Russia

³ Hochschule Weihenstephan-Triesdorf University of Applied sciences, Agricultural Faculty-Nriesdorf, 91746 Weidenbach

Summary. β -glucan is a branched polysaccharide whose monomers are bound by (1,3, 1,4) and (1,6) β -glucosidic bonds and has a wide spectrum of biological activity and, above all, immunomodulating and anti-inflammatory. β -glucan is found in fungi, yeast, bacteria, algae. However, the isolation of β -glucan from this raw material, both natural and obtained in industrial conditions by biotechnological methods, is economically costly. A promising source of β -glucan are grains: oats, barley, wheat, rye, rice, corn and millet. The industrial interest in cereals is associated with a high content of soluble branched non-starchy polysaccharides, from which β -glucan production is possible. The purpose of this work is to determine the effect of alkaline and two-step alkaline and enzymatic methods for treating oat and oat bran grains on the efficiency of β -glucan release. As a result of the studies, it has been established that the combination of alkaline and enzymatic methods for the isolation of beta glucan from the grain of oats of hulled grinded and oat bran is more effective than the alkaline method. The yield of β -glucan in the treatment with the alkaline and enzymatic method of oat bran is higher than that from the grain of oats of the hollow grinded. It has been shown that β -glucan isolated from oat bran by two-step alkaline and enzymatic one-step alkaline methods contains fewer concomitant substances compared to β -glucan isolated from the grain of oats of the hollow grinded. The higher yield of β -glucan from oat bran can be explained by the high content in them, and also by the use of a grain-sized grain. The preliminary dissolution of the proteins of the aleuron layer and endosperm in sodium hydroxide, as well as starch and subsequent enzymatic hydrolysis thereof, leads to a more complete recovery of β -glucan.

Keywords: Bran, oat grain, alkaline and enzymatic treatment, β -glucan

Введение

По своей химической природе β -глюкан является разветвленным полисахаридом, мономеры в котором связаны (1,3; 1,4) и (1,6) β -глюкозидной связью. Это вещество обладает широким спектром биологической активности и, прежде всего, иммуномодулирующим и противовоспалительным.

Для цитирования

Гематдинова В.М., Канарский А.В., Канарская З.А., Сметанская И.И. Влияние щелочной и ферментативной обработки зерна овса и овсяных отрубей на выход β -глюкана // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 164–168. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-164-168

β -глюкан находят в различных микробиологических сырье: грибах, дрожжах, бактериях, водорослях. Однако, выделение β -глюкана из этого сырья как природного, так и полученного в промышленных условиях биотехнологическими методами является экономически затратным [1–3].

For citation

Gematdinova V.M., Kanarskiy A.V., Kanarskaya Z.A., Smetanska I.I. Influence of alkaline and environmental processing of oil and grain outs on β -glucane output. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 164–168. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-164-168

Перспективным источником β -глюкана являются зерновые культуры: овес, ячмень, пшеница, рож, рис, кукуруза и просо. Повышенный интерес к зерновым культурам связан с высоким содержанием растворимых разветвленных не крахмалистых полисахаридов, из которых возможно получение β -глюкана [4–6].

Значительный интерес как источник биологически активных веществ и энергетической составляющей в питании человека, вызывает овес. В овсе содержатся крахмал и белки, определяющие высокую питательную ценность, изготовленных из овса пищевых продуктов. Кроме того, использование овса дает возможность привнести в пищевые продукты клетчатку, витамины, минеральные вещества, нерастворимые и растворимые не перевариваемые в организме человека пищевые волокна и, в частности β -глюкан [1, 2].

Следует отметить, что роль овса в питании человека и кормлении животных является предметом исследования ученых многих поколений, которыми установлено положительное влияние этой зерновой культуры на организм человека и животных. И как указано выше, применение овса в питании человека и кормлении животных обусловлено энергетической ценностью и содержанием биогенных веществ [7–9]. При этом показано, что в овсе содержание β -глюкана выше, чем других зерновых культурах [10]. Как и во всех зерновых культурах, в овсе молекула линейного гомополисахарида β -глюкана образована D-глюкопиранозой, соединенной β -(1,3 и 1,4) связями.

β -глюкан извлекают из зерновых культур щелочными, кислотными и ферментативными способами. Однако, как общие, так и конкретные рекомендации по извлечению β -глюкана из зерновых культур отсутствуют, что не позволяет оценить эффективность применения существующих способов выделения β -глюкана в промышленных условиях [11].

Цель настоящей работы – определение влияния щелочного и двух ступенчатого щелочного и ферментативного методов обработки зерна овса и овсяных отрубей на эффективность выделения β -глюкана.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. определение состава зерна овса и овсяных отрубей;
2. определение влияния щелочного способа обработки зерна овса и овсяных отрубей на эффективность выделения β -глюкана;
3. определение влияния двух ступенчатого щелочного и ферментативного способов обработки зерна овса и овсяных отрубей на эффективность выделения β -глюкана;
4. определение содержания β -глюкана в продукте.

Экспериментальная часть

В исследованиях использовали голозерный овес (*Avena nudum*) шлифованный и отруби овсяные (недомол с мельницы).

В голозерном зерне овса и овсяных отрубях определяли содержание:

- клетчатки по ГОСТ 31675-2012,
- крахмала по ГОСТ 26176-91;
- массовой доли жира по ГОСТ 13496.15-97;
- массовой доли сырого протеина по ГОСТ 13496.4-93;
- массовая доля белка по Барштейну ГОСТ 20083-74;
- содержание влаги по ГОСТ 31640-2012;
- содержание золы ГОСТ Р 51411-99

Ферментативную обработку проводили ферментными препаратами:

- α -amylase AG XXL фирмы «Novozymes» (Швеция). Ферментативная активность 460 AGU/ml, pH = 7.

- Proteks 6 L фирмы «Genencor» (Финляндия). Ферментная активность 580 DU/g., pH 7–10.

Количество сахаров в конечном продукте определяли методом, указанным в работе [12]. При определении содержания в продукте β -глюкана проводили его гидролиз 2М серной кислотой в течение 30 мин. В гидролизате также определяли содержание редуцирующих веществ. Увеличение содержания в гидролизате редуцирующих веществ соответствовало содержанию β -глюкана в продукте.

Разработанная технологическая схема выделения β -глюкана щелочным методом из голозерного зерна овса и овсяных отрубей представлена на рисунке 1а. Предварительно измельченные зерно овса и отруби обрабатывается этанолом для извлечения жиров. Спиртовой экстракт жиров и твердую фазу разделяли центрифугированием. Из спиртового экстракта жиров регенерируется этанол.

Шрот три раза обрабатывается гидроокисью натрия с отделением щелочного экстракта центрифугированием. Экстракты смешиваются и нейтрализуются HCL до pH = 6,5–7,0. Последующим центрифугированием отделяют клетчатку.

При доведении pH суспензии HCL до 6,5–7,0 происходит осаждение олигомеров белков и крахмала, образовавшихся при щелочной обработке, которые отделяются последующим центрифугированием.

Надосадочная жидкость содержит простые сахара, аминокислоты и β -глюкан, который осаждали 95% этанолом в соотношении 1:3, при температуре 4–5 °С в течении 12 часов. Затем центрифугированием отделяли β -глюкана и высушивали при температуре 80 ± 1 °С.

Технологическая схема выделения β -глюкана щелочной и ферментативной двух ступенчатой обработкой представлено на рисунке 1б. Технологическим процессом по данному способу предусматривается щелочную обработку голозерного зерна овса и отрубей овса и отделение клетчатки. Далее производится нейтрализация надосадочной жидкости и последующую ее обработку амилолитическими и протеолитическими ферментами. Центрифугированием разделяют олигомеры белка и крахмала. Дальнейшее выделение β -глюкана проводят описанным выше методом.

Обсуждение результатов

Изучение состава использованного в экспериментах сырья показало, что отруби овса по сравнению с зерном овса голозерного шлифованного содержат большее количество сырой клетчатки, сырого жира, азота, сырого протеина и белка по Барштейну (истинного белка), простых сахаров и зольных элементов. Влажность отрубей ниже, чем зерна овса. Содержание крахмала в отрубях овсяных ниже по сравнению с зерном овса голозерным шлифованным (таблица 1). Установленные различия в составе зерна овса голозерного шлифо-

ванного и овсяных отрубях объясняется технологией получения муки овсяной. При этом следует, прежде всего, подчеркнуть, что в овсяных отрубях содержится больше белковых веществ, чем в зерне овса.

Из результатов, представленных в таблице 2 видно, что на выход β -глюкана из зерна овса голозерного шлифованного и овсяных отрубей влияет способ выделения. Сочетание щелочного и ферментативного способов выделения β -глюкана из использованного в экспериментах сырья является более эффективным, так как выход β -глюкана выше по сравнению с щелочным способом обработки. При этом выход β -глюкана из овсяных отрубей выше, чем из зерна овса шлифованного голозерного.

Способ выделения и исходное сырье также влияет на содержание β -глюкана в конечном продукте после сушки. Двухступенчатый щелочной и ферментативный способ выделения β -глюкана из овсяных отрубей позволяет получить конечный продукт с более высоким содержанием β -глюкана по сравнению с щелочным способом. В продукте, полученном сочетанием щелочной и ферментативной обработки овсяных отрубей, содержится меньшее количество сопутствующих веществ, в частности, простых сахаров.

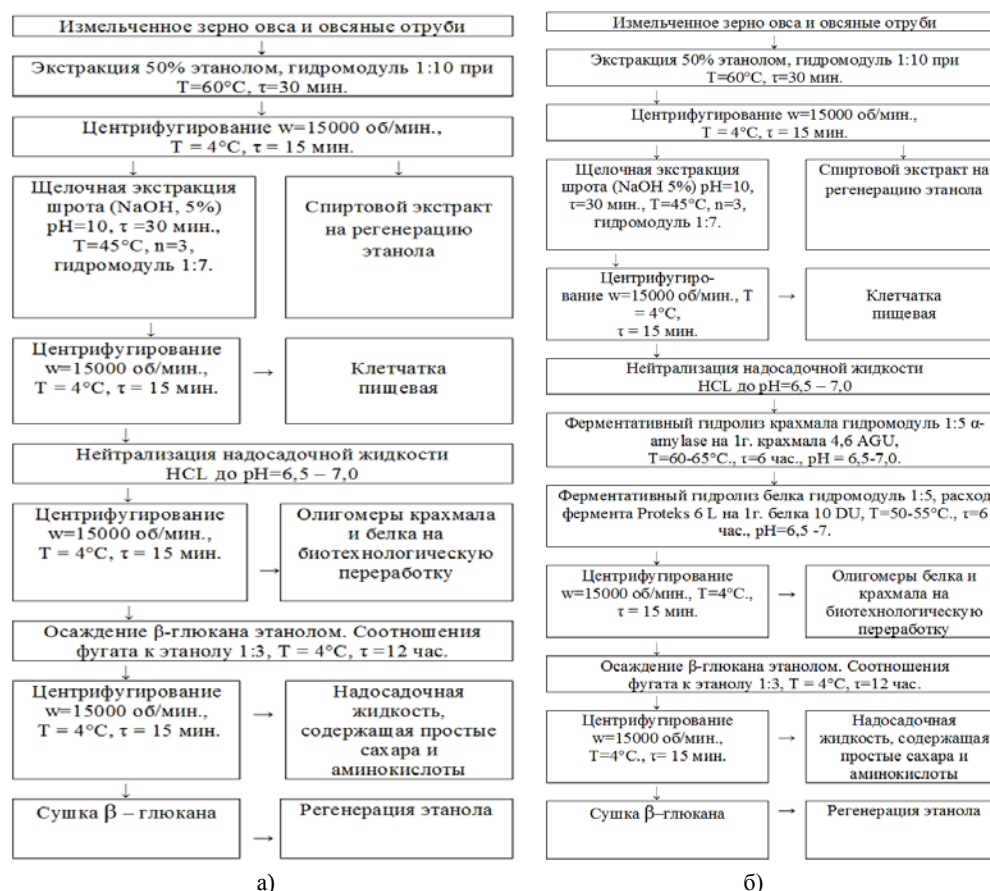


Рисунок 1. Технологическая схема выделения β -глюкана из голозерного шлифованного овса и овсяных отрубей методами: а) щелочным, б) двухступенчатым щелочным и ферментативным

Figure 1. Technological scheme for the isolation of β -glucan from ground hulless oats and oat bran methods: a) alkaline b) two-stage alkali and enzyme

Состав голозерного зерна овса шлифованного и овсяных отрубей

Table 1.

The composition of the grain-sized grain of oat grinded and oat bran

Массовая доля, % Mass fraction, %	Зерно овса голозерного шлифованного Grain oats naked ground	Овсяные отруби из зерна овса голозерного шлифованного Oat bran from oat grain
Сырая клетчатка	0,6	4,9
Крахмал	55,0	21,2
Сырой жир	6,3	6,2
Сырой протеин	13,1	16,1
Белок по Барштейну	12,5	15,2
Влага	14,0	11,1
Зола	1,8	2,9

Таблица 2.

Влияние способа обработки шлифованного голозерного зерна овса и овсяных отрубей на выход и содержание β -глюкан в готовом продукте *

Table 2.

Influence of the method of processing the grinded grain-ice grain of oats and oat bran on the yield and content of β -glucans in the finished product *

Показатели Indicators	Шлифованный голозерный овса Polished of naked oats		Отруби овсяные Oat bran	
	Способы обработки Ways of processing			
	Щелочной Alkaline	Щелочной-фермен- тативный Alkaline enzymatic	Щелочной Alkaline	Щелочной-фермен- тативный Alkaline enzymatic
Выход β -глюкана, %	3,3	3,9	7,2	9,6
Содержание β -глюкана в продукте, %	48,5	55,2	79,4	81,9
Содержание простых сахаров в продукте, %	8,1	16,8	1,8	5,1

* Прочие компоненты или вещества: белки, аминокислоты, олигосахара, минеральные вещества (Other components or substances: proteins, amino acids, oligosaccharides, minerals)

Более высокий выход β -глюкана из овсяных отрубей можно объяснить высоким содержанием в них веществ алейронового слоя по сравнению с зерном овса голозерного шлифованного, что подтверждается высоким содержанием белка в отрубях. Видимо, алейроновый слой содержит больше β -глюкана, чем эндосперм. Предварительное растворение белков алейронового слоя и эндосперма в гидроокиси натрия, а также крахмала с последующим их ферментативным гидролизом приводит к высвобождению β -глюкана.

Выводы

Сочетание щелочного и ферментативного способов выделения β -глюкана из зерна овса голозерного шлифованного и овсяных отрубей эффективней щелочного метода.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Bechtel D. B., Abecassis J., Shewry P. R., Evers A.D. Development, structure, and mechanical properties of the wheat grain // Wheat – Chemistry and Technology 4th ed. (Khan K, Shewry PR, Hrsg.), AACC International, St. Paul, MN. 2009. P. 51–95.
- 2 Сидоренко В.С., Наумкин Д.В., Костромичева В.А., Старикова Ж.В. и др. Перспективы селекции голозерного ячменя и овса в центральной России // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). С. 78–83.
- 3 Пат. FR № 2490919 Российская Федерация МПК – A23C9/137, A23L1/308. Полуужидкий пищевой продукт, содержащий волокна бета-глюканов и гуаровую смолу, и его применение в качестве функционального пищевого продукта / С. Винуа, Т. Стелер, П. Рондо. Опубликовано. 24.08.2013. Бюл. № 24.

Выход β -глюкана при обработке щелочным и ферментативным методом овсяных отрубей выше, чем из зерна овса голозерного шлифованного.

β -глюкан, выделенный из овсяных отрубей двухступенчатым щелочным и ферментативным и одноступенчатым щелочным методами, содержит меньше сопутствующих веществ по сравнению с β -глюканом, выделенным из зерна овса голозерного шлифованного.

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (задание № 15.9949.2017/ДААД) и при финансовой поддержке Российского Фонда «Михаил–Ломоносов» и «Иммануил Кант» DAAD (грант 91647680).

4 Пат. № 2469608 Российская Федерация, МПК A23L2/02. Натурально подслащенные соковые продукты с бета-глюканом / Т. Ривера, Д. Эстерлинг; Опубликовано. 20.12.2012. Бюл. № 35.

5 Harasym J., Sucheck D., Gromadzka-Ostrowska J. Effect of size reduction by freeze-milling on processing properties of beta-glucan of bran // Journal of Cereal Science. 2015. № 61. P. 119–125.

6 Саломатов А.С. Получение β -глюкана из ячменя методом кислотной экстракции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 6, 128. С. 130–135.

7 Mikkelsen M.S., Savorani F., Rasmussen M.A., Jespersen B.M. et al. New insights from a β -glucan human intervention study using NMR metabolomics. // Food Research International. 2014. V. 63. Part B. P. 210–217.

8 Decker Eric A., Rose Devin J., Stewart Derek A. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits. // British Journal of Nutrition. 2014. № 112. P. 58–64.

9 Sullivan P., Arendt E., Gallagher E. The increasing use of barley and barley byproducts in the production of healthier baked goods // Trends in Food Science & Technology. 2013. V. 29 (2). P. 124–134.

10 Яшин А. Определение природных антиоксидантов в пищевых злаках и бобовых культурах. // Аналитика. 2012. № 1. С. 32–36.

11 Sangwan S., Singh R., Tomar Sudhir K. Nutritional and functional properties of oats: An update. // Journal of Innovative Biology March. 2014. V. 1. № 1. P. 3–14.

12 Морозова Ю.А., Скворцов Е.В., Алимова Ф.К., Канарский А.В. Биосинтез ксиланаз и целлюлаз грибами рода *Trichoderma* на послеспиртовой барде // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т.15. №.19. С. 120–122.

REFERENCES

1 Bechtel D. B., Abecassis J., Shewry P. R., Evers A. D. Development, structure, and mechanical properties of the wheat grain. Wheat – Chemistry and Technology 4th ed. (Khan K, Shewry PR, Hrsg.), AACC International, St. Paul, MN, 2009. pp. 51–95.

2 Sidorenko V.S., Naumkin D.V., Kostromicheva V.A., Starikova Zh. V. et al. Prospects of selection of thenaked barley and oats in the central Russia. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Leguminous and cereal crops] 2016. no. 1 (17), pp. 78–83. (in Russian)

3 Vinua S., Steler T., Rondo P. Poluzhidkiy pishchevoy produkt, sodержashchiy volokna beta-glyukanov i guarovuyu smolu, i yego primeneniye v kachestve funktsional'nogo pishchevogo produkta [Semi-Liquid food hroduct containing beta-glucan fibres and guar guvand such product application as a

functijnal fod product] Patent US, no. 2490919 MPK – A23C9/137, A23L1/308. 24.08.2013. (in Russian)

4 Rivera N., EhSterling D. Natural'no podslashchennyye sokovyye produkty s beta-glyukanom [Naturally sweetened juice products with beta-glutan] Patent RF, no. 2469608 MPK A23L2/02. 20.12.2012. (in Russian)

5 Harasym J., Sucheck D., Gromadzka-Ostrowska J. Effect of size reduction by freeze-milling on processing properties of beta-glucan of bran. Journal of Cereal Science. 2015. № 61. pp. 119–125.

6 Salomatov A.S. Acidic ectraction of β -Glucan from barley. *Vestnik AltGAU* [Proceedings of AltSAU]. 2015. no. 6, 128. pp. 130–135. (in Russian)

7 Mikkelsen M.S., Savorani F., Rasmussen M.A., Jespersen B.M. et al. New insights from a β -glucan human intervention study using NMR metabolomics. Food Research International, 2014. vol. 63, part b. pp. 210–217.

8 Decker Eric A., Rose Devin J., Stewart Derek A. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits. British Journal of Nutrition. 2014. no. 112. pp. 58–64.

9 Sullivan P., Arendt E., Gallagher E. The increasing use of barley and barley byproducts in the production of healthier baked goods. Trends in Food Science & Technology. 2013. vol. 29 (2). pp. 124–134.

10 Yashin A. Technofunctional properties of the products of biomodification oats and barley. *Analitika* [Analytics] 2012. no. 1. pp. 32–36. (in Russian)

11 Sangwan S., Singh R., Tomar Sudhir K. Nutritional and functional properties of oats: An update. Journal of Innovative Biology March, 2014. vol. 1. issue 1, pp. 3–14.

12 Morozova Yu. A., Skvortsov E.V., Alimova F.K., Kanarskiy A.V. Biosynthesis of xylanases and cellulase by fungi of the genus *trichoderma* on the post-alcohol bard. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University] 2012. vol. 15, no. 19. pp. 120–122. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Венера М. Гематдинова аспирант, кафедра пищевой инженерии малых предприятий, Казанский национальный технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, Республика Татарстан, 420015, Россия, venera.nas14@yandex.ru

Альберт В. Канарский д.т.н., профессор, кафедра пищевая биотехнология, Казанский национальный технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, Республика Татарстан, 420015, Россия, alb46@mail.ru

Зосья А. Канарская к.т.н., кафедра пищевая биотехнология, Казанский национальный технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, Республика Татарстан, 420015, Россия, zosya_kanarskaya@mail.ru

Ирина И. Сметанская д.т.н., профессор, Университет прикладных наук Wiehenstephan-Triesdorf, Agricultural Faculty-Nriesdorf, Германия 91746 Weidenbach, iryna.smetanska@hswt.de

Venera M. Gematdinova graduate student, department of food engineering in small enterprises deparment, Kazan national research technological university, K. Marks st. 68, 420015, Russia, venera.nas14@yandex.ru

Albert V. Kanarskii doctor of technical sciences, Professor, department of food biotechnology, Kazan national research technological university, K. Marks st. 68, 420015, Russia, alb46@mail.ru

Zosya A. Kanarskaya candidate of technical sciences, department of food biotechnology, Kazan national research technological university, K. Marks st. 68, 420015, Russia, zosya_kanarskaya@mail.ru

Iruna I. Smetanskaya doctor of technical sciences, Professor, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf University of Applied sciences, Agricultural Faculty-Nriesdorf, 91746 Weidenbach, iryna.smetanska@hswt.de

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Венера М. Гематдинова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, написала статью, несет ответственность за плагиат

Альберт В. Канарский научный руководитель, консультация в ходе исследования

Зосья А. Канарская участие в эксперименте, консультация в ходе исследования

Ирина И. Сметанская консультация по тематике исследования

CONFLICT OF INTEREST

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.09.2017

CONTRIBUTION

Venera M. Gematdinova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, wrote an article, take responsibilities for plagiarism

Albert V. Kanarskii scientific director consultation during the study.

Zosya A. Kanarskaya participation in experiment, consultation during the study

Iruna I. Smetanskaya consultation on the subject of research

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.10.2017

ACCEPTED 9.21.2017

Метод оценки интенсивности пространственного смешения микроорганизмов в биореакторах непрерывного действия

Геннадий Б. Пищиков¹ bio_teh@bk.ru
Владимир А. Лазарев¹ lazarev.eka@gmail.com
Сергей В. Шихалев¹ sershih@rambler.ru

¹ Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, г. Екатеринбург, 620144, Россия

Реферат. Предложен метод оценки интенсивности продольного перемешивания биотехнологической суспензии в реакторах непрерывного действия путем расчета долей микроорганизмов, отличающихся между собой по времени пребывания в любом заданной объеме реактора. Расчет степени смешения микроорганизмов различного возраста в интересующем единичном объеме аппарата важен специалистам-биотехнологам и конструкторам аппаратуры для формирования структурно-функциональной модели двухфазного потока суспензии, включающей микроорганизмы, управления потоком и определения основных гидродинамических и технологических параметров реализуемого процесса. Известно, что при сосуществовании в единичном объеме производственного субстрата микроорганизмов со значительной разницей в возрасте, биохимический процесс направленного массообмена идет неэффективно. В связи с тем, что метаболические процессы у микроорганизмов протекают с большой скоростью, изменение их возрастных функциональных признаков можно соотносить с временем пребывания клеток в системе. Для принятия принципиальных решений при конструировании новых аппаратов или модернизации имеющихся, с задачей реализации моделей потока, приближающегося к поршневому, необходимо иметь метод расчета доли сосуществующих микроорганизмов с различным временем пребывания в интересующем объеме потока биореагентов. В данной работе предложен теоретико-вероятностный подход к построению математической модели диффузионного потока двухфазной жидкости, позволяющей рассчитать долю сосуществующих микроорганизмов с различным временем пребывания в произвольно заданном объеме аппарата. Методика базируется на математическом аппарате диффузионного марковского процесса, характеризующегося математической простотой и физической прозрачностью. Таким образом, полученные результаты позволяют оценить состояние гидродинамики потока системы «производственный субстрат–микроорганизмы» и на этом основании прогнозировать эффективность биохимических процессов, реализуемых в поточных аппаратах.

Ключевые слова: микроорганизмы, возраст, аппараты, время пребывания, структура потока, смешивание, диффузионная модель, марковский процесс, функция распределения.

A method of evaluating the intensity of spatial mixing of the microorganisms in the bioreactors, continuous

Gennady B. Pishchikov¹ bio_teh@bk.ru
Vladimir A. Lazarev¹ lazarev.eka@gmail.com
Sergey V. Shikhalev¹ sershih@rambler.ru

¹ Ural state economic University, 8 Marta str, 62, Ekaterinburg, 620144, Russia

Summary. The research work offers a new evaluation technique of longitudinal mixing intensity of biotechnological suspension in fixed reactors by counting the proportion of microorganisms that differ by the stay period in any certain reactor volume. To estimate the mixture level of microorganisms of different ages in a vessel volume of interest is important to both biotechnologist and equipment engineers to form the structural-functional model of two-phase suspension flow (including microorganisms), to control the flow and to define the main fluid dynamics and technological parameters of the implementing process. It has been known that when the microorganisms of too different age coexist in a unit volume of the production substrate, the biochemical process of directed mass transfer goes ineffective. Since the metabolic processes of microorganisms run with great speed, the change of their functional age character can be correlated with the residence time of the cells in the system. To make the principal decisions while constructing new equipment (or improving the existing one) with the aim of realizing the flow model which is close to piston flow, it is necessary to have the correct method of calculating the proportion of coexisting microorganisms with different stay periods in the bioreagents flow volume of interest. This research work offers a probability-theoretical approach to making the mathematical model of the two-phase fluid diffusion flux, that allows to calculate the proportion of coexisting microorganisms with different stay periods in the in the arbitrarily given vessel volume. The method is based on the mathematical apparatus of the Markovian diffusion process, which is characterized by mathematical simplicity and physical clearness. Thus the obtained results allow us to assume the fluid-flow state of the 'production substrate–microorganisms' system, and, building upon it, to predict the efficiency of biochemical processes realized in flow-through apparatus.

Keywords: microorganisms, age, apparatus, residence time, flow pattern, mixing, diffusion model, Markov process, distribution function

Для цитирования

Пищиков Г.Б., Лазарев В.А., Шихалев С.В. Метод оценки интенсивности пространственного смешения микроорганизмов в биореакторах непрерывного действия // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 169–173. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-169-173

For citation

Pishchikov G.B., Lazarev V.A., Shikhalev S.V. A method of evaluating the intensity of spatial mixing of the microorganisms in the bioreactors, continuous. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 169–173. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-169-173

Введение

При конструировании новых и модернизации существующих биохимических реакторов непрерывного действия, а также при решении задач интенсификации биотехнологических процессов большое значение имеет рациональная организация потока реагентов. Данное требование связано с функциональной особенностью микроорганизмов физиологически изменяющиеся в зависимости от своего возраста в процессе перемещения по аппарату [1–3]. В ряде биотехнологических производств процесс получения целевого продукта основывается на взаимодействии изменяющихся, в течение времени пребывания в аппарате, по физическим свойствам и функциональным возможностям микроорганизмов с изменяющимся по составу производственным субстратом, причем эти изменения взаимозависимы и носят направленный технологический характер [4–6]. При этом важно, чтобы линейные скорости реагентов данного двухфазного потока системы «субстрат – микроорганизмы» были сбалансированы, то есть приближались к равенству. Такой структуры потока, именуемой «поршневой поток», можно добиться при исключении продольного перемешивания движущейся суспензии, которое может возникать как из-за микротурбулентностей от взаимодействия с элементами конструкции аппарата, так и по причине ламинарного конвективного перемещения слоёв двухфазной суспензии. [7] На практике создать идеальный поток полного вытеснения вязкой жидкости в пространстве, ограниченном твёрдыми стенками, невозможно из-за возникающих касательных напряжений у стенок и молекулярной диффузии. В связи с этим при анализе и математическом описании приближенно поршневого потока применяется диффузионная модель структуры потока.

Смешение микроорганизмов значительно отличающихся между собой по возрасту отрицательно сказываются на интенсивности биотехнологических процессов. Поэтому оценка степени смешения клеток, находящихся в различном функциональном состоянии может являться ориентиром для принятия организационно-технологических мер и конструкторских решений по устройству аппаратов непрерывного действия [8, 9].

Несмотря на практическую важность вышеупомянутой задачи [2, 10], в решении которой

заинтересованы инженеры, биохимики, биофизики, микробиологи и другие специалисты, она до сих пор не решена [11, 12]. Это объясняется тем, что биохимические процессы, реализуемые в аппаратах с моделью потока диффузионного типа, как правило, описываются нелинейными уравнениями в частных производных, регулярный метод аналитического решения которых отсутствует.

Объект и метод

Ниже, предлагается теоретико-вероятностный подход к построению и анализу модели диффузионного потока двухфазной биотехнологической суспензии с целью оценки интенсивности смешения микроорганизмов с различным временем пребывания в реакторах непрерывного действия. Для этого используется математический аппарат диффузионного марковского процесса [12].

Будем исходить из уравнения Фоккера–Планка [12–16]:

$$\frac{\partial}{\partial t} \gamma(x, t) + \omega \frac{\partial}{\partial x} \gamma(x, t) = D \frac{\partial^2}{\partial x^2} \gamma(x, t) \quad (1)$$

где $\gamma(x, t)$ – вероятность обнаружить, например, дрожжевую клетку в объеме аппарата $\in [x, x + dx] \cdot S$, S – площадь поперечного сечения аппарата; t – время; x – декартова координата, направленная вдоль оси аппарата; ω – средняя по сечению аппарата скорость движения микроорганизмов; D – эффективный коэффициент диффузии (коэффициент продольного перемешивания).

Линейное уравнение в частных производных (1) относится к параболическому типу и для его решения можно применять известные методы [17–19].

Уравнение (1) следует решать при начальных условиях:

$$\gamma(x, 0) = \delta(x), \gamma(0, t) = 0$$

при $t > 0, x \in [0, \infty)$ (2)

где $\delta(x)$ – дельта-функция Дирака.

Решение должно быть неотрицательным, ограниченным на бесконечности и нормированным к единице, т. е.

$$\gamma(x, t) \geq 0; \gamma(\infty, t) = 0; \int_0^{\infty} \gamma(x, t) dx = 1 \quad (3)$$

Умножим левую и правую части уравнения (1) на $x^n dx$ и проинтегрируем по x от $x=0$ до $x=\infty$. С учетом (2) и (3) не представляет труда получить систему уравнений для определения момента n -го порядка:

$$\frac{d}{dt}\langle x^n \rangle = n\omega\langle x^{n-1} \rangle + n(n-1)\langle x^{n-2} \rangle D, \quad (4)$$

$$n=1, 2, 3 \dots$$

где знак $\langle \dots \rangle$ означает среднее значение указанной в угловой скобке случайной величины.

Из (4) при $n=1$ и $n=2$ имеем

$$\langle x \rangle = \omega t, \quad \sigma_x^2 = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 = 2Dt = \sigma_0^2 \cdot \langle x \rangle^2, \quad (5)$$

где $\langle x \rangle$ и σ_x^2 – соответственно среднее значение и дисперсия распределения случайной величины x ; $\sigma_0^2 = 2D/\omega\langle x \rangle$.

В дальнейшем нам понадобится явный вид как функции $\gamma(x, t)$, так и функции $P(x, t) = \int_0^x \gamma(y, t) dy$.

Очевидно, что функция $P(x, t)$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial}{\partial t} P(x, t) + \omega \frac{\partial}{\partial x} P(x, t) = D \frac{\partial^2}{\partial x^2} P(x, t), \quad (6)$$

начальному и граничному условию вида

$$P(x, 0) = 1, x > 0; P(0, t) = 0, t > 0 \quad (7)$$

Преобразуем уравнение (6) к более простому виду. С этой целью произведем замену искомой функции по формуле:

$$P(x, t) = \psi(x, t) \exp\left(\frac{\omega x}{2D} - \frac{\omega^2 t}{4D}\right), \quad (8)$$

где $\psi(x, t)$ – новая неизвестная функция, подлежащая определению.

Подставив выражение (8) и (6) с учетом (7), получим уравнение для определения функции $\psi(x, t)$

$$\frac{\partial}{\partial t} \psi(x, t) = D \frac{\partial^2}{\partial x^2} \psi(x, t), \quad (9)$$

где функцию $\psi(x, t)$ следует подчинить нижеследующему начальному и граничному условиям

$$\psi(x, 0) = \exp\left(-\frac{\omega x}{2D}\right); \psi(0, t) = 0, t > 0. \quad (10)$$

Решение данной задачи известно. Согласно [19] оно таково:

$$\psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi Dt}} \int_0^\infty dZ \left\{ \exp\left[-\frac{(x-Z)^2}{4Dt}\right] - \exp\left[-\frac{(x+Z)^2}{4Dt}\right] \right\} \exp\frac{\omega Z}{2D} \quad (11)$$

Зная функцию $\psi(x, t)$, из выражения (8) найдем $P(x, t)$:

$$P(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi Dt}} \int_0^\infty dZ \left\{ \exp\left[-\frac{(Z-x+\omega x)^2}{4Dt}\right] - \exp\left[-\frac{(Z-x+\omega x)^2}{4Dt} + \frac{\omega t}{D}\right] \right\}. \quad (12)$$

Правую часть выражения (12) можно преобразовать к удобному для вычисления виду:

$$P(x, t) = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \varphi\left(\frac{x-\omega t}{\sqrt{2Dt}}\right) - \left[1 - \varphi\left(\frac{x-\omega t}{\sqrt{2Dt}}\right) \right] \exp\frac{\omega x}{D} \right\}, \quad (13)$$

где $\varphi(Z)$ – интеграл вероятности $\varphi(0)=0$, $\varphi(\pm\infty)=\pm 1$.

Далее, так как по определению $\gamma(x, t) = \frac{\partial}{\partial x} P(x, t)$, то из выражения (13) имеем:

$$\gamma(x, t) = \frac{1}{\sqrt{\pi Dt}} \exp\left[-\frac{(x-\omega t)^2}{4Dt}\right] - \frac{\omega}{2D} \left[1 - \varphi\left(\frac{x+\omega t}{\sqrt{2Dt}}\right) \right] \exp\frac{\omega x}{D}$$

Зная функцию $\gamma(x, t)$, перейдем к вычислению степени смешения микроорганизмов P_s , где P_s – доли сосуществующих клеток, поступивших в аппарат с входным потоком жидкости соответственно t_1 и t_2 часов назад (t_1 и t_2 – времена пребывания микроорганизмов в аппарате).

Пусть γ – функция для двух «времен наблюдения» $t=t_1$ и $t=t_2$, где $t_2 > t_1$, – известна. Графики функций $\gamma(x, t_1)$ и $\gamma(x, t_2)$ представлены на рисунке 1, где $x=x_p$ – точка их пересечения, которую аналитически можно найти из решения уравнения:

$$\gamma(x_p, t_1) = \gamma(x_p, t_2) \quad (14)$$

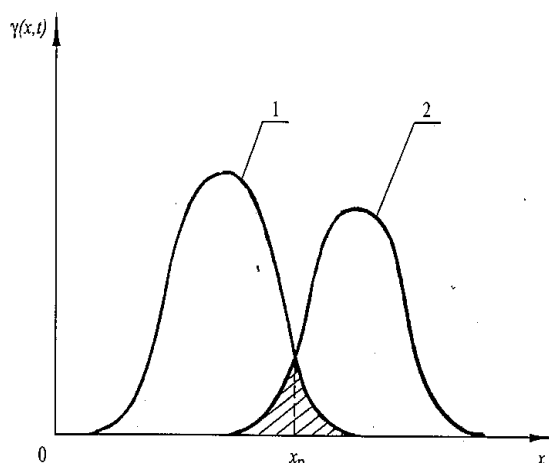


Рисунок 1. График функции $\gamma = (x, t)$ при $t = t_1(1)$ и $t = t_2(2)$ для определения степени пространственного смешения микроорганизмов

Figure 1. The graph of the function $\gamma = (x, t)$ for $t = t_1(1)$ and $t = t_2(2)$ for determining the degree of spatial mixing of microorganisms

Заштрихованная площадь на рисунке 1 численно равна величине P_s . Из рисунка следует, что

$$P_s = \int_0^{x_p} \gamma(x, t_2) dx + \int_{x_p}^{\infty} \gamma(x, t_1) dx = 1 + P(x_p, t_2) - P(x_p, t_1). \quad (15)$$

При выводе формулы (15) было учтено, что $P(0, t) = 0$, $P(\infty, t) = 1$.

Результаты и обсуждение

Следовательно, для определения степени смешения микроорганизмов при заданных t_1 и t_2 необходимо знать явное выражение для функции $P(x, t)$ и значение величины x_p .

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Carrascosa A.V., Munoz R., Gonzalez R. Molecular Wine Microbiology // Academic Press. 2012. 360 p.
- 2 Варфоломеев С.Д., Луковенков А.В., Семенова Н.А. Физическая химия биопроцессов. М.: КРАСАНД, 2014. 800 с.
- 3 Kelly W.J. Using computational fluid dynamics to characterize and improve bioreactor performance // Biotechnol. Appl. Biochem. 2008. V. 49. P. 225–238.
- 4 Singh H., Huttmacher D.W. Bioreactor studies and computational fluid dynamics. // Adv. Biochem. Eng. Biotechnol. 2009. V. 112. P. 231–249.
- 5 Саришвили Н.Г. Микробиологические основы технологии шампанизации вина. М.: Пищепромиздат, 2000. 364 с.
- 6 Алмагамбетов К.Х. Биотехнология микроорганизмов. Астана, 2008. 244 с.
- 7 Пищиков Г.Б. Интенсификация шампанизации вина с помощью бифункциональных развитых поверхностей в бродильно-биогенерационных аппаратах. // Виноград и вино России. 2009 № 5. С. 14–15.

Величину x_p найдем из решения уравнения (14). Для $\sigma_0 \leq 0,2$ с погрешностью менее одного процента:

$$x_p = \omega \sqrt{t_1 \cdot t_2}. \quad (16)$$

Подставляя данное значение x_p в выражение (15), с учетом (12), получим расчетную формулу для определения величины P_s

$$P_s = 1 - \varphi\left(\frac{\sqrt{t_2/t_1} - 1}{\sigma_0}\right), \quad (17)$$

$$\sigma_0^2 = \frac{2D}{\omega^2 t_1} = \frac{2D}{\omega \langle x \rangle_1}$$

Пример: пусть $t_2 = t_1(1 + n\sigma_0)$, где $n \geq 0$. Тогда из выражения (17) получим

$$P_s = 1 - \varphi\left(\frac{n}{1 + \sqrt{1 + n\sigma_0}}\right). \quad (18)$$

Из формулы (18) для $\sigma_0 = 0,2$ имеем $P_s(0) = 1$; $P_s(1) = 0,632$; $P_s(3) = 0,359$; $P_s(4) = 0,1$; $P_s(5) = 0,044$.

Заключение

Изложенный метод расчёта смешения микроорганизмов по возрастам в аппаратах со структурой потока диффузионного типа позволяет рассчитать количество сосуществующих микроорганизмов с различным временем пребывания в любом заданном объёме рассматриваемого биореактора, и, на основании этого, достоверно оценивать гидродинамический характер потока реагентов в биореакторах непрерывного действия. По режиму потока осуществляется прогноз эффективности биохимических процессов, реализуемых в данном реакторе.

- 8 Sharma C., Malhotra D., Rathore A.S. Review of Computational Fluid Dynamics Applications in Biotechnology Processes. // Biotechnol. Prog. 2011. V. 27. № 6. P. 1497–1510.
- 9 Huttmacher D.W., Singh H. Computational fluid dynamics for improved bioreactor design and 3D culture. // Trends in Biotechnol. 2008. V 26. № 4. P. 166–172.
- 10 Kaiser S.C., Löffelholz C., Werner S., Eibl D. CFD for Characterizing Standard and Single-use Stirred Cell Culture Bioreactors. Minin I. (Eds.) // Intech. 2011. P. 97–122.
- 11 Johnson C., Natarajan M., Antoniou C. Verification of energy dissipation rate scalability in pilot and production scale bioreactors using computational fluid dynamics. // Biotechnol. Progr. 2014, V. 30. № 6, P. 760–764.
- 12 Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. М.: Советское радио, 1977, 485 с.
- 13 Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. Учебное пособие. 3-е изд. 464 с.
- 14 Пугачев В.С. Теория случайных функций. М.: Физматгиз, 1960. С. 79–83.

15 Феллер В. Введение в теорию вероятностей и её приложения. Т.1. М.: Мир, 1984. 528 с.

16 Маделунг Э. Математический аппарат физики: Справочное руководство. М.: Книга по Требованию, 2012. 618 с.

17 Беккенбах Э.Ф., Векуа И.Н. Современная математика для инженеров, 1958. 618 с.

18 Давыдов А.П., Злыднева Т.П. Методы математической физики. Классификация уравнений и постановка задач. Метод Даламбера : курс лекций. М.: ИНФРА-М, 2017. 100 с.

REFERENCES

1 Carrascosa A.V., Munoz R., Gonzalez R. Molecular Wine Microbiology. Academic Press. 2012. 360 p.

2 Varfolomeev S.D., Lukovenko A.V., Semenova N.A. Fizicheskaya khimiya bioprotseessov [Physical chemistry of biological processes] Moscow, KRASAND, 2014. 800 p. (in Russian)

3 Kelly W.J. Using computational fluid dynamics to characterize and improve bioreactor performance. Biotechnol. Appl. Biochem. 2008. vol. 49. pp. 225–238.

4 Singh H., Huttmacher D.W. Bioreactor studies and computational fluid dynamics. Adv. Biochem. Eng. Biotechnol. 2009. vol. 112. pp. 231–249.

5 Sarishvili N.G. Mikrobiologicheskie osnovy tekhnologii [Microbiological fundamentals of technology of champagne wines] Moscow, Pishchepromizdat, 2000. 364 p. (in Russian)

6 Almagambetov K.H. Biotehnologiya mikroorganizmov [Biotechnology microorganisms] Astana, 2008. 244 p. (in Russian)

7 Pishchikov G.B. Activation of champagne in the organization of the wine using a bifunctional devices. *Vinograd I vino v Rossii* [Grapes and wine of Russia] 2009, no. 5. pp. 14–15. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Геннадий Б. Пищиков д.т.н., профессор, кафедра пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62 г. Екатеринбург, 620144, Россия, bio_teh@bk.ru

Владимир А. Лазарев к.т.н., доцент, кафедра пищевой инженерии, Уральский государственный экономический, ул. 8 Марта, 62 г. Екатеринбург, 620144, Россия, lazarev.eka@gmail.com

Сергей В. Шихалев к.т.н., доцент, кафедра пищевой инженерии, Уральский государственный экономический, ул. 8 Марта, 62 г. Екатеринбург, 620144, Россия, sershih@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Геннадий Б. Пищиков предложил метод оценки интенсивности перемешивания субстрата

Владимир А. Лазарев обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнил контрольные расчёты

Сергей В. Шихалев консультация в ходе расчётов и оформления, несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.08.2017

8 Sharma C., Malhotra D., Rathore A.S. Review of Computational Fluid Dynamics Applications in Biotechnology Processes. Biotechnol. Prog. 2011. vol. 27. no. 6. pp. 1497–1510.

9 Huttmacher D.W., Singh H. Computational fluid dynamics for improved bioreactor design and 3D culture. Trends in Biotechnol. 2008. vol. 26. no. 4. pp. 166–172.

10 Kaiser S.C., Löffelholz C., Werner S., Eibl D. CFD for Characterizing Standard and Single-use Stirred Cell Culture Bioreactors. Minin I. (Eds.). Intech. 2011. pp. 97–122.

11 Johnson C., Natarajan M., Antoniou C. Verification of energy dissipation rate scalability in pilot and production scale bioreactors using computational fluid dynamics. Biotechnol. Progr. 2014, vol. 30. no. 6, pp. 760–764.

12 Tikhonov V.I., Mironov M.A. Markovskii protsessy [Markov processes] Moscow, Sovetskoe radio, 1977. (in Russian)

13 Sveshnikov A.A. Prikladnye metody teorii [Applied methods of the theory of random functions] 464 p. (in Russian)

14 Pugachev V.S. Teoriya sluchainykh funktsii [Theory of random functions] Moscow, Fizmatgiz, 1960. pp. 79–83. (in Russian)

15 Феллер В. Введение в теорию вероятностей [Introduction to probability theory and its applications] Moscow, Mir, 1984. 528 p. (in Russian)

16 Маделунг, Е. Математический аппарат физики [Mathematical apparatus in physics] Moscow, Book on Demand, 2012. 618 p. (in Russian)

17 Беккенбах, Е.Ф., Векуа И.Н. Современная математика [Modern mathematics for engineers] 1958. 618 p. (in Russian)

18 Давыдов А.П., Злыднева Т.П. Методы математической физики [Methods of mathematical physics. Classification of equations and formulation of problems. Method d'Alembert] Moscow, INFRA-M, 2017. 100 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennady B. Pishchikov doctor of technical sciences, professor, food engineering department, Ural state University of economics, 8 Marta str., 62, Ekaterinburg, 620144, Russia, bio_teh@bk.ru

Vladimir A. Lazarev candidate of technical sciences, associate professor, food engineering department, Ural state University of economics, 8 Marta str., 62, Ekaterinburg, 620144, Russia, lazarev.eka@gmail.com

Sergey V. Shikhalev candidate of technical sciences, associate professor, food engineering department, Ural state University of economics, 8 Marta str., 62, Ekaterinburg, 620144, Russia, sershih@rambler.ru

CONTRIBUTION

Gennady B. Pishchikov suggested a method for estimating the intensity of substrate mixing

Vladimir A. Lazarev review of the literature on the problem under study, carried out control calculations

Sergey V. Shikhalev consultation during settlements and clearance, is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.1.2017

ACCEPTED 8.29.2017

Влияние бактериальных культур на сохранность зеленых кормов

Оксана Ю. Мальцева	¹	ksenia2002@list.ru
Ольга Л. Мещерякова	¹	gawshina@mail.ru
Инна В. Новикова	¹	noviv@list.ru
Дарья С. Степанова	¹	dariastepanova-95@yandex.ru
Мария С. Степанова	¹	mariastepanova95@yandex.ru
Ольга С. Корнеева	¹	korneeva-olgas@yandex.ru

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

Реферат. Для получения силосной закваски растительного сырья на основе бактериальных монокультур были тщательно изучены свойства и выбраны штаммы молочнокислых и пропионовокислых бактерий, наиболее полно удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к консервирующим препаратам. Были выбраны следующие штаммы: *Bifidobacterium bifidum* N1 в виде лиофилизата, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* – KM 186 в виде жидкого препарата, *Lactobacillus plantarum* 8P-A3 в виде лиофилизата. Для получения данного бактериального концентрата была проведена серия опытов по подбору необходимых концентраций для каждого вида силосуемого сырья. Положительным результатом считали отсутствие посторонней микрофлоры в заложенной на хранение биомассе по истечении двух месяцев. О качестве заготавливаемого силоса судили по содержанию органических кислот в травянистой массе. Основным показателем эффективности применения молочнокислых бактерий для закваски является накопление молочной кислоты, пропионовокислых – пропионовой кислоты. Содержание кислот при силосовании трудносилосуемых (амарант красный в фазе молочно-восковой спелости, лебеда) и легкосилосуемых культур (кукуруза в начале фазы восковой спелости (конец фазы молочно-восковой спелости), подсолнечник однолетний масличный в начале цветения) определяли в соответствии с ГОСТ. Высокое содержание молочной и пропионовой кислот гарантирует хорошую сохранность силоса. Их низкое содержание означает недостаток сахаров в массе или же указывает на то, что в массу проникает кислород.

Ключевые слова: силосование, закваска, травянистые корма, сельское хозяйство, молочнокислые бактерии, пропионовокислые бактерии

The influence of bacterial cultures on the conservation of green fodders

Oksana Yu. Maltseva	¹	ksenia2002@list.ru
Olga L. Meshcheryakova	¹	gawshina@mail.ru
Inna V. Novikova	¹	noviv@list.ru
Dari'a S. Stepanova	¹	dariastepanova-95@yandex.ru
Maria S. Stepanova	¹	mariastepanova95@yandex.ru
Olga S. Korneeva	¹	korneeva-olgas@yandex.ru

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

Summary. Properties of microbial cultures were carefully studied and strains of lactic and propionate bacteria, which meet requirements imposed to the preserving medicines, are chosen. The following strains were selected: *Bifidobacterium bifidum* N1 as a lyophilizate, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* - KM 186 in the form of a liquid preparation, *Lactobacillus plantarum* 8P-A3 in the form of lyophilizate. To obtain this bacterial concentrate, a series of experiments was conducted to select the necessary concentrations and to create the optimal composition of the starter for each type of silicate raw material. A positive result was the absence of extraneous micro flora in the stored biomass after a month. The quality of harvested silage was judged by the content of organic acids in the herbaceous mass. The main indicator of the effectiveness of lactic acid bacteria for leaven is the accumulation of lactic acid, propionic acid - propionic acid. The content of acids in the siloing of the labor-prone (amaranth red in the phase of the milk-wax ripeness, quinoa) and light-sown crops (corn at the beginning of the phase of wax ripeness (end of the phase of milky wax ripeness), sunflower one-year-old oilseed at the beginning of flowering) was determined in accordance with GOST. The high content of lactic and propionic acids guarantees good preservation of the silage. Their low content means a lack of sugars in the mass or indicates that oxygen penetrates into the mass.

Keywords: silage, leaven, herbaceous fodder, agriculture, lactic acid bacteria, propionic acid bacteria

Для цитирования

Мальцева О.Ю., Мещерякова О.Л., Новикова И.В., Степанова Д.С., Степанова М.С., Корнеева О.С. Влияние бактериальных культур на сохранность зеленых кормов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 174–179. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-174-179

For citation

Maltseva O.Y., Meshcheryakova O.L., Novikova I.V., Stepanova D.S., Stepanova M.S., Korneeva O.S. The influence of bacterial cultures on the conservation of green fodders. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 174–179. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-174-179

Введение

Сочные травянистые корма занимают значительный удельный вес в ежедневном рационе молочного скота наравне с грубыми кормами и витаминными концентратами. В роли основных видов корма из травянистых растений и сельскохозяйственных культур выступают силос и сенаж. Питательная ценность, безопасность и наличие в них качественных компонентов являются решающими факторами, определяющими производительность и общее состояние здоровья скота.

Длительность процесса закладки, некачественная утрамбовка и защищенность зеленой массы от попадания кислорода ведут к возникновению процессов гниения во время хранения силоса; загрязненность почвой повышает возможность неправильного протекания процесса ферментации, что приводит к образованию маслянокислых бактерий; нарушение технологии выемки биокорма повышает возможность развития возбудителей анаэробной порчи. Главным консервирующим веществом в силосе должна быть молочная кислота. Для ее образования требуется меньше сахара, недостаток которого в растениях отрицательно сказывается на качестве их консервирования. Поэтому при силосовании растений с недостатком сахара в зеленую массу добавляют легкосилосующиеся культуры и специальные силосные бактериальные закваски, приготовленные из молочнокислых бактерий.

В настоящее время наибольшее применение находят именно биологические методы силосования кормов. Одним из способов сохранения бобовых, зерновых и травянистых растений является силосование, основанное на действии бактерий молочнокислого брожения. Для того, чтобы улучшить качество процесса брожения, повысить анаэробную стабильность, снизить уровень образующегося в процессе консервирования сока, а также значительно увеличить кормовую ценность силоса производителями ежегодно предлагается широкий спектр силосующих средств именно биологического происхождения.

Ключевым фактором эффективного повышения энергетической и протеиновой питательности силоса является применение микробиологических заквасок. При этом их качество определяет не цена, а способность надежно сквашивать трудно поддающиеся силосованию высокобелковые травянистые растения с низким содержанием сахара, такие как люцерна, лебеда, амарант и т. д.

Практика показывает, что в процессе заготовки кормов преимущество следует отдавать не сухим концентрированным закваскам, а жидким формам консерванта, поскольку они

представляют собой бактерии в активной фазе развития и при внесении в зеленую массу начинают действовать немедленно, в сравнении с сухими формами микробных консервантов. За это время концентрация патогенной микрофлоры, представленной, в основном, плесневыми грибами и гнилостными бактериями, достигает своего максимума, нагревая травянистую массу и активируя процесс маслянокислого брожения, который затруднительно и зачастую невозможно полностью погасить с помощью силосных препаратов.

В связи с этим широкое распространение получили различные силосные закваски, действие которых направлено на обеспечение доминирования микрофлоры молочнокислого брожения. Такие препараты при достаточной дозе их внесения в силосуемую массу обеспечивают доминанту молочнокислого брожения на всех этапах процесса силосования.

Материалы и методы

Для создания бактериальной закваски, которая будет соответствовать заявленным требованиям и сможет обеспечить сохранность в готовом сырье максимального числа жизнеспособных клеток, были тщательно изучены свойства микробных культур и выбраны штаммы молочнокислых и пропионовокислых бактерий, наиболее полно удовлетворяющим требованиям, предъявляемым к консервирующим препаратам. Для решения поставленной задачи были использованы следующие виды микроорганизмов: лиофильно высушенная культура бактерий *Bifidobacterium bifidum* – N1; жидкая бактериальная закваска *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* – КМ 186; лиофильно высушенный концентрат бактерий *Lactobacillus plantarum* 8P-A3. При выборе микробных монокультур для силосования определенного вида растительного сырья были учтены индивидуальные особенности каждого вида бактерий и их специфические свойства.

В качестве силосуемого сырья были выбраны следующие сельскохозяйственные культуры и травянистые растения: легкосилосуемые (кукуруза в фазе восковой спелости (конец фазы молочно-восковой спелости), подсолнечник однолетний масличный) и трудносилосуемые (лебеда обыкновенная, амарант молочно-восковой спелости).

Ниже изложен последовательный процесс силосования выбранных травяных культур.

Была проведена серия опытов по подбору оптимальных концентраций монокультур бактерий для каждого вида силосуемого сырья. Результаты проведенных экспериментов представлены в таблице 1.

Подбор оптимального расхода монокультур бактерий для силосования растений

Table 1.

Selection of optimal consumption of monocultures of bacteria for ensiling plants

Штамм микроорганизмов Strain of microorganisms	Количество жизнеспособных клеток, КОЕ/г Number of viable cells, CFU/g	Диапазон рекомендуемого расхода бактерий на 0,1 дм ³ воды, г The recommended range of bacteria for 0.1 dm ³ of water, g	Расход рабочего раствора на 0,15 кг силосуемой массы, дм ³ The consumption of the working solution is 0.15 kg of silage mass, dm ³
<i>Bifidobacterium bifidum</i> N1	5x 10 ⁸	0,5–3,0	0,001
<i>Propionibacterium freudenreichii</i> sub sp. <i>shermanii</i> KM 186	2 x 10 ⁹	0,5–2,0	0,001
<i>Lactobacillus plantarum</i> 8P-A3	2 x 10 ⁹	1,0–4,0	0,001

Бактериальную закваску применяли из расчета 3,34 дм³ на 1 т зеленой массы. Силосуемую биомассу очищали, измельчали до 0,5 см и орошали выбранной концентрацией монокультур микроорганизмов, утрамбовывали по 150 г. в стерильные емкости на хранение без доступа воздуха.

Положительным результатом считали отсутствие посторонней микрофлоры в заложенной на хранение биомассе по истечении 2-х месяцев. Качество силосования оценивалось по физико-химическим показателям (наличие молочной кислоты, уровень pH) [9–11].

На основе полученных данных определили, что для силосования легкосилосуемых культур оптимальной концентрацией бактерий *Bifidobacterium bifidum* N1 является 1,5 г на 0,1 дм³ водного раствора. При полученном расходе достигается требуемый уровень pH = 4,1.

В исследуемых образцах амаранта и лебеды при концентрации ниже 2 г на 0,1 дм³ водного раствора после обработки восстановленной бактериальной закваской было обнаружено присутствие посторонней микрофлоры: бактерии группы кишечной палочки, плесневые грибы рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*. Это позволяет сделать вывод о недостаточной концентрации выбранного штамма по сравнению с легкосилосуемым сырьем.

Рост вышеперечисленных микроорганизмов снижает кормовую ценность травянистой массы и увеличивает риск возможности развития заболеваний у сельскохозяйственных животных. Для достижения оптимального диапазона pH = 4,1–4,2 для обработки трудносилосуемых растений применяют выбранный штамм из расхода 2 г сухого бактериального концентрата на 0,1 дм³ воды. Результаты представлены на рисунке 1.

Восстановленная закваска на основе лактобактерий позволила достичь требуемого уровня pH зеленой массы легкосилосуемых культур (кукуруза в конце фазы молочно-восковой спелости, подсолнечник в начале цветения)

при расходе 2,4 г сухого концентрата на 0,1 дм³ раствора для восстановления закваски.

При силосовании амаранта и лебеды до pH среды выше 4,5 активно развивалась патогенная микрофлора: плесневые грибы. Полученные результаты отражены на рисунке 2.

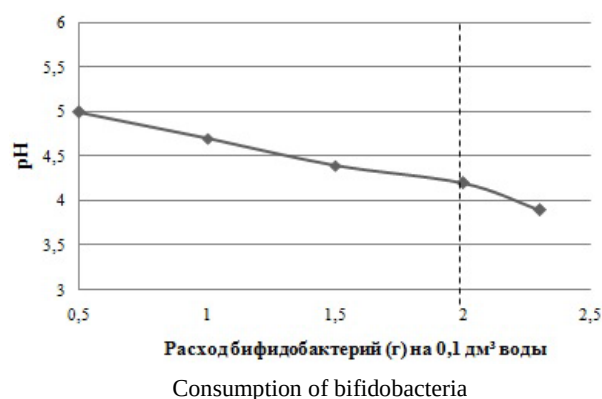


Рисунок 1. Зависимость pH от концентрации бифидобактерий для обработки трудносилосуемого сырья

Figure 1. Dependence of pH of the medium on the concentration of bifidobacteria for the treatment of labor-sensitive raw materials

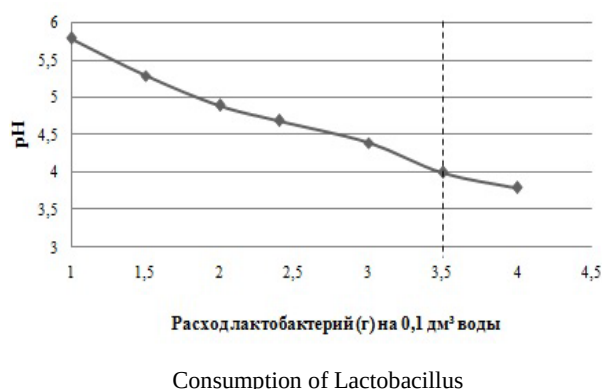


Рисунок 2. Зависимость реакции среды pH от концентрации лактобактерий для обработки трудносилосуемого сырья

Figure 2. Dependence of the reaction of the pH of the medium on the concentration of lactic acid bacteria for the treatment of labor-sensitive raw materials

При силосовании легкосилосуемых культур закваской на основе пропионовокислых бактерий при ее восстановлении из расчета 1,2 г на 0,1 дм³ воды отсутствовала посторонняя микрофлора консервируемой массы.

На рисунке 3 представлена зависимость уровня pH среды от концентрации бактерий *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* для заготовки силоса из трудносилосуемого сырья. При концентрации 1,9 г бактерий на 0,1 дм³ воды реакция среды достигает оптимальных значений (pH=4,1) для эффективного процесса силосования. При снижении концентрации бактерий наблюдался рост плесневых грибов родов *Fusarium*, *Mucor*, *Aspergillus* и *Penicillium*.

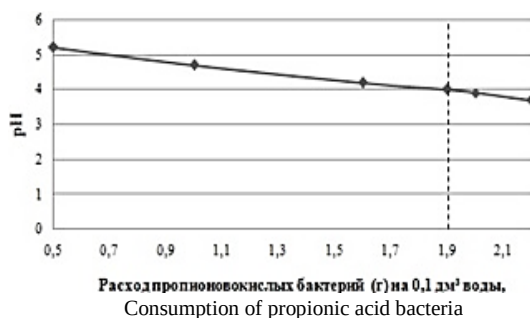


Рисунок 3. Зависимость уровня pH среды от концентрации пропионовокислых бактерий для обработки трудносилосуемого сырья

Figure 3. Dependence of the pH of the medium on the concentration of propionic acid bacteria for the treatment of labor-scarce raw materials

Высокое содержание молочной и пропионовой кислот гарантирует хорошую сохранность силоса. Их низкое содержание означает недостаток сахаров в массе или же указывает на то, что в массу проникает кислород.

Бактерии *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* накапливают в процессе своей жизнедеятельности пропионовую кислоту, что характеризует их способность к сбраживанию сахаров, а, следовательно, воздействие на патогенные микроорганизмы при приготовлении силоса.

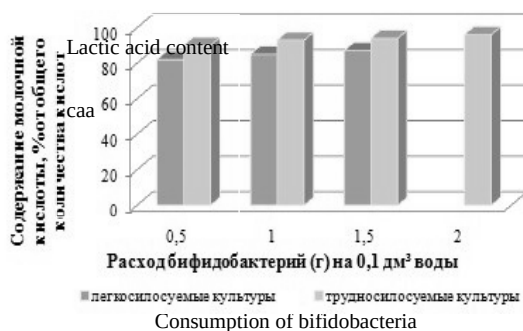


Рисунок 4. Зависимость количества молочной кислоты в силосе от концентрации бифидобактерий

Figure 4. Dependence of the amount of lactic acid on silage of the concentration of bifidobacteria

На рисунке 4 отражено содержание образовавшейся молочной кислоты при различных концентрациях бифидобактерий для каждого вида силосуемого сырья.

При силосовании выбранных культур лактобактериями наибольшее содержание молочной кислоты достигалось при концентрации 2,4 г сухого бакконцентрата на 0,1 дм³ воды для кукурузы и подсолнечника и 3,5 г – для лебеды и амаранта. Полученные результаты отражены на рисунке 5.

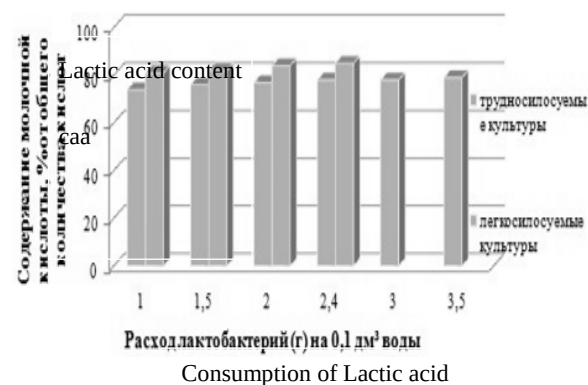


Рисунок 5. Зависимость количества молочной кислоты в силосе от концентрации лактобактерий

Figure 5. Dependence of the amount of lactic acid on the concentration of lactic acid bacteria

Определили, что при концентрации 1,2 г сухого концентрата пропионовокислых бактерий на 0,1 дм³ воды для легкосилосуемых и при 1,9 для трудносилосуемых культур уровень пропионовой кислоты достигает своих оптимальных значений.

На рисунке 6 представлена зависимость количества пропионовой кислоты в силосуемой массе от концентрации пропионовокислых бактерий.

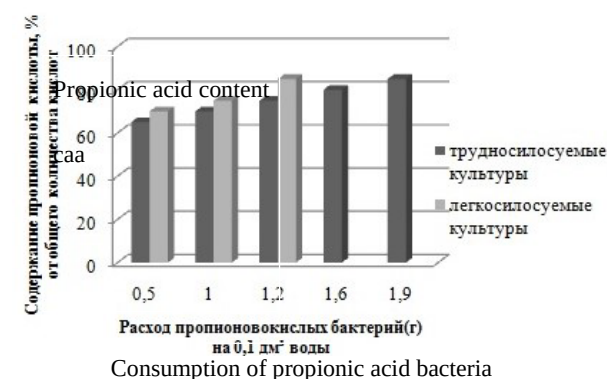


Рисунок 6. Зависимость количества пропионовой кислоты в силосе от концентрации пропионовокислых бактерий

Figure 6. Dependence of the amount of lactic acid on silage of the concentration of propionic acid bacteria

Основными показателями качественной заготовки силоса из травянистых растений и культур также являются цвет, запах, структура. В соответствии с ГОСТ 10444.11-2013 (ISO 15214:1998) «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных» данные показатели определили органолептически.

Было выяснено, что цвет и структура силоса соответствовали требованиям, посторонний запах силосуемой массы отсутствовал при всех концентрациях бактериальной закваски, а контаминантная микрофлора присутствовала в сырье до оптимальной концентрации засева бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Иванов Д.В. Современные технологии и технические средства приготовления силосованных кормов: учебное пособие. Ставрополь: АГРУС, 2014.
- 2 Семенихина В.Ф., Будрик В.Г., Рожкова И.В. и др. Разработка технологий заквасок прямого внесения // Сборник научных трудов. «Научное обеспечение молочной промышленности». 2010.
- 3 Абраскова С.В., Шашко Ю.К., Шашко М.Н. Биологическая безопасность кормов. Минск: Беларус. наука, 2013. 257 с.
- 4 Чичерин И.Ю., Погорельский И.П., Лундовских И.А., Малов А.А. и др. Динамика содержания лактобацилл, микробных метаболитов и антибактериальной активности растущей культуры *Lactobacillus Plantarum* 8P-A3 // Журнал инфектологии. 2013.
- 5 Denkova R., Denkova Z., Yanakieva V., Blazheva D. Antimicrobial activity of propionic lactobacilli, bifidobacteria and propionic acid bacteria, isolated from different sources // *Formatex*. 2013. V.2. P. 857–864.
- 6 Bevilacqua A., Cagnazzo M.T., Caldarola C., Ciuffreda E. et al. Bifidobacteria as Potential Functional Starter Cultures // *SciRes*. 2012. V.3. P.55–63.
- 7 ГОСТ 23637–90. Сенаж. Технические условия. Определение массовой доли органических кислот методом Леппера-Флига.
- 8 ГОСТ 10444.11–2013 (ISO 15214:1998). Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных.
- 9 Bhavya V. et al. Effect of clusterbean genotypes (*Cyamopsistetragonoloba* L.) with different seed rate on green fodder yield // *International Journal of Tropical Agriculture*. 2016. V. 34. №. 4. P. 961-964.
- 10 Mewes M. et al. A systematic approach for assessing spatially and temporally differentiated opportunity costs of biodiversity conservation measures in grasslands // *Agricultural Systems*. 2015. V. 137. P. 76-88.
- 11 Mupangwa W., Thierfelder C. Intensification of conservation agriculture systems for increased livestock feed and maize production in Zimbabwe // *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2014. V. 12. №. 4. P. 425-439.

Заключение

На основе органолептической и биохимической оценки выбранного силосуемого сырья было выяснено, что в концентрациях монокультур молочнокислых и пропионовокислых бактерий, выбранных оптимальными, достигаются наилучшие показатели процесса заготовки зеленых кормов. Использование полученных концентраций бактерий позволит в дальнейшем создать комплексную закваску, которая будет не только обладать улучшенными консервирующими свойствами, но и способствовать нормализации пищеварения сельскохозяйственных животных и улучшения качества получаемой продукции.

REFERENCES

- 1 Ivanov D.V. Sovremennye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva [Modern technologies and technical means of preparation of silage forages] Stavropol, AGRUS, 2014. (in Russian)
- 2 Semenikhin V.F., Budrik V.G., Rozhkova I.V. et al. Development of technologies for starter cultures of direct application. Nauchnoe obespechenie molochnoi promyshlennosti [Collection of scientific works. "Scientific provision of the dairy industry"] Moscow, VNIMI, 2010. (in Russian)
- 3 Abraskova S.V., Shashko Yu. K., Shashko M.N. Biologicheskaya bezopasnost' kormov [Biological safety of fodder] Minsk, Belarus Science, 2013. 257 p. (in Russian)
- 4 Chicherin I.Yu., Pogorelsky I.P., Lundovskikh I.A., Malov A.A. et al. Dynamics of the content of lactobacilli, microbial metabolites and antibacterial activity of the growing culture of *Lactobacillus Plantarum* 8P-A3. *Zhurnal infektologii* [Journal of Infectology] 2013. (in Russian)
- 5 Denkova R., Denkova Z., Yanakieva V., Blazheva D. Antimicrobial activity of propionic lactobacilli, bifidobacteria and propionic acid bacteria, isolated from different sources. *Formatex*. 2013. vol. 2. pp. 857–864.
- 6 Bevilacqua A., Cagnazzo M.T., Caldarola C., Ciuffreda E. et al. Bifidobacteria as Potential Functional Starter Cultures. *SciRes*. 2012. vol. 3. pp.55–63.
- 7 GOST 23637–90. Senazh. Tekhnicheskie usloviya [State standard 23637–90. Haylage. Technical conditions. Determination of the mass fraction of organic acids by the Le]per-Flig method] Moscow, Standartinform Publ., 1991. 10 p. (in Russian).
- 8 GOST 10444.11–2013 (ISO 15214: 1998). Mikrobiologiya pishchevykh produktov [State standard 10444.11–2013. Microbiology of food and animal feeding stuffs] (in Russian)
- 9 Bhavya V. et al. Effect of clusterbean genotypes (*Cyamopsistetragonoloba* L.) with different seed rate on green fodder yield. *International Journal of Tropical Agriculture*. 2016. vol. 34. no. 4. pp. 961-964.
- 10 Mewes M. et al. A systematic approach for assessing spatially and temporally differentiated opportunity costs of biodiversity conservation measures in grasslands. *Agricultural Systems*. 2015. vol. 137. pp. 76-88.
- 11 Mupangwa W., Thierfelder C. Intensification of conservation agriculture systems for increased livestock feed and maize production in Zimbabwe. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2014. vol. 12. no.. 4. pp. 425-439.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана Ю. Мальцева к.т.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии), Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, ksenia2002@list.ru

Ольга Л. Мещерякова к.т.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии), Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036,

Инна В. Новикова д.т.н., доцент, кафедра броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036,

Дарья С. Степанова магистрант, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, dariastepanova-95@yandex.ru

Мария С. Степанова, магистрант, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mariastepanova95@yandex.ru

Ольга С. Корнеева д.б.н., профессор, зав. кафедрой биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, korneeva-olgas@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana Y. Maltseva, assistant professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ksenia2002@list.ru

Olga L. Meshcheryakova, assistant professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ksenia2002@list.ru

Inna V. Novikova, doctor of technical sciences, professor, department of Technology of fermenting and sugary production, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, noviv@list.ru

Daria S. Stepanova, student, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, dariastepanova-95@yandex.ru

Maria S. Stepanova, student, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mariastepanova95@yandex.ru

Olga S. Korneyeva, doctor of biological sciences, professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, korneeva-olgas@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 20.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.09.2017

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 8.20.2017

ACCEPTED 9.14.2017

Метиленовый синий регулирует спонтанный мутационный процесс в соматических клетках мышей линии C57BL/6

Елена А. Калаева	¹	kalaevae@gmail.com
Владислав Н. Калаев	¹	dr_huixs@mail.ru
Ксения А. Ефимова	¹	xenia.ephimova@gmail.com
Оксана Ю. Мальцева	²	kсения2002@list.ru

¹ Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, 394018, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Поиск и тестирование соединений, обладающих антиоксидантной, антимутагенной, противоопухолевой активностью, малотоксичных, эффективных и недорогих является актуальной задачей. Одним из веществ, удовлетворяющих этим требованиям, является метиленовый синий. Он применяется в качестве антисептика, антидота при отравлениях цианидами, оксидом углерода, сероводородом, нейтропротектора, фотосенсибилизатора, антиоксиданта, регулятора активности ферментов. Целью работы явилось исследование влияния метиленового синего на частоту встречаемости микроядер в эритроцитах крови мышей с помощью микроядерного теста. Применение метиленового синего способствовало снижению уровня спонтанного мутагенеза в эритроцитарных клетках у мышей: в контрольной группе частота встречаемости микроядер составила $4,78 \pm 0,58$ ‰, пероральное введение метиленового синего в дозе 15 мг/кг в течение 60 дней приводило к снижению исследуемого показателя до $2,99 \pm 0,34$ ‰. Антимутагенное действие метиленового синего, очевидно, основано на его способности связывать свободные радикалы и защищать генетический материал клеток от повреждений. Выявление механизмов действия и дозозависимых эффектов метиленового синего требует проведения дополнительных исследований

Ключевые слова: метиленовый синий, микроядерный тест, спонтанный мутагенез, эритроциты

Methylene blue regulates spontaneous mutation process in somatic cells of C57BL/6 mice

Elena A. Kalaeva	¹	kalaevae@gmail.com
Vladislav N. Kalaev	¹	dr_huixs@mail.ru
Kseniya A. Efimova	¹	xenia.ephimova@gmail.com
Oksana Yu. Maltseva	²	kсения2002@list.ru

¹ Voronezh state university, Universitetskaya sq., 1, Voronezh, 394018, Russia

² Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The search and testing of compounds with antioxidant, antimutagenic, antitumor activity, low toxicity, efficacy and low cost is actual task. One of the substances that meet these requirements is methylene blue. It is used as antiseptic, antidote for poisoning with cyanides, carbon monoxide, hydrogen sulphide, neuroprotective agent, photosensitizer, antioxidant, regulator of enzyme activity. The aim of the work was to investigate the effect of methylene blue on the frequency of occurrence of micronuclei in erythrocytes of blood of mice using a micronucleus test. The use of methylene blue contributed to decrease in the level of spontaneous mutagenesis in erythrocyte cells in mice: in the control group, the incidence of micronuclei was 4.78 ± 0.58 ‰, oral administration of methylene blue at a dose of 15 mg/kg for 60 days led to the decrease of the study parameter up to 2.99 ± 0.34 ‰. The antimutagenic effect of methylene blue is obviously based on its ability to bind free radicals and protect the genetic material of cells from damage. The detection of mechanisms of action and dose-dependent effects of methylene blue requires additional studies.

Keywords: methylene blue, micronuclear test, spontaneous mutagenesis, erythrocytes

Введение

Интенсивное антропогенное воздействие на окружающую среду, загрязнение воды, воздуха и почвы токсическими соединениями, нарушение биологических ритмов, несоблюдение правил здорового питания, низкая физическая активность, избыточная информационная нагрузка, постоянная психоэмоциональная

напряженность существенным образом сказываются на качестве жизни и состоянии здоровья человека. Вследствие совокупного воздействия неблагоприятных факторов на организм частота возникновения онкологических заболеваний, сердечно-сосудистых, респираторных, нервно-психических и других патологий ежегодно возрастает.

Для цитирования

Калаева Е.А., Калаев В.Н., Ефимова К.А., Мальцева О.Ю. Метиленовый синий регулирует спонтанный мутационный процесс в соматических клетках мышей линии C57BL/6 // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 180–186. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-180-186

For citation

Kalaeva E.A., Kalaev V.N., Efimova K.A., Maltseva O.Yu. Methylene blue regulates spontaneous mutation process in somatic cells of C57BL/6 mice. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 180–186. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-180-186

В связи с этим актуальной является проблема поиска и тестирования соединений, обладающих антиоксидантной, антимуtagenной, противоопухолевой активностью, малотоксичных, эффективных и недорогих.

Одним из веществ, удовлетворяющих этим требованиям, является метиленовый синий (N,N,N',N'-тетраметилтионина хлорид) (рисунок 1).

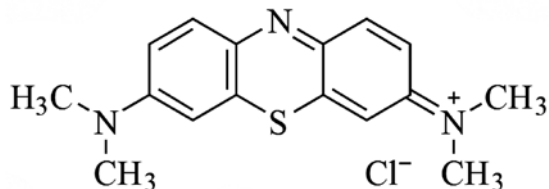


Рисунок 1. Структурная формула N,N,N',N'-тетраметилтионина хлорида

Figure 1. Structural formula of N,N,N',N'-tetramethylthionine chloride

Впервые это соединение было получено Г. Каро в 1876 г.

Метиленовый синий представляет собой темно-зеленый кристаллический порошок или темно-зеленые с бронзовым блеском кристаллы. Трудно растворим в воде (1:30), мало – в спирте. Водные растворы имеют синий цвет. В медицинской практике 1–3% спиртовые растворы метиленового синего применяют наружно в качестве антисептического средства при ожогах, пиодермии, фолликулитах и т. п. Метиленовый синий обладает окислительно-восстановительной активностью и в зависимости от условий среды может играть роль акцептора или донора ионов водорода; на этом основано его использование в качестве антидота. Растворы метиленового синего вводят внутривенно при отравлениях цианидами, оксидом углерода, сероводородом [11].

Также метиленовый синий представляет интерес с точки зрения исследования его нейтропротекторного, фотосенсибилизирующего, мутагенного или антимуtagenного действия на организм.

Нейтропротекторное действие метиленового синего было показано в ряде работ [26, 27, 30], в частности, была установлена его способность защищать астроциты от глюкозного голодания путем интенсификации процессов клеточного дыхания [19].

Известно, что под действием неблагоприятных факторов внешней среды наблюдаются признаки преждевременного старения организма. При этом возрастает риск развития нейродегенеративных расстройств, одним из проявлений которых является болезнь Альцгеймера. Характерной чертой данного заболевания

является наличие в цитоплазме нейронов спирально скрученных нейрофиламентов, которые образованы избыточно фосфорилированными тау-белками [2]. Метиленовый синий способен проникать через гематоэнцефалический барьер и ингибировать агрегацию тау-белков с терапевтическими препаратами, повышая тем самым эффективность лечения [18, 23].

Помимо лечения нейродегенеративных заболеваний, метиленовый синий активно используется в качестве фотосенсибилизатора в фотодинамической терапии. Фотодинамическая терапия (ФДТ) как метод лечения в первую очередь разрабатывалась для онкологии, но впоследствии область ее применения значительно расширилась: ФДТ используется для лечения вялотекущих воспалительных процессов в дерматологии, стоматологии, гинекологии, урологии и т. д. Так, например, разработан и апробирован метод лечения острых воспалительных заболеваний гортани и их гнойных осложнений методом фотодинамического воздействия с использованием в качестве фотосенсибилизатора метиленового синего [9]. При этом наблюдается хороший терапевтический эффект и даже в процессе длительного лечения микроорганизмы не утрачивают чувствительности к препарату, как это случается при применении антибиотиков [8].

Учеными из Национальной лаборатории Сандия (США) установлено, что при действии лазерного луча, инициирующего радикальную реакцию, метиленовый синий способен «сшивать» между собой протеиновые молекулы, формируя гидрогель. «Сшивание» происходит только в области вокруг фокуса лазерного луча. Это позволяет изолировать отдельные клетки и группы клеток внутри ткани, не нарушая ее целостности [22].

Разработка технологии получения текстильных материалов, используемых в онкологической практике для адресного подведения лекарственных препаратов при проведении лучевой, в том числе фотодинамической терапии, является важной задачей. При адресном (в том числе трансдермальном) введении лекарственного препарата, минуя желудочно-кишечный тракт, удастся избежать нежелательных системных эффектов. В связи с этим исследовано влияние иммобилизации по технологии печати метиленового синего на текстильном материале на его фотодинамическую и цитотоксическую активность по отношению к опухолевым клеткам в сравнении с фотодинамической и цитотоксической активностью субстанции лекарства. Доказано, что иммобилизация соединения не изменяет цито- и фотоактивности метиленового синего, что позволяет рекомендовать для

создания аппликаций с фотосенсибилизатором технологию текстильной печати [4].

Заметная роль в формировании эффектов старения принадлежит митохондриям. Поэтому на сегодняшний день востребованы разработки по поиску веществ, способных влиять на функционирование митохондрий.

Исследователи из Университета штата Мэриленд обнаружили, что метиленовый синий проявляет антиоксидантные свойства в митохондриях и способен исправлять митохондриальные дефекты [31], вызванные старением и некоторыми генетическими заболеваниями, в частности, прогерией.

Обнаружена способность метиленового синего регулировать активность некоторых ферментов. Так, при введении метиленового синего в малых дозах наблюдается повышение активности цитохромоксидазы, ответственной за окисление цитохрома С молекулярным кислородом в митохондриях, что повышает выработку энергии и улучшает работу мозга. Кроме того, данное соединение способно ингибировать железосодержащие ферменты (в частности, ксантиноксидазу), защищая ткани от токсических эффектов активных форм кислорода, и конкурируя с молекулярным кислородом за транспорт электронов [20].

Известна способность метиленового синего блокировать спаянные процессы у женщин в малом тазу, вызванные гинекологическими заболеваниями. Этот эффект обусловлен антиоксидантными и антиангиогенными свойствами метиленового синего, связанными с подавлением активности оксида азота, участвующего в синтезе коллагена, активирующего клеточную пролиферацию и ангиогенез [3].

Способность метиленового синего избирательно накапливаться в подвергнутых злокачественной трансформации клетках находит применение в диагностике онкологических заболеваний.

Так, была показана возможность использования метиленового синего в качестве диагностического маркера при онкологических заболеваниях ротовой полости [24, 28]; на основе данного соединения был создан биочип для определения рака полости рта [25].

Флуоресцентная спектроскопия позволяет идентифицировать опухолевые клетки с помощью метиленового синего, который способен накапливаться в пораженных клетках и при воздействии света определенных длин волн вызывать интенсивную флуоресценцию пораженных участков [1].

Помимо положительного (противовоспалительного, антимуtagenного, антиоксидантного)

воздействия на клетки и ткани [14, 29], метиленовый синий способен проявлять мутагенную и цитотоксическую активность, обусловленную действием свободнорадикальных продуктов его фототрансформации, в частности, гидроксильного радикала $\text{OH}^\cdot$ [15].

Таким образом, в силу своей двойственной природы (способности к генерации и инактивации активных кислородных метаболитов), метиленовый синий способен оказывать как антимуtagenное, так и мутагенное действие на ткани и органы организма человека и животных. Поэтому при его использовании следует контролировать состояние генетического аппарата клетки.

В настоящее время для оценки мутагенной или антимуtagenной активности соединений используют микроядерный тест. В силу своей простоты и возможности быстрого анализа микроядерный тест стал методом *in vitro* и *in vivo* исследований цитогенетической активности различных факторов, в том числе способных вызвать поражение генетического аппарата у человека и животных [5–7, 11, 13, 14, 16, 17].

В связи с изложенным выше целью данной работы явилось исследование влияния метиленового синего на частоту встречаемости микроядер в эритроцитах крови мышей с помощью микроядерного теста.

Материалы и методы

Эксперименты проводили на самцах мышей линии C57BL/6. Работа с лабораторными мышами осуществлялась согласно Женевской Конвенции 1985 г. «О международных принципах биомедицинских исследований с использованием животных».

В эксперименте животные были разделены на опытную ($n=15$) и контрольную ($n=12$) группы. Животные из опытной группы получали метиленовый синий перорально в течение 60 суток в дозе 15 мг/кг. Животные из контрольной группы получали чистую воду.

Для оценки мутагенного / антимуtagenного действия метиленового синего на организм мышей исследовали частоту встречаемости микроядер в эритроцитах. Забор крови осуществляли из хвостовой вены, затем готовили мазки крови. Кровь наносили на чистое сухое предметное стекло и размазывали с помощью сухого чистого шлифованного стекла, держа его под углом 45° . Препарат высушивали на воздухе и фиксировали в 96-% этиловом спирте 20 мин, сушили, окрашивали неразведенным азур-эозином по Романовскому–Гимза в течение 5 мин. Избыток красителя смывали дистиллированной водой, препарат высушивали на воздухе.

Препараты анализировали на микроскопе БИОМЕД при увеличении $100 \times 1,5 \times 10$. Всего было проанализировано 27 препаратов (15 – опыт и 12 – контроль), на каждом препарате подсчитывали не менее 3000 клеток и вычисляли частоту встречаемости эритроцитов с микроядрами как отношение числа клеток с микроядрами к общему числу проанализированных клеток (%).

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета «Stadia». Сравнение медиан выборок осуществляли с использованием непараметрического X–критерия Ван-дер-Вардена.

Результаты и обсуждение

При анализе микропрепаратов образцов крови мышей из контрольных и опытных групп в эритроцитарных клетках были обнаружены микроядра. Они имели вид округлых образований с ровными краями, окрашенных в темно – синий цвет (рисунок 2).

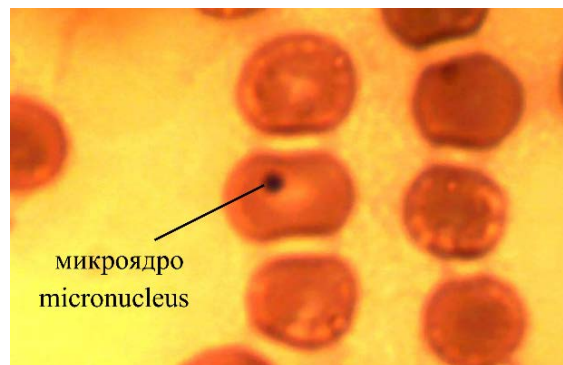


Рисунок 2. Микроядро в эритроците периферической крови мышей

Figure 2. Micronucleus in erythrocyte of mice peripheral blood

В контрольной группе частота встречаемости микроядер составила $4,78 \pm 0,58$ % (таблица 1). Пероральное введение метиленового синего в дозе 15 мг/кг в течение 60 дней приводило к снижению исследуемого показателя до $2,99 \pm 0,34$ % ($P < 0,05$).

Таблица 1.

Частота встречаемости эритроцитов с микроядрами в периферической крови мышей при введении метиленового синего

Table 1.

The frequency of occurrence of erythrocytes with micronuclei in the peripheral blood of mice with the administration of methylene blue

Группа Group	Проанализировано клеток Cells analyzed	Число клеток с микроядрами Number of cells with micronuclei	Доля клеток с микроядрами, % The proportion of cells with micronuclei, %
Опытная группа Experimental group	42174	130	$2,99 \pm 0,34^*$
Контрольная группа Control group	36077	242	$4,78 \pm 0,58$

Примечание: * – различия с контролем достоверны ($P < 0,05$)

Note: * – the differences with the control are significant ($P < 0.05$)

Применение метиленового синего способствовало снижению уровня спонтанного мутагенеза в эритроцитарных клетках у мышей.

Антимутагенное действие метиленового синего, очевидно, основано на его способности связывать свободные радикалы и тем самым защищать генетический материал клеток от повреждений. Кроме того, метиленовый синий способен активировать экспрессию антиоксидантных генов, таких как митохондриальная форма супероксиддисмутазы. Это происходит за счет активации Nrf2/ARE сигнального каскада, который играет ключевую роль в активации экспрессии генов, участвующих

в детоксикации ксенобиотиков и антиоксидантной защите [21]. По всей видимости, это и может являться причиной снижения спонтанного мутагенеза в эритроцитах мышей.

Заключение

Метиленовый синий является перспективным соединением для разработки на его основе диагностических тестов, фотосенсибилизаторов, лекарственных препаратов. Однако выявление механизмов его воздействия на клетку, дозозависимых эффектов требует проведения дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Башкатов А.Н., Генина Э.А., Приезжев А.В., Тучин В.В. Лазерная биофотоника // Квантовая электроника. 2016. Т. 46. № 6. С. 487.
- 2 Болезнь Альцгеймера: патогенез, общие сведения. URL: http://humbio.ru/humbio/har_nevt/00054622.htm (дата обращения 02.11.2017).
- 3 Бурлев В.А., Дубинская Е.Д., Гаспаров А.С., Ильясова Н.А. Антиангиогенная терапия и спаечный процесс в малом тазу: перспективы профилактики и лечения. // Российский вестник акушера-гинеколога. 2010. Т. 10. № 4. С. 25–31.
- 4 Валуева М.И., Олтаржевская Н.Д. Исследования технологических особенностей получения печатных композиций на основе природных полимеров // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2013. № 2. С. 12–15.
- 5 Калаев В.Н., Игнатова И.В., Климова Н.В. Частота встречаемости эритроцитов с микроядрами в крови перепела японского (*Coturnix japonica*) при разных способах окрашивания // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. Вып. 4. С. 770–775.
- 6 Калаев В.Н., Красножон К.Б., Игнатова И.В. Оценка стабильности генома больных сахарным диабетом 1 типа с использованием микроядерного теста в буккальном эпителии // Фундаментальные исследования. 2012. № 11. Вып. 2. С. 288–295.
- 7 Ковалева О.А., Ясинский Я.С., Безденежных Н.А., Кудрявец Ю.И. Особенности цитогенетических изменений в клетках лимфомы человека линии U-937 при индукции апоптоза фактором некроза опухоли // Цитология. 2014. Т. 56. № 2. С. 110–116.
- 8 Кричевский Г.Е., Олтаржевская Н.Д., Корovina М.А. Инновационные текстильные технологии для получения депо-материалов для направленной доставки лекарств // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2016. Т.1, № 1. С. 44–49.
- 9 Крюков А.И., Лапченко А.С., Гуров А.В., Кучеров А.Г. и др. Современные возможности применения антимикробной ФДТ в оториноларингологии // Лазерная медицина. 2014. Т. 18. № 1. С. 39–41.
- 10 Курчатова М.Н., Дурнова Н.А., Полуконова Н.В. Влияние экстрактов, содержащих биофлавоноиды, на индукцию микроядер диоксидом в эритроцитах крови беспородных белых мышей // Вестник ВГУ. 2014. № 2. С. 58–65.
- 11 Метиленового синего раствор водный (aqueous methylene blue solution) инструкция по применению. URL: https://www.vidal.ru/drugs/aqueous_methylene_blue_solution_38488 (дата обращения 02.11.2017).
- 12 Панина А.И., Севрюков А.В., Моргуль Е.В., Колмакова Т.С. Оценка стабильности генома детей с аллергическими заболеваниями с помощью микроядерного теста // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2014. № 33. С. 85–87.
- 13 Петрова О.А., Липатов Г.Я., Адриановский В.И., Береснева О.Ю. Результаты оценки антимутагенных свойств различных антиоксидантов // Биологически активные соединения: получение, свойства, структура, функции, применение. URL: <http://econf.rae.ru/article/1152> (дата обращения: 30.10.2017).
- 14 Семенов В.М., Пашинская Е.С., Побяржин В.В., Субботина И.А. и др. Иммуногистохимические и молекулярно-генетические методы диагностики онкологических заболеваний (обзор литературы) // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2017. Т. 16. № 2. С. 15–25.
- 15 Сычева Л.П., Шереметьева С.М., Кривцова Е.К., Журков В.С. и др. Оценка цитогенетической активности метиленового голубого и продуктов его фотодеструкции в полиорганном микроядерном тесте на крысах // Токсикологический вестник. 2007. № 1. С. 18–21.
- 16 Хахулина Н.Н., Курчатова М.Н. Микроядерный тест в оценке антимутагенной активности лекарственных средств // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2014. Т. 4. № 5. С. 786.
- 17 Шахтамиров И.Я., Гайрабеков Р.Х., Мутиева Х.В., Терлецкий В.П. и др. Биоиндикация генотоксичности стойких органических загрязнителей в Чеченской Республике. Сообщение 1. Микроядерный тест в эритроцитах птиц // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2014. № 1 (11). С. 65–70.
- 18 Baddeley T.C., McCaffrey J., Storey J.M., Cheung J.K. et al. Complex disposition of methylthioninium redox forms determines efficacy in tau aggregation inhibitor therapy for alzheimer's disease // J. Pharmacol. Exp. Ther. 2015. V.352. № 1. P. 110–118. DOI: 10.1124/jpet.114.219352.
- 19 Choudhury G.R., Winters A., Rich R.M., Ryoo M. – G. et al. Methylene blue protects astrocytes against glucose oxygen deprivation by improving cellular respiration // Plos one. 2015. P. 1–14.
- 20 Gonzalez-Lima F., Bruchey A.K. Extinction memory improvement by the metabolic enhancer methylene blue // Learn Mem. 2004. V. 11. № 5. P. 633–640. DOI: 10.1101/lm.82404.
- 21 Gureev A.P., Syromyatnikov M. Yu., Gorbacheva T.M., Starkov A.A. et al. Methylene blue improves sensorimotor phenotype and decreases anxiety in parallel with activating brain mitochondria biogenesis in mid-age mice // Neuroscience Research. 2016. V. 113. P. 19–27. DOI: 10.1016/j.neures.2016.07.006.
- 22 Harper J.C., Brozik S.M., Brinker C.J., Kaehr B. Biocompatible Microfabrication of 3D Isolation Chambers for Targeted Confinement of Individual Cells and Their Progress // Anal. Chem. 2012. V. 84. № 21. P. 8985–8989. DOI: 10.1021/ac301816c.
- 23 Hochgräfe K., Sydow A., Matenia D., Cadinu D. et al. Preventive methylene blue treatment preserves cognition in mice expressing full-length pro-aggregant human Tau // Acta Neuropathol. Commun. 2015. P. 1–22. DOI: 10.1186/s40478-015-0204-4.
- 24 Lejoy A., Arpita R., Krishna B., Venkatesh N. Methylene Blue as a Diagnostic Aid in the Early Detection of Potentially Malignant and Malignant Lesions of Oral Mucosa // Ethiop. J. Health. Sci. 2016. V. 26. № 3. P. 201–208.
- 25 McDevitt J., Weigum S.E., Floriano P.N., Christodoulides N. et al. A new bio-nanochip sensor aids oral cancer detection // SPIE Newsroom. 2011. P. 1–5. DOI:10.1117/2.1201102.003547.
- 26 Medina D.X., Caccamo A., Oddo S. Methylene blue reduces $\alpha\beta$ levels and rescues early cognitive deficit by increasing proteasome activity // Brain Pathol. 2011. V. 21. № 2. P. 140–149. DOI: 10.1111/j. 1750-3639.2010.00430.x.
- 27 Rayner B.S., Duong T.T., Myers S.J., Witting P.K. Protective effect of a synthetic anti-oxidant on neuronal cell apoptosis resulting from experimental hypoxia re-oxygenation injury // J. Neurochem. 2006. V. 97. № 1. P. 211–221. DOI: 10.1111/j. 1471-4159.2006.03726.x.
- 28 Riaz A., Shreedhar B., Kamboj M., Natarajan S. Methylene blue as an early diagnostic marker for oral pre-cancer and cancer // Springerplus. 2013. V.2. № 1. P. 95.
- 29 Rodriguez P., Zhao J., Milman B., Tiwari Y.V. et al. Methylene blue and normobaric hyperoxia combination therapy in experimental ischemic stroke // Brain and Behavior. 2016. V. 6. № 7. P. 1–10. DOI: 10.1002/brb3.478.
- 30 Rojas J.C., Bruchey A.K., Gonzalez-Lima F. Neurometabolic mechanisms for memory enhancement and neuroprotection of methylene blue // Prog. Neurobiol. 2012. № 96 (1). P. 32–45. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2011.10.007.
- 31 Xiong Z.M., Choi J.Y., Wang K., Zhang H. et al. Methylene blue alleviates nuclear and mitochondrial abnormalities in progeria // Aging Cell. 2016. V. 15. № 2. P. 279–290. DOI: 10.1111/accel.12434.

REFERENCES

- 1 Bashkatov A.N., Genina E.A., Priezhev A.V., Turchin V.V. Laser Biophotonics. *Kvantovaya elektronika* [Quantum Electronics] 2016. vol. 46, no. 6. pp. 487. (in Russian)
- 2 Bolezn' Al'tseimera [Alzheimer's disease: pathogenesis, general information] Available at: http://humbio.ru/humbio/har_nevr/00054622.htm (circulation date 02.11.2017). (in Russian)
- 3 Burlev V.A., Dubinskaya E.D., Gasparov A.S., Ilyasova N.A. Antiangiogenic therapy and adhesive process in the small pelvis: the prospects for prevention and treatment. *Rossiiskii vestnik akushera-ginekologa* [Russian bulletin of the obstetrician-gynecologist] 2010. vol. 10, no. 4. pp. 25–31. (in Russian)
- 4 Valueva M.I., Oltarzhevskaya N.D. Investigation of technological features of obtaining printed compositions based on natural polymers. *Vestnik SPbGUTD* [Proceedings of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and technical sciences]. 2013. no. 2. pp. 12–15. (in Russian)
- 5 Kalaev V.N., Ignatova I.V., Klimova N.V. The frequency of occurrence of erythrocytes with micronuclei in the blood of the Japanese quail (*Coturnix japonica*) with different methods of staining. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental studies]. 2013. no. 10, vol. 4. pp. 770–775. (in Russian)
- 6 Kalaev V.N., Krasnozhan K.B., Ignatova I.V. An estimation of genome stability in patients with type 1 diabetes mellitus using micronucleus test in buccal epithelium. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental studies]. 2012. № 11, issue. 2. P. 288–295. (in Russian)
- 7 Kovaleva O.A., Yasinsky Ya. S., Bezdenezhny N.A., Kudryavets Yu. I. Features of cytogenetic changes in the cells of human lymphoma line U-937 with the induction of apoptosis by tumor necrosis factor. *Tsitologiya* [Cytology]. 2014. pp. 56. no. 2. pp. 110–116. (in Russian)
- 8 Krichivsky G.E., Oltarzhevskaya N.D., Korovina M.A. Innovative textile technologies for obtaining depot materials for targeted drug delivery. *Fizika voloknistykh materialov* [Fibrous materials physics: structure, properties, science-intensive technologies and materials (SMARTEX)] 2016. vol.1. no. 1. pp. 44–49. (in Russian)
- 9 Kryukov A.I., Lapchenko A.S., Gurov A.V., Kucherov A.G., Order R. Ya. Modern possibilities of using antimicrobial PDT in otorhinolaryngology. *Lazernaya meditsina* [Laser medicine]. 2014. vol. 18, no. 1. pp. 39–41. (in Russian)
- 10 Kurchatova M.N., Durnova N.A., Polukonova N.V. The effect of extracts containing bioflavonoids on the induction of micronuclei with dioxydin in blood erythrocytes of nonbred white mice. *Vestnik VGU* [Proceedings of VSU]. 2014. no. 2. pp. 58–65. (in Russian)
- 11 Metilenovogo sinego rastvor [Methylene blue aqueous solution (aqueous methylene blue solution) instructions for use]. Available at: http://www.vidal.ru/drugs/aqueous_methylene_blue_solution__38488 (reference date 02.11.2017). (in Russian)
- 12 Panina A.I., Sevryukov A.V., Morgul E.V., Kolmakova T.S. Evaluation of the genome stability of children with allergic diseases with the help of a micronuclear test. *Sbornik konferentsii NITs* [Proceedings of the SIC Sotsiosfera]. 2014. № 33. P. 85–87. (in Russian)
- 13 Petrova O.A., Lipatov G. Ya., Adrianovsky V.I., Beresneva O. Yu. Results of the evaluation of antimutagenic properties of various antioxidants. *Biologicheski aktivnye soedineniya* [Biologically active compounds: preparation, properties, structure, functions, application] Available at: <http://econf.rae.ru/article/1152> (date of circulation: 30.10.2017). (in Russian)
- 14 Semenov V.M., Pashinskaya E.S., Pobiarzhin V.V., Subbotina I.A. et al. Immunohistochemical and molecular genetic methods for diagnosis of oncological diseases (literature review) *Vestnik Vitebskogo GMU* [Proceedings of Vitebsk State Medical University]. 2017. T. 16. № 2. P. 15–25. (in Russian)
- 15 Sycheva L.P., Sheremeteva S.M., Krivtsova E.K., Zhurkov B.C. et al. Evaluation of the cytogenetic activity of methylene blue and products of its photodestruction in a multi-organ micronucleus test in rats. *Toksikologicheskii vestnik* [Toxicological Herald]. 2007. no. 1. pp. 18–21. (in Russian)
- 16 Khakhulina N.N., Kurchatova M.N. Micronuclear test in the evaluation of antimutagenic activity of drugs. *Bulleten' meditsinskikh internet-konferentsii* [Bulletin of medical Internet conferences] 2014. vol. 4. no. 5. pp. 786. (in Russian)
- 17 Shakhtamirov I. Ya., Gayrabekov R. Kh., Mutieva H.V., Terletskiy V.P. et al. Bioindication of genotoxicity of persistent organic pollutants in the Chechen Republic. Communication 1. Micronuclear test in erythrocytes of birds. *Mediko-biologicheskie problemy* [Medico-biological problems of vital activity]. 2014. no. 1 (11). pp. 65–70. (in Russian)
- 18 Baddeley T.C., McCaffrey J., Storey J.M., Cheung J.K. et al. Complex disposition of methylthioninium redox forms determines efficacy in tau aggregation inhibitor therapy for alzheimer's disease. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 2015. vol. 352. no. 1. pp. 110–118. DOI: 10.1124/jpet.114.219352.
- 19 Choudhury G.R., Winters A., Rich R.M., Ryou M. – G. et al. Methylene blue protects astrocytes against glucose oxygen deprivation by improving cellular respiration. *Plos one*. 2015. pp. 1–14.
- 20 Gonzalez-Lima F., Bruchey A.K. Extinction memory improvement by the metabolic enhancer methylene blue. *Learn Mem.* 2004. vol. 11, no. 5. pp. 633–640. DOI: 10.1101/lm.82404.
- 21 Gureev A.P., Syromyatnikov M. Yu., Gorbacheva T.M., Starkov A.A. et al. Methylene blue improves sensorimotor phenotype and decreases anxiety in parallel with activating brain mitochondria biogenesis in mid-age mice // *Neuroscience Research*. 2016. vol. 113. pp. 19–27. DOI: 10.1016/j.neures.2016.07.006.
- 22 Harper J.C., Brozik S.M., Brinker C.J., Kaehr B. Bio-compatible Microfabrication of 3D Isolation Chambers for Targeted Confinement of Individual Cells and Their Progeny. *Anal. Chem.* 2012. vol. 84. no. 21. pp. 8985–8989. DOI: 10.1021/ac301816c.
- 23 Hochgräfe K., Sydow A., Matenia D., Cadinu D. et al. Preventive methylene blue treatment preserves cognition in mice expressing full-length pro-aggregant human Tau. *Acta Neuropathol. Commun.* 2015. pp. 1–22. DOI: 10.1186/s40478-015-0204-4.
- 24 Lejoy A., Arpita R., Krishna B., Venkatesh N. Methylene Blue as a Diagnostic Aid in the Early Detection of Potentially Malignant and Malignant Lesions of Oral Mucosa. *Ethiop. J. Health. Sci.* 2016. vol. 26, no. 3. pp. 201–208.
- 25 McDevitt J., Weigum S.E., Floriano P.N., Christodoulides N. et al. A new bio-nanochip sensor aids oral cancer detection. *SPIE Newsroom*. 2011. pp. 1–5. DOI:10.1117/2.1201102.003547.
- 26 Medina D.X., Caccamo A., Oddo S. Methylene blue reduces $\alpha\beta$ levels and rescues early cognitive deficit by increasing proteasome activity. *Brain Pathol.* 2011. vol. 21, no. 2. pp. 140–149. DOI: 10.1111/j.1750-3639.2010.00430.x.
- 27 Rayner B.S., Duong T.T., Myers S.J., Witting P.K. Protective effect of a synthetic anti-oxidant on neuronal cell apoptosis resulting from experimental hypoxia re-oxygenation injury. *J. Neurochem.* 2006. vol.97. no. 1. pp. 211–221. DOI: 10.1111/j.1471-4159.2006.03726.x.
- 28 Riaz A., Shreedhar B., Kamboj M., Natarajan S. Methylene blue as an early diagnostic marker for oral pre-cancer and cancer. *Springerplus*. 2013. vol.2. no. 1. pp. 95.
- 29 Rodriguez P., Zhao J., Milman B., Tiwari Y.V. et al. Methylene blue and normobarichyperoxia combination therapy in experimental ischemic stroke. *Brain and Behavior*. 2016. vol. 6. no. 7. pp. 1–10. DOI: 10.1002/brb3.478.
- 30 Rojas J.C., Bruchey A.K., Gonzalez-Lima F. Neurometabolic mechanisms for memory enhancement and neuroprotection of methylene blue. *Prog. Neurobiol.* 2012. no. 96 (1). pp. 32–45. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2011.10.007.
- 31 Xiong Z.M., Choi J.Y., Wang K., Zhang H. et al. Methylene blue alleviates nuclear and mitochondrial abnormalities in progeria. *Aging Cell*. 2016. vol. 15. no. 2. pp. 279–290. DOI: 10.1111/acel.12434.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Калаева к.б.н., кафедра биофизики и биотехнологии, Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, 394018, Россия, kalaevae@gmail.com

Владислав Н. Калаев д.б.н., кафедра генетики, цитологии и биоинженерии, Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, 394018, Россия, dr_huixs@mail.ru

Ксения А. Ефимова аспирант, кафедра генетики, цитологии и биоинженерии, Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, 394018, Россия, xenia.ephimova@gmail.com

Оксана Ю. Мальцева к.т.н., кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ksenia2002@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена А. Калаева обзор литературных источников, написала рукопись

Владислав Н. Калаев планирование эксперимента, статистическая обработка результатов исследования

Ксения А. Ефимова проведение эксперимента, изготовление и анализ микропрепаратов

Оксана Ю. Мальцева корректировала рукопись до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Kalaeva candidate of biological sciences, biophysics and biotechnology department, Voronezh state university, Universitetskaya sq., 1, Voronezh, 394018, Russia, kalaevae@gmail.com

Vladislav N. Kalaev doctor of biological sciences, genetics, cytology and bioengineering department, Voronezh state university, Universitetskaya sq., 1, Voronezh, 394018, Russia, dr_huixs@mail.ru

Kseniya A. Efimova graduate student, genetics, cytology and bioengineering department, Voronezh state university, Universitetskaya sq., 1, Voronezh, 394018, Russia, xenia.ephimova@gmail.com

Oksana Yu. Maltseva candidate of technical sciences, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ksenia2002@list.ru

CONTRIBUTION

Elena A. Kalaeva review of literature, wrote the manuscript

Vladislav N. Kalaev experimental planning, statistical processing of the results of the study

Kseniya A. Efimova production and analysis of micropreparations

Oksana Yu. Maltseva correct the manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.1.2017

ACCEPTED 8.1.2017

Обобщенный показатель и классификация структуры капитала промышленных предприятий

Александр И. Хорев ¹	al.khorev@gmail.com
Инна И. Баркалова ¹	barkalova.inna02@yandex.ru
Сергей В. Бухарин ¹	svbuharin@mail.ru

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

Реферат. В данной статье рассматривается проблема оценки финансовой устойчивости предприятия. Финансовое состояние организации характеризуется множеством финансовых показателей, а наиболее распространенным методом анализа этих показателей является метод финансовых коэффициентов. Однако рассчитываемые для конкретного предприятия финансовые коэффициенты зачастую противоречат друг другу, что приводит к неоднозначности оценки финансового состояния. Для устранения этой неоднозначности в данной работе вводится обобщенный показатель структуры капитала как рейтинговое число, переменные (признаки) которого нормируются делением на соответствующие границы нормальных ограничений для каждого финансового коэффициента. Весовые коэффициенты формируемого рейтингового числа определяются современным методом анализа иерархий. Для представленных данных балансов 10 конкретных предприятий рассчитаны обобщенные показатели структуры капитала, построены графики и определены наиболее неблагополучные предприятия. Далее решается очень важная задача о связи полученных оценок с результатами оценки финансового состояния в целом 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 0,945, а используемый для проверки коэффициент ранговой корреляции Спирмена равен 0,967, что свидетельствует о тесной корреляционной связи результатов, полученных методом обобщенного показателя структуры капитала и методом скорингового анализа. Последнее обстоятельство позволяет рекомендовать расчет обобщенного показателя как способ предварительной экспресс-оценки финансового состояния предприятий. Предложенная методика может быть использована и для построения других обобщенных показателей, например, обобщенного показателя платежеспособности.

Ключевые слова: структура капитала, обобщенный показатель, метод анализа иерархий, скоринговый анализ, коэффициент корреляции

Generalized indicator and classification structures of the capital of the industrial enterprises

Alexander I. Horev ¹	al.khorev@gmail.com
Inna I. Barkalova ¹	barkalova.inna02@yandex.ru
Sergey V. Bukharin ¹	svbuharin@mail.ru

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

Summary. This article examines the problem of assessing the financial stability of an enterprise. The financial status of the enterprise is characterized by a set of financial indicators, and the most widespread method of the analysis of these indices is the method of financial coefficients. However the financial coefficients calculated for the specific enterprise often contradict each other that results in ambiguity of assessment of a financial status. For elimination of this ambiguity in this operation the generalized index of structure of the capital as rating number is entered, which variable (signs) are normed by division into the appropriate boundaries of normal restrictions for each financial coefficient. Weight coefficients of the created rating number are defined by the modern method of the analysis of hierarchies. For the provided these balances of 10 specific enterprises the generalized indices of structure of the capital are calculated, diagrams are constructed and the most unsuccessful enterprises are defined. Further very important problem about communication of the received estimates with results of assessment of a financial status in general by a method of the scoring analysis is solved. Comparing of the appropriate diagrams shows high-quality coincidence, and for the quantitative confirmation of communication correlation analysis is used. The correlation coefficient of Pearson for the considered enterprises is equal 0,945, and the coefficient of grade correlation of Spirmen used for check is equal 0,967 that demonstrates close correlative connection of the results received by method of the generalized index of structure of the capital and method of the scoring analysis. The last circumstance allows to recommend calculation of the generalized index as a method of preliminary express assessment of a financial status of the enterprises. The offered technique can be used also for creation of other generalized indices, for example, of the generalized index of solvency.

Keywords: structure of the capital, the generalized indicator, a method of the analysis of hierarchies, the scoring analysis, correlation coefficient

Для цитирования

Хорев А.И., Баркалова И.И., Бухарин С.В. Обобщенный показатель и классификация структуры капитала промышленных предприятий // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 187–193. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-187-193

For citation

Horev A.I., Barkalova I.I., Buharin S.V. Generalized indicator and classification structures of the capital of the industrial enterprises. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 187–193. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-187-193

Введение

Финансовое состояние предприятия характеризуется множеством показателей: платежеспособности и ликвидности, степени покрытия запасов источниками их формирования, структуры капитала, рентабельности, деловой активности, рыночной активности и др. Наиболее распространенным методом анализа этих показателей является метод финансовых коэффициентов [1–3].

Однако вводимые финансовые коэффициенты зачастую не удовлетворяют предъявляемым требованиям: часть из них мало информативны; некоторые не являются независимыми, а функционально связаны с другими коэффициентами; отдельные коэффициенты дублируются при расчете различных показателей финансового состояния и т. д. Кроме того, часть из этих коэффициентов может удовлетворять нормальным ограничениям (соответствующим неравенствам), а другая часть – не удовлетворять. В результате невозможно сделать уверенный вывод о качестве показателя в целом. Распространенным способом преодоления этого недостатка является использование рейтинговых оценок финансового состояния [4–6].

Для общей оценки финансовой устойчивости организации необходимо провести анализ состава и структуры капитала хозяйствующего субъекта и, в первую очередь, анализ соотношения собственного капитала и заемных средств. Иначе говоря, финансовая устойчивость – это характеристика стабильности финансового положения предприятия, обеспечиваемая высокой долей собственного капитала в общей сумме используемых им финансовых средств.

Первой задачей, решаемой в данной работе, является введение обобщенного показателя структуры капитала, 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 качеством структуры капитала и общим финансовым состоянием предприятия, оцениваемым перспективным методом скорингового анализа Д. Дюрана. Предпосылкой к такому исследованию служит тот факт, что известные результаты

численного анализа показывают, что предприятия с нормальной структурой капитала, как правило, имеют благополучное состояние в целом.

Обобщенный показатель структуры капитала

Согласно теории экспертных систем [9], введем обобщенный показатель структуры капитала по формуле

$$J = \sum_{i=1}^m V_i \hat{x}_i, \quad (1)$$

где x_i – переменные, называемые признаками (в нашем случае – финансовые коэффициенты структуры капитала U_i); $\hat{x}_i$ – признаки, нормированные делением на границу нормальных ограничений $U_i^{норм}$; V_i – весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность отдельных признаков, m – общее количество учитываемых признаков.

Используемые финансовые коэффициенты U_i и нормальные ограничения $U_i^{норм}$ имеют следующий вид.

1 Коэффициент капитализации (плечо финансового рычага)

$$U_1 = \frac{\text{Заемный капитал}}{\text{Собственный капитал}} = \frac{c.1400 + c.1500}{c.1300}, \quad (2)$$

$$U_1^{норм} \leq 1,5.$$

2 Коэффициент обеспеченности собственными источниками

$$U_2 = \frac{\text{СОС}}{\text{Оборотные активы}} = \frac{c.1300 - c.1100}{c.1200}, \quad (3)$$

$$U_2^{норм} > 0,1 - 0,4.$$

3 Коэффициент автономии (финансовой независимости)

$$U_3 = \frac{\text{Собственный капитал}}{\text{Валюта баланса}} = \frac{c.1300}{c.1700}, \quad (4)$$

$$U_3^{норм} > 0,4.$$

4 Коэффициент финансирования

$$U_4 = \frac{\text{Собственный капитал}}{\text{Заемный капитал}} = \frac{c.1300}{c.1400 + c.1500}, \quad (5)$$

$$U_4^{норм} > 0,7.$$

$$U_5 = \frac{\text{Собственный капитал} + \text{Долгосрочные обязательства}}{\text{Валюта баланса}} = \frac{с.1300 + с.1400}{с.1700},$$

$$U_5^{норм} > 0,6.$$

Рассчитаем финансовые коэффициенты структуры капитала для 10 предприятий, данные балансов которых представлены далее (таблица 1). Затем перейдем к расчету нормированных признаков $\hat{x}_i$, используемых в формуле для обобщенного показателя структуры капитала (1).

Таблица 1.

Данные балансов сравниваемых предприятий за 2016 год

Table 1.

Data of balances of the compared enterprises for 2016

Предприятия (n)	Разделы балансов, млн. руб.					Баланс, млн.
	1	2	3	4	5	
Данные известных предприятий						
1. Оргнефтехимзаводы	247,47	1875,6	539,18	278,93	1304,9	2123,11
2. БКМЗ	43,69	67,47	98,53	0,24	12,3	111,16
3. Чугунолитейный БКМЗ	67,57	55,9	85,49	13,16	24,8	123,48
4. МЭЗ Лискинский	338,21	1657,7	196,16	3,21	1796,5	1995,93
5. Хлебозавод № 1	74,16	50,41	76,04	31,58	16,94	124,57
6. Воронежская кондитерская фабрика	2636,43	595,74	1734,6	28,88	1468,6	3232,18
7. Каширская земля	31,333	8,35	15,82	–	23,85	39,68
8. Разнооптторг	15,34	33,92	44,07	–	5,18	49,26
9. Хлебозавод № 2	47,55	36,85	36,75	12,4	35,25	84,4
10. Газпром газораспределение Воронеж	4037,98	1322,7	3771,0	40,34	1549,3	5360,68

С целью исключения дублирования, коэффициент капитализации U_1 использоваться не будет, поскольку он является просто обратной величиной коэффициента финансирования U_4 . Поэтому нам нужно ввести только 4 признака $x_1 - x_4$:

$$x_1 = U_2, \quad x_2 = U_3, \quad x_3 = U_4, \quad x_4 = U_5. \quad (6)$$

Произведем нормировку всех признаков x_i делением на соответствующие границы нормальных ограничений. Значение этой нормировки состоит в следующем: исходные финансовые коэффициенты $\{U_i\}$ 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].

$$\hat{x}_1 = U_2 / U_2^{норм} = U_2 / 0,4;$$

$$\hat{x}_2 = U_3 / U_3^{норм} = U_3 / 0,4; \quad (7)$$

$$\hat{x}_3 = U_4 / U_4^{норм} = U_4 / 0,7;$$

$$\hat{x}_4 = U_5 / U_5^{норм} = U_5 / 0,6. \quad (8)$$

Учитывая зарубежный опыт (систему показателей Бивера и скоринговый анализ), мы выбрали при расчетах для финансового коэффициента U_2 границу нормального ограничения $U_2^{норм} = 0,4$.

Для рассматриваемых предприятий рассчитанные значения нормированных признаков сведены в таблицу 2.

Следующим этапом является определение весовых коэффициентов V_i , составляющих вектор приоритетов V . Наиболее обоснованным научным подходом к решению этой задачи является использование метода анализа иерархий (МАИ) Т. Саати. При этом используется лингвистическая шкала предпочтений признаков, определяются их ранги, строится матрица парных сравнений W , находятся для нее собственные числа и векторы.

Нормированные признаки структуры капитала

Table 2.

Normalized signs of the capital structure

Предприятия	Нормированные признаки				Обобщенный показатель J
	$\hat{x}_1$	$\hat{x}_2$	$\hat{x}_3$	$\hat{x}_4$	
Референтные данные известных предприятий					
1. Оргнефтехимзаводы	0,389	0,635	0,486	0,642	0,567
2. БКМЗ	2,032	2,216	11,145	1,481	3,225
3. Чугунолитейный БКМЗ	0,801	1,731	3,216	1,332	1,604
4. МЭЗ Лискинский	-0,214	0,246	0,156	0,166	0,108
5. Хлебозавод № 1	0,093	1,526	2,239	1,440	1,316
6. Воронежская кондитерская фабрика	-3,784	1,342	1,655	0,909	0,196
7. Каширская земля	-4,645	0,997	0,948	0,664	-0,263
8. Разнооптторг	2,117	2,237	12,154	1,491	3,404
9. Хлебозавод № 2	-0,733	1,089	1,102	0,971	0,682
10. Газпром газораспределение Воронеж	-0,505	1,759	3,389	1,185	1,317 (прогноз)

Учитывая заинтересованность в оценке степени вероятности банкротства предприятия, выберем в качестве основного (опорного) признака $\hat{x}_4$ – признак финансовой устойчивости. Воспользуемся результатами работы [9], в которой методом МАИ для экспертизы структуры капитала определен вектор приоритетов

$$V = (0,197 \ 0,227 \ 0,152 \ 0,424) \quad (9)$$

и рассчитаем для предприятий (см. табл. 1) значения обобщенного показателя структуры капитала

$$J = (0,567 \ 3,225 \ 1,604 \ 0,108 \ 1,316 \ 0,196 \ -0,263 \ 3,404 \ 0,682 \ 1,317). \quad (10)$$

Как видим, согласно рассчитанным значениям, 1, 4, 6, 7 предприятия имеют неудовлетворительную структуру капитала, а все остальные – нормальную. Причем обобщенный показатель структуры капитала для предприятий «БКМЗ» и «Хлебозавод № 2» даже значительно превышает норматив.

С учетом формулы (10) построим график обобщенных показателей структуры капитала для всех предприятий (рисунок 1). Для второго и восьмого предприятий, имеющих очень высокие

значения показателя J , ограничим его уровень до 2,0 аналогично тому, как это принято в скоринговом анализе [10].

Скоринговый анализ

Для сравнения 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 структуры капитала J и интегральных оценок скорингового анализа, выраженных в баллах.

Простая скоринговая модель с тремя финансовыми показателями предполагает разбиение финансового состояния предприятий на 5 классов (таблица 3), 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 [10].

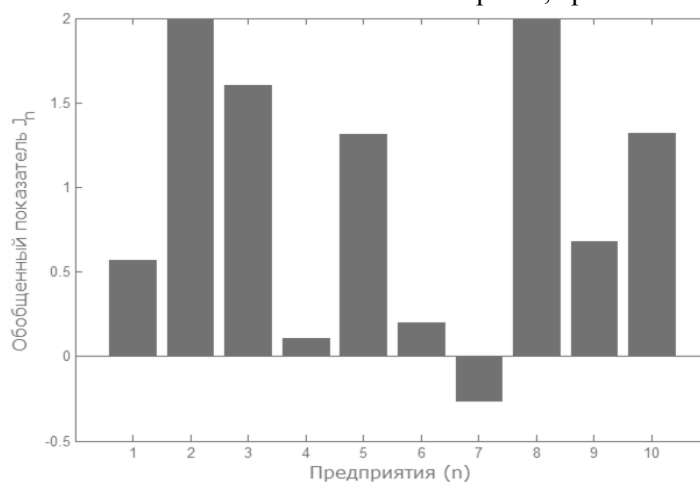


Рисунок 1. Значения обобщенного показателя J для 10 предприятий

Figure 1. The values of the generalized indicator for 10 enterprises

Таблица 3.

Кластеризация финансового состояния предприятий

Table 3.

Clustering of financial condition of enterprises

Показатель	Границы классов согласно критериям				
	1-й класс	2-й класс	3-й класс	4-й класс	5-й класс
Рентабельность совокупного капитала, %	30 и выше (50 баллов)	29,9–20 (49,9–35 баллов)	19,9–10 (34,9–20 баллов)	9,9–1 (19,9–5 баллов)	Менее 1 (0 баллов)
Коэффициент текущей ликвидности	2,0 и выше (30 баллов)	1,98–1,7 (29,9–20 баллов)	1,69–1,4 (19,9–10 баллов)	1,39–1,1 (9,9–1 балл)	1 и ниже (0 баллов)
Коэффициент финансовой независимости	0,7 и выше (20 баллов)	0,69–0,45 (19,9–10 баллов)	0,44–0,30 (9,9–5 баллов)	0,29–0,20 (5–1 балл)	Менее 0,2 (0 баллов)
Границы классов	100 баллов и выше	99–65 баллов	64–35 баллов	34–6 баллов	0 баллов

Выберем теперь в качестве признаков объектов экспертизы: x_1 – рентабельность совокупного капитала, %; x_2 – коэффициент текущей ликвидности; x_3 – коэффициент финансовой независимости.

Анализируя границы финансовых показателей $x_{i,sp}$ для 1-го класса и соответствующее количество баллов $B_{i,sp}$ (таблица 3), можно ввести формулы для расчета конкретных значений этих показателей и их балльной оценки

$$\hat{x}_{i,sp} = x_i / x_{i,sp}, \quad B_i = B_{i,sp} \hat{x}_i, \quad i=1,2,3 \quad (12)$$

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 B_i :

$$B = \sum_i B_i = \frac{50 \hat{x}_1 + 30 \hat{x}_2 + 20 \hat{x}_3}{\sum_i B_{i,sp}}, \quad (13)$$

$$= 0,5 \hat{x}_1 + 0,3 \hat{x}_2 + 0,2 \hat{x}_3$$

где $B_{i,sp}$ равняются 50, 30 и 20 баллам, соответственно.

Используем формулы (12), (13) и рассчитаем значения признаков x_i и соответствующих им балльных оценок B_i для десяти сравниваемых предприятий (таблица 4).

Таблица 4.

Результаты скорингового анализа

Table 4.

Scoring analysis results

Предприятия	Рентабельность совокупного капитала $x_1 (R_4)$		Коэффициент текущей ликвидности $x_2 (L_4)$		Коэффициент автономии $x_3 (U_3)$		Сумма баллов B_n
	Число, %	Балл	Число	Балл	Число	Балл	
1. Оргнефтехимзаводы	4,481	7,48	1,438	21,57	0,254	7,26	36,31
2. БКМЗ	3,306	5,52	5,446	30,00	0,886	20,00	55,52
3. Чугунолитейный БКМЗ	4,184	6,98	2,303	30,00	0,692	19,77	56,76
4. МЭЗ Лискинский	0,322	0,00	0,921	13,82	0,098	0,00	13,82
5. Хлебозавод № 1	4,758	7,95	4,217	30,00	0,610	17,43	55,38
6. Воронежская кондитерская фабрика	5,732	9,57	0,413	0,00	0,536	15,31	24,88
7. Каширская земля	-6,022	0,00	0,350	0,00	0,399	11,39	11,39
8. Разнооптторг	5,101	8,52	6,539	30,00	0,895	20,00	58,52
9. Хлебозавод № 2	7,289	12,17	1,262	18,93	0,436	12,45	43,55
10. Газпром газораспределение Воронеж	0,045	0,00	1,739	26,08	0,704	20,00	46,08

Из сравнения выражений (1) и (13) можно сделать вывод о том, что результирующая обобщенная оценка B в скоринговом анализе и обобщенный показатель структуры капитала J основаны на едином подходе к построению рейтингового числа – расчете взвешенной суммы признаков.

Последовательность балльных оценок B_n финансового состояния предприятий (см. последний столбец таблицы 4) имеет вид

$$B = \begin{pmatrix} 36,31 & 55,52 & 56,76 & 13,82 & 55,38 \\ 24,88 & 11,39 & 58,52 & 43,55 & 46,08 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Представим последовательность (14) графически (рисунок 2).

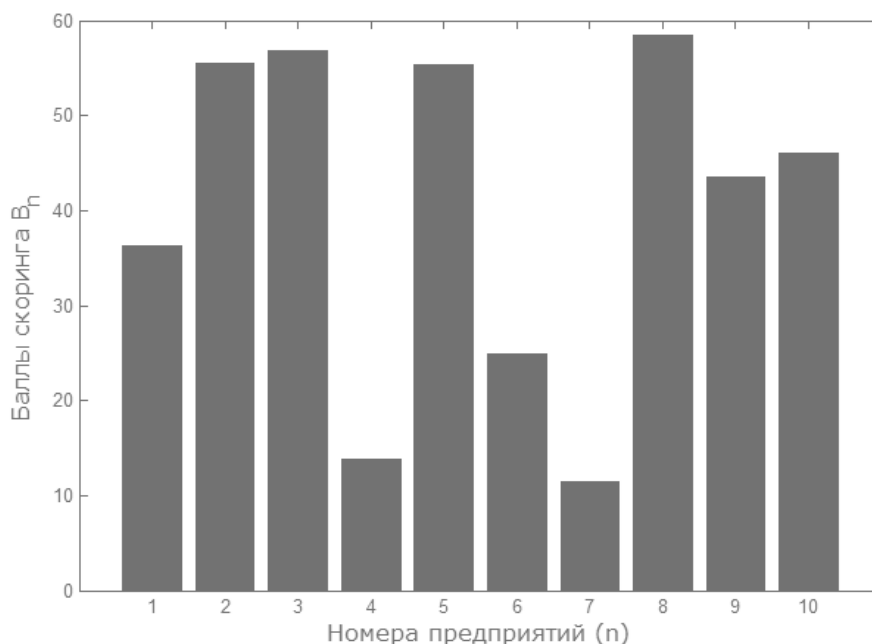


Рисунок 2. Баллы скорингового анализа финансового состояния предприятий

Figure 2. Points of scoring analysis of the financial condition of enterprises

Сравнивая результаты анализа обобщенного показателя структуры капитала J (формула (10), рисунок 1) и скорингового анализа финансового состояния (формула (14), рисунок 2) видим, что они дают качественно одну и ту же картину разделения предприятий на «нормальные» и «неудовлетворительные». Оценим сходство полученных результатов количественно.

1. Вычислим коэффициент корреляции Пирсона показателей J и B :

$$k = \text{corr}(J, B) = 0,828, \quad (15)$$

а при ограничении в (10) максимальных значений J до уровня 2,0 получим $k = 0,945$, что свидетельствует об очень сильной корреляционной связи.

2. В экономике коэффициент ранговой корреляции Спирмена ρ используется для выявления и оценки тесноты связи между двумя рядами сопоставляемых количественных показателей. В том случае, если ранги показателей, упорядоченных по степени возрастания или убывания, в большинстве Для общей оценки финансовой устойчивости организации необходимо провести анализ состава и структуры капитала хозяйствующего субъекта и, в первую очередь, анализ соотношения собственного капитала и заемных средств. Финансовая устойчивость – это характеристика стабильности финансового положения предприятия, обеспечиваемая высокой долей собственного капитала в общей сумме используемых им финансовых средств. случаев совпадают

(большому значению одного показателя соответствует большее значение другого показателя), делается вывод о наличии прямой корреляционной связи. Коэффициент Спирмена для N предприятий определяется по формуле

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N(N^2 - 1)}, \quad (16)$$

где d – разности рангов каждой пары сопоставляемых значений.

При сопоставлении последовательностей значений J и B коэффициент $\rho = 0,967$.

Таким образом, связь между показателями – прямая, теснота (сила) связи по шкале Чеддока – весьма высокая. Зависимость признаков статистически значима.

Заключение

1. Установлена сильная корреляционная связь между вектором обобщенного показателя структуры капитала J и вектором баллов B скорингового анализа финансового состояния предприятий (коэффициент корреляции Пирсона $k = 0,945$, коэффициент ранговой корреляции Спирмена $\rho = 0,976$).

2. Это позволяет считать структуру капитала основным определяющим фактором финансового состояния предприятия, а расчет обобщенного показателя J – экспресс-методом оценки.

3. Предложенная методика построения рейтинговой оценки на основе нормирования признаков и использования метода анализа иерархий может быть плодотворной и в случае определения других обобщенных показателей (например, обобщенного показателя ликвидности).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ngoc Nguyen Bich. The effect of capital structure and legal status on financial sustainability of mfs 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., Мельников А.В., Хорев А.И. Экспертная оценка и прогнозирование обобщенного показателя структуры капитала предприятий // Финансы. Экономика. Стратегия (ФЭС). 2013. № 5. С. 9–12.
- 10 Бухарин С.В., Мельников А.В., Хорев А.И. Кластеризация финансового состояния предприятий на основе скорингового анализа // Финансы. Экономика. Стратегия (ФЭС). 2012. № 7. С. 8–11.

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

Инна И. Баркалова к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, barkalova.inna02@yandex.ru

Сергей В. Бухарин к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, svbuharin@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 23.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.09.2017

REFERENCES

- 1 Ngoc Nguyen Bich. The effect of capital structure and legal status on financial sustainability of mfs 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. *Ekonomika realii chasu* [Economics: realities of time] 2015. no. 4 (20). pp. 52–58. Available at: <http://economics.opu.ua/files/archive/2015/n4.html> (in Ukrainian)
- 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 increase in financial stability of the enterprise. *Innovatsionnaya 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., Melnikov A.V., Horev A.I. Expert assessment and forecasting of the generalized indicator of structure of the capital of the enterprises. *Finansy. Ekonomika. Strategiya* [Finance. Economy. Strategy (F.E.S)] 2013. no. 5. pp. 9–12. (in Russian)
- 10 Bukharin S.V., Melnikov A.V., Horev A.I. Klasterization of a financial condition of the enterprises on the basis of the scoring analysis. *Finansy. Ekonomika. Strategiya* [Finance. Economy. Strategy (F.E.S)] 2012. no. 7. pp. 8–11. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander I. Horev doctor of economical sciences, professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

Inna I. Barkalova candidate of economical sciences, assistant professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, barkalova.inna02@yandex.ru

Sergey V. Bukharin candidate of economical sciences, assistant professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, svbuharin@mail.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 8.23.2017

ACCEPTED 9.18.2017

К вопросу об автоматизации бухгалтерского учета материально-производственных запасов

Наталья В. Кузнецова¹ kuznetsovaNV.2016@yandex.ru
Виктор А. Ходячих¹ viktor111193@mail.ru
Тагир И. Курбаналиев¹ taga2701@mail.ru

¹ Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия

Реферат. В инновационной экономике особую значимость приобретает скорость принятия управленческого решения, что невозможно без достоверной информации. Бухгалтерский учет является основной информационной базой разработки управленческих решений, поэтому все большее число предприятий делает свой выбор в пользу его автоматизации. Разнообразие бухгалтерских программ приводит к необходимости проведения их сравнительного анализа для определения оптимальной программы, учитывающей особенности деятельности конкретной организации. В статье проанализирована структура рынка современных бухгалтерских программных продуктов России, рассмотрены наиболее популярные, изучено мнение специалистов в этой области. Автоматизация бухгалтерского учета материально-производственных запасов изучена с применением наиболее используемых программных продуктов Российской Федерации, выявлены преимущества и недостатки рассматриваемых бухгалтерских программ в этом аспекте. Внедрение автоматизации учета материально-производственных запасов значительно упрощает труд бухгалтеров, исключает ошибки в учете и позволяет оптимизировать деятельность организации во всех аспектах. При этом следует обратить внимание, что программные продукты не заменяют специалистов, поэтому подбор и обучение кадров также оказывают влияние на эффективность автоматизации бухгалтерского учета. Проведенные исследования позволили выявить приоритетные направления совершенствования систем автоматизации бухгалтерского учета. Приведенные результаты анализа могут быть использованы специалистами и руководителями организаций при выборе программ для автоматизации бухгалтерского учета. Кроме того, статья имеет ориентационный характер при работе над составляющими элементами учебных программ для студентов экономических специальностей, обеспечивает актуализацию содержания и структуры дисциплин по автоматизации бухгалтерского учета.

Ключевые слова: материально-производственные запасы, автоматизация учета, компьютеризация бухгалтерского учета, реформирование, внутренний контроль

To the issue of automation of inventory accounting

Natalia V. Kuznetsova¹ kuznetsovaNV.2016@yandex.ru
Viktor A. Khodyachikh¹ viktor111193@mail.ru
Tagir I. Kurbanaliyev¹ taga2701@mail.ru

¹ Kuban state agrarian university, Kalinina str., 13, Krasnodar, 350044, Russia

Summary. Adoption of the administrative decision is impossible without reliable information on the conditions of innovative economy. Accounting is the main information base upon development of administrative decisions therefore a larger number of organizations automates accounting. The variety of accounting software makes it necessary to conduct a comparative analysis of software for the optimal choice. Specifications for the activities of certain organizations should be considered by that. The structure of the market of modern accounting software products of Russia is analyzed in this paper. The opinion of experts in this area is studied. Automation of accounting of material and production stocks is studied with the use of the most popular accounting software products of the Russian Federation. Advantages and shortcomings of the considered accounting programs on the subject are revealed. Introducing of automation in accounting of material and production stocks considerably simplifies the work of accountants, excludes errors in accounting and allows to optimize activity of the organization in all aspects. At the same time software products can't replace experts. Selection and training of personnel also influence the efficiency of automation of accounting. The conducted researches have allowed to reveal the priority directions of improvement of systems of automation of accounting. The results of the analysis can be used by experts and heads of the organizations while making the choice of accounting automation programs. The article has an orientation character while working on the making pats of educational programs for students in Economics. It provides updating of contents and structure of disciplines on accounting automation..

Keywords: inventory, automation of accounting, computerization of accounting, reformation, internal control

Введение

С конца прошлого столетия человечество вступило в стадию инновационного развития экономики, для которой характерно постоянное технологическое совершенствование, а наибольшую прибыль создает не материальное производство, а информационная сфера.

Для цитирования

Кузнецова Н.В., Ходячих В.А., Курбаналиев Т.И. К вопросу об автоматизации бухгалтерского учета материально-производственных запасов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 194–202. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-194-202

Информатизация общества основана на повсеместном внедрении компьютерных программ, широком использовании возможностей всемирной сети интернет и облачных технологий. Функционирование современных коммерческих и некоммерческих организаций уже немыслимо представить без компьютеризации главных процессов, центральное место в которых занимает

For citation

Kuznetsova N.V., Khodyachikh V.A., Kurbanaliyev T.I. To the issue of automation of inventory accounting. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 194–202. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-194-202

бухгалтерский учет как главная информационная база принятия управленческих решений.

Естественно, что с развитием информационных технологий появляются не только новые возможности, но и новые проблемы. Например, до сих пор даже в самых распространенных программных продуктах по автоматизации бухгалтерского учета фактически отсутствуют возможности автоматизированного формирования учетно-аналитической информации с учетом временной стоимости денег. А ведь это одно из основных требований, которые предъявляют МСФО к учетно-аналитической информации сразу по многим объектам (выручка, основные средства, финансовые инструменты) [10, с. 802].

Существуют различные классификации программ автоматизации бухгалтерского учета: по степени охвата учетных функций, по принципам построения системы, по размерам организаций, по ценам и т. д.

При автоматизации бухгалтерского учета используются:

1) неспециализированные программные пакеты, имеющие аналитические возможности, к ним относятся электронные таблицы Microsoft Excel;

2) специализированные программные средства для создания информационного хранилища данных бухгалтерского учета: «1С: Бухгалтерия», «Инфо-бухгалтер», «Турбо-бухгалтер», «БЭСТ» и др.;

3) интегрированные ERP-системы (enterprise resource planning system) управления предприятием. Все большую популярность приобретают программные продукты, способные решать не только бухгалтерские задачи, но и автоматизировать управление ресурсами организации в целом, обеспечивать анализ и планирование деятельности организации.

В настоящее время на рынке программных продуктов представлено большое число отечественных и иностранных автоматизированных бухгалтерских систем, в том числе ERP-систем. Они различаются по функциональным возможностям, стоимости, технологией внедрения и адаптации, интерфейсом, количеству пользователей и другими характеристиками.

Особенностью ERP-системы является информационно-аналитическое обеспечение потребностей системы управления предприятием на различных уровнях во взаимодействии всех ее бизнес-процессов.

Рынок программных продуктов непрерывно расширяется, а программное обеспечение постоянно модернизируется, и несмотря на появление и развитие комплексных систем автоматизации деятельности предприятия, систему автоматизации бухгалтерского учета следует выбирать исходя из задач и имеющихся ресурсов.

Проблемы автоматизации бухгалтерского учета продолжают оставаться актуальными на протяжении многих лет [2, с. 198].

Различными авторами рассматриваются отдельные аспекты автоматизации бухгалтерского учета, в основном это касается методических рекомендаций по вопросам внедрения и применения тех или иных программных продуктов.

Авторы М.В. Махмутова, Н.С. Чистякова и К.В. Черкасов к одной из актуальных проблем автоматизации бухгалтерского учета относят слабо разработанную методологию автоматизированной формы бухгалтерского учета [7, с. 160].

В настоящее время в связи с переходом на МСФО большинство ученых исследуют вопросы автоматизации ведения учета и подготовки отчетности по МСФО. Так, М.Ю. Шашкова [13] рассматривает три программных продукта для автоматизации этого процесса: электронные таблицы EXCEL, «1С: Управление производственным предприятием» и программный продукт SAP (Systems Analysis and Program Development – системный анализ и разработка программ).

Т.Н. Черемисина [11, с. 202] дает описание возможностей программы «1С: Управление производственным предприятием 8» для составления финансовой отчетности по МСФО. Автор доказывает, что использование данной программы позволит решить проблему ведения учета по двум стандартам (РСБУ и МСФО) с минимальными трудозатратами.

Д.Д. Адылгазиева анализирует причины неэффективного внедрения программ автоматизации учета по МСФО, а также предлагает ряд аудиторских процедур для оценки эффективности внедрения программного обеспечения. В своей работе автор подчеркивает, что «выбор программного решения должен основываться на точной оценке внутренних бизнес-процессов, оценке контрольной среды в компании, прогнозировании количества потенциальных пользователей и их активности» [1, с. 105].

Со времени своего возникновения автоматизация бухгалтерского учета прошла путь от простых классов программ до создания интегрированных систем управления предприятием и продолжает стремительно развиваться, открывая все новые возможности и перспективы для развития бухгалтерского учета.

Автоматизация финансовой деятельности и бухгалтерской службы включает в себя выбор необходимых программных средств. Самой широко распространенной бухгалтерской программой является «1С: Бухгалтерия». Также на российском рынке хорошо зарекомендовала себя САБУ (Система Автоматизации Бухгалтерского Учета) Инфо-Бухгалтер.

В России применяется множество бухгалтерских программ, наиболее распространенными являются: «1С: Бухгалтерия», «БЭСТ», «Инфо-Бухгалтер», «Парус-бухгалтерия», «Галактика» (рисунок 1).

По результатам проведенного опроса наиболее популярными программами, используемыми для автоматизации бухгалтерского учета российскими организациями, являются продукты фирмы «1С». [7, с. 161]

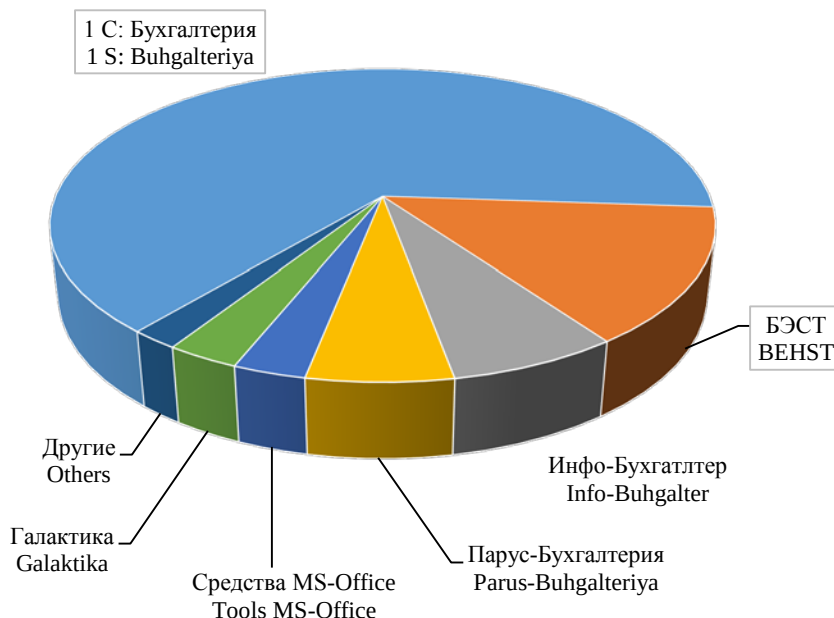


Рисунок 1. Использование бухгалтерских программ в России

Figure 1. Use of accounting software in Russia

Основная часть

Снабженческо-заготовительная деятельность обеспечивает непрерывный процесс производства, поэтому занимает важное место в управлении организацией. Для оптимальной организации данного процесса руководитель должен иметь оперативную информацию об остатках на складе, о проведенных расходах материально-производственных запасов (МПЗ) в любое время. Своевременно и без лишних затрат такие данные может предоставить только автоматизированная форма бухгалтерского учета на предприятии.

Учет материально-производственных запасов является одним из наиболее сложных и трудоемких участков, от которого зависит весь производственный процесс, поэтому рассмотрим особенности ведения учета МПЗ в основных программных продуктах.

Бухгалтерский учет материалов в «1С: Бухгалтерия», ред. 8.3 ведется на субсчетах, подчиненных счету 10 «Материалы». Они имеют субконто «Номенклатура», также для большинства этих счетов возможно включение субконто «Партии» и «Склады». В разрезе субконто осуществляется аналитический учет.

Для правильного отражения фактов хозяйственной жизни по данному участку необходимо произвести настройку учета запасов: устанавливается аналитика счетов МПЗ: счет 07 «Оборудование к установке»; счет 10 «Материалы»; счет 21 «Полуфабрикаты собственного производства»; счет 41 «Товары», счет 43 «Готовая продукция».

На рисунке 2 представлены параметры учета запасов.

Рисунок 2. Параметры учета запасов

Figure 2. Inventory accounting parameters

Учет запасов автоматически ведется по номенклатуре, есть возможность установить по партиям, тогда добавится субконто «Партии» на счетах МПЗ. Раз налоговый учет установлен по многим этим счетам, то партионный учет будет не только в бухгалтерском, но и в налоговом учете.

Далее настраивается план счетов бухгалтерского учета запасов (рисунок 3).

Выбор партионного учета ведет к появлению в учетной политике метода ФИФО, если флаг отсутствует, то в учетной политике возможно выбрать списание материалов лишь по средней стоимости, а если установлен – будут доступны оба метода (рисунок 4).

Код счета	Наименование счета	Субконто 1	Субконто 2	Субконто 3	Вид	Вал
T ₀ 08.08	Выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ	Расходы на НИОКР			A	
T ₀ 08.11	Нематериальные поисковые активы				A	
T ₀ 08.12	Материальные поисковые активы				A	
T ₀ 09	Отложенные налоговые активы	Виды активов и обязательства			A	
T ₀ 10	Материалы	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.01	Сырье и материалы	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.02	Покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия, конструкции и детали	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.03	Топливо	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.04	Тара и тарные материалы	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.05	Запасные части	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.06	Прочие материалы	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.07	Материалы, переданные в переработку на сторону	Контрагенты	Номенклатура	Партии	A	
T ₀ 10.08	Строительные материалы	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.09	Инвентарь и хозяйственные принадлежности	Номенклатура	Партии	Склады	A	
T ₀ 10.10	Специальная одежда и специальная обувь на складе	Номенклатура	Партии	Склады	A	

Рисунок 3. План счетов бухгалтерского учета запасов
Figure 3. Chart of accounts

Учетная политика

Организация: Сервислог

Применяется с: 01.01.2013 по: 31.12.2015

Система налогообложения: Общая Упрощенная

Налог на прибыль НДС ЕНВД **Запасы** Затраты Резервы

Способ оценки материально-производственных запасов (МПЗ): По средней стоимости По ФИФО

Рисунок 4. Выбор способа оценки МПЗ в учетной политике
Figure 4. The choice of the method for estimating the MPR in accounting policy

Что касается флажка в поле учета запасов по складам: если флажка нет, следует отсутствие учета по складам, то на счетах учета МПЗ не будет субконто «Склады». Этот вариант для организации, у которых только один склад, либо их вообще нет. При установке флажка выбираем вариант ведения: только по количеству или по количеству и сумме (рисунок 5).

Версия «по количеству» позволяет следить за присутствием запасов на разных складах в количественном выражении. Рационально

выбирать такой учет, когда нет связи между ценой МПЗ и местом хранения. То есть у одинаковых номенклатурных позиций на различных складах цена одна и та же. И стоимость списания запасов будет равна стоимости запасов (на всех складах), деленной на количество запасов (на всех складах).

Параметры учета *

Записать и закрыть Записать

Учет запасов ведется:

- ☒ По номенклатуре (наименованиям запасов)
- ☒ По партиям (документам поступления)
- ☒ По складам (местам хранения) **по количеству и сумме**
- ☒ Разрешается списание запасов при **по количеству и сумме**

Рисунок 5. Параметры учета

Figure 5. Accounting parameters

При необходимости вести количественный и суммовой учет по каждому складу, то возможно выбрать «по количеству и сумме». Это позволит видеть стоимость списания запасов по складам, где цена списания запасов будет рассчитываться путем деления стоимости данной номенклатурной позиции на конкретном складе на ее количество на этом же складе. Такой вариант имеет место быть тогда, когда у одинаковых номенклатурных позиций может быть своя цена учета на каждом складе.

Настройка «Разрешается списание запасов при отсутствии остатков по данным учета» позволяет выставить реализацию номенклатуры при отсутствии ее в учете по дебету. Например, это необходимо, при начале работы в программе, когда начальные остатки еще не введены в программу или готовая продукция еще не попала на склад, а надо выставить документы. При этой настройке можно проводить документы, поэтому на счетах учета МПЗ будут появляться отрицательные значения. После ввода остатков или отражения поступления продукции все минусы уйдут, но с такой настройкой в конце отчетного периода обязательно необходимо проверить остатки материально-производственных запасов по складам. Программа будет следить за попытками списания того, чего нет на складе, при снятом флаге в позиции «Разрешается списание запасов при отсутствии остатков по данным учета». Ниже идет настройка «При печати документов», которая предлагает нам по необходимости для вывода в печатной форме выбрать код или артикул.

Так как в группу материально-производственных запасов входят товары, рассмотрим особенности их учета в программе. На вкладке «Торговля» представлены настройки, которые предназначены только для организаций, занимающихся торговлей через неавтоматизированные

торговые точки. Используемые счета 41.12 «Товары в розничной торговле (в НТТ по продажной стоимости)» и счет 42.02 «Торговая наценка в неавтоматизированных торговых точках». Субконто «Склады» за этими счетами закреплено по умолчанию.

Недостатками программы «1С: Бухгалтерия» являются:

- для некоторых видов деятельности необходима специальная версия;
- невозможность ведения учета в динамике;
- затруднен поиск ошибок, сделанных в процессе работы;
- сложна в освоении, необходимо обучение.

Второй по распространенности является программа «БЭСТ» – автоматизированная система, разработанная для торговых организаций, но тем не менее обеспечивает автоматизацию всех основных участков учета на предприятии и может быть успешно использована для автоматизации предприятий любого профиля.

В настоящее время на рынке представлены следующие программы:

- система управления предприятием «БЭСТ-5», на базе которой разработаны отраслевые решения: «БЭСТ-магазин», «БЭСТ-питание» и др.;
- система управления небольшим бизнесом «БЭСТ-5. Мой бизнес»;
- система управления для малого бизнеса «БЭСТ-ОФИС»;
- «БЭСТ-маркетинг».

В системе управления предприятием «БЭСТ-5» существуют базовые функциональные блоки, охватывающие каждый участок учета и управления: финансы, логистика, производство, персонал.

Схема учета МПЗ в программе представлена на рисунке 6.

Учет материально-производственных запасов ведется в разделе «Логистика» по группам: «Товары. Продукция»; «Сырье. Материалы» (рисунок 7).

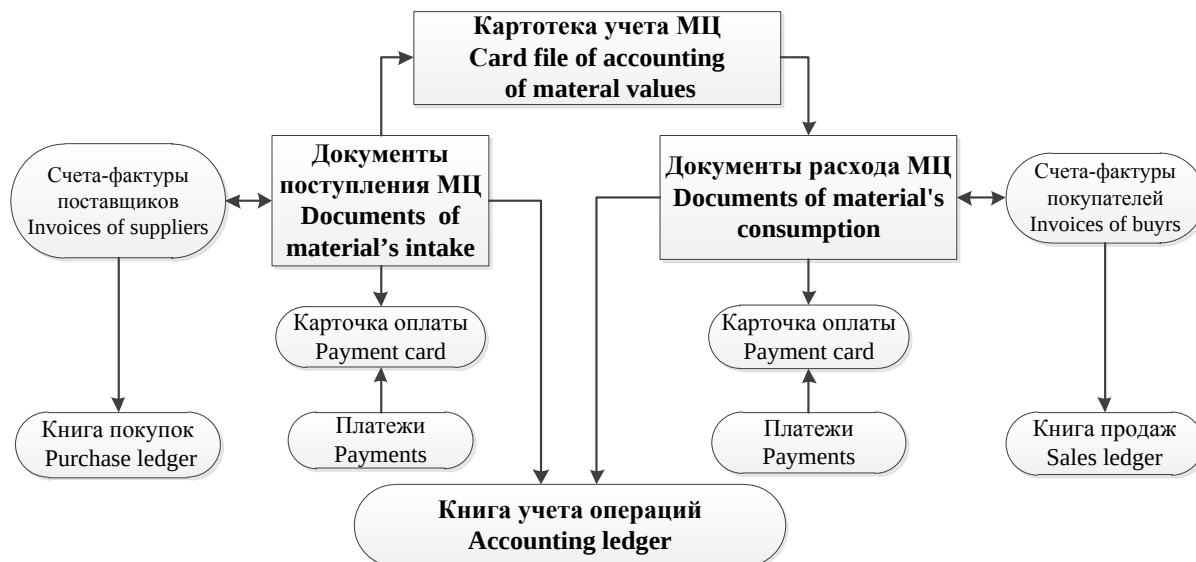


Рисунок 6. Схема движения информации по учету МПЗ в программе «БЭСТ-5»

Figure 6. Scheme of information movement on the accounting of MPD in the program “BEST 5”

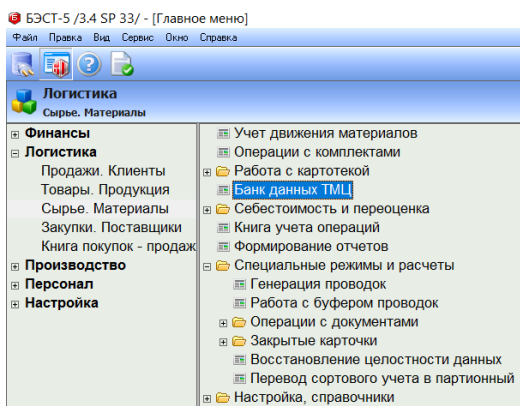


Рисунок 7. Меню раздела «Сырье. Материалы» программы БЭСТ-5

Figure 7. The menu of the section “Raw materials. Materials” BEST 5 programs

Достоинствами данной программы являются:

- простота в освоении;
- не требуется замена версии при ведении нескольких предприятий, имеющих разную систему налогообложения;
- единая информационная среда для ведения оперативного, бухгалтерского и налогового учета.

Среди недостатков отметим, что закрытая система, что делает невозможным ее изменения со стороны пользователя, дорогая в обслуживании.

Программа «Инфо-Бухгалтер» в настоящее время представлена двумя основными версиями: классическая 8.8. и инновационная 10.2. Также существуют отраслевые решения и дополнительные блоки (Зарплата, Кадровый

учет, Производство, Склад. Работы и услуги, Садовые товарищества и Учет в ТСН).

Для учета материально-производственных запасов создается необходимая номенклатура, и ведется учет в разделе «Учет запасов, работ, услуг» (рисунки 8–9).

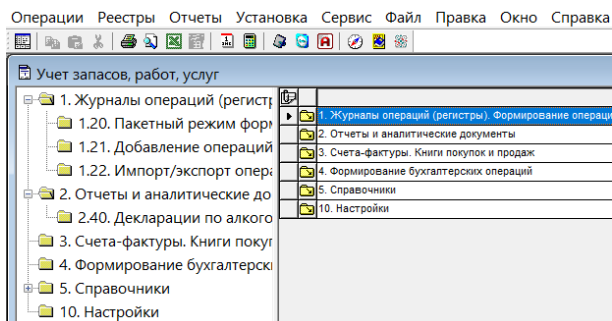


Рисунок 8. Раздел учета материалов в Инфо-Бухгалтер 10.2

Figure 8. Accounting section in Info-Accountant 10.2

Среди *достоинств* данного программного продукта следующие:

- проста в понимании;
- высокий уровень технической поддержки;
- наличие «Единого журнала операций»;
- возможность ведения консолидированного учета, что упрощает ведение бухгалтерского учета, если вы имеете несколько организаций;
- встроенные средства контроля и диагностики правильности в начисления налогов и взносов.

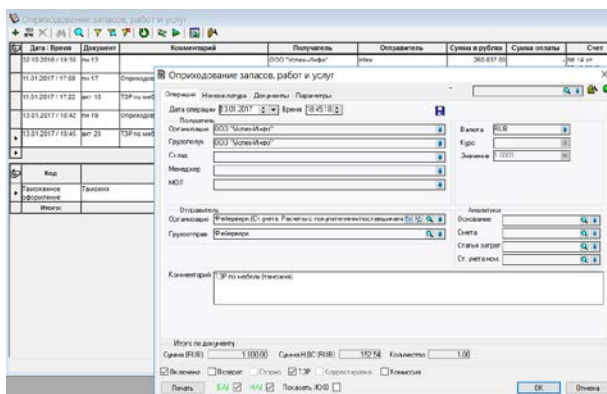


Рисунок 9. Отражение поступления материалов в Инфо-Бухгалтер 10.2

Figure 9. Reflection of the receipt of materials in the Info-Accountant 10.2

Недостатками являются:

- необходимо настраивать под конкретное предприятие, что может вызвать определенные трудности;
- нельзя настроить картотеку с документами;
- журнал хозяйственных операций только один.

Программные продукты «Парус» позволяют оптимизировать деятельность коммерческих предприятий (в области машиностроения, энергетики, химической и пищевой промышленности, нефтегазового комплекса, страхования) и бюджетных организаций (органов государственной власти и местного самоуправления), предоставляя оперативную информацию для принятия управленческих решений. В настоящее время корпорацией «Парус» разработана комплексная система автоматизации управления «ПАРУС–Предприятие 8» обладает рядом *достоинств*, среди которых следующие:

- возможность настраивать формы всех документов по реализации;
- возможность ведения бухгалтерского учета в различных валютах;
- встроенный «Банк-клиент».

Недостатки:

- отсутствие специального модуля под производство;
- невозможность ведения учета в любой системе налогообложения без дополнительной переустановки;
- отсутствие возможности суммирования аналитики по субсчетам одного счета.

Корпорация «Галактика» занимается разработкой систем автоматизации как для управления предприятием, холдингом, группой компаний, так и для малого и среднего бизнеса.

«Галактика» имеет следующие *достоинства*:

- позволяет вести бухгалтерский учет по международному стандарту GAAP;
- возможность в любой момент перейти из отчета в первичный документ;
- оперативное использование данных при планировании бюджета.

Недостатки:

- сложна в освоении, необходимо специальное обучение;
- затруднен поиск ошибок, сделанных в процессе работы;
- невысокая скорость проведения вычислений и выдачи форм.

Кроме бухгалтерских программ существуют так называемые облачные технологии. В России они только начинают внедряться в повседневную жизнь. Причина столь долго распространения этих технологий в России – чувство осторожности.

Компании-разработчики бухгалтерских программ адаптируют в структуру новые технологии к своим программным продуктам программы. Например, фирма «1С» разработала новую версию программы – так называемую «облачную бухгалтерию 1С».

Достоинства:

— доступность, т. е. пользователь может «вытащить» информацию из облачных хранилищ с любого устройства, имеющий выход в интернет;

— мобильность, т. е. нет привязки к какому-то определенному устройству;

— экономичность, т. е. не нужно покупать дорогостоящие компьютеры с определенным ПО, а также нанимать специалистов по их обслуживанию;

— арендность, т. е. пользователь платит только за тот пакет услуг, которым он пользуется.

Недостатки:

— недостаточно разработана система защиты информации;

— отсутствие интернета делает информацию, хранящуюся в облаке, недоступной для пользователя;

— потеря информации означает невозможность ее восстановления.

Обсуждение результатов

Каждая организация при выборе программного продукта и применения облачных технологий руководствуется своими потребностями, в первую очередь к ним относятся вид деятельности, размер, место размещения организации.

Автоматизация бухгалтерского учета – это процесс, в результате которого, перевод бухгалтерии на компьютерную форму учета увеличивает процент эффективности и улучшает качество ведения бухучета на предприятии. Прежде чем принять решение об автоматизации бухучета необходимо решить, что и как эта автоматизация должна улучшить бухгалтерии, это и будет ключевой целью автоматизации.

Автоматизация учета не подразумевает замену работника бухгалтерии, а только позволяет облегчить его работу с документами, которые теперь можно получить по щелчку мыши. В результате обеспечения высокой скорости производства работ, работник становится зависимым от стабильности работы компьютерной системы. На сегодняшний день автоматизация бухучета стала необходимостью для каждого предприятия, а не просто новшеством. Создавая даже небольшое предприятие, следует задуматься о полноценной работе своих сотрудников, постараться исправить все недостатки и облегчить нелегкую работу бухгалтеров.

На наш взгляд, основными приоритетными направлениями совершенствования систем автоматизации бухгалтерского учета являются:

1. Упорядочение и оптимизация практического ведения бухгалтерского учета.

2. Оптимизация количества информации информационной системы бухгалтерского учета без потери ее качества

3. Снижение числа ошибок в бухгалтерском учете с использованием встроенных алгоритмов внутреннего автоматизированного контроля бухгалтерских данных.

4. Продолжение работы по формализации учетных процедур.

5. Повышение сопоставимости информационных систем различных субъектов.

6. Повышение квалификации пользователей информационных систем.

Заключение

Развитие информационных технологий в бухгалтерском учете способствует повышению эффективности и качества работы бухгалтера, улучшению контроля над финансово-хозяйственной деятельностью предприятия. Вместе с тем следует заметить, что никакая система автоматизации учета не в состоянии полностью заменить бухгалтера. Ведь существует множество вопросов, при решении которых необходима выработка профессионального суждения, которое невозможно автоматизировать, ибо оно основывается, прежде всего, на личном опыте человека.

Конечно, сами организации должны очень грамотно подходить к выбору информационных систем автоматизации бухгалтерского учета. Сегодня среди отечественных разработок в области автоматизации бухгалтерского учета наибольшее распространение получили продукты серии «1С». Однако существуют и другие подобные ERP-системы, например «Парус», «Галактика», SAP. Выбор продукта, как правило, зависит от масштаба предприятия и его финансовых возможностей. В то же время существуют международные общепринятые стандарты, каждый разработчик вкладывает свою специфику в разрабатываемый программный продукт. Отсюда и сложность процесса миграции с одного программного обеспечения на другое; нередкие проблемы совместимости версий, а также различия в методике работы с той или иной программой.

Адекватным решением являются грамотное проектирование и выбор программного обеспечения на начальном этапе, исходя из текущих задач предприятия и его будущих потребностей. Однако не менее важно найти взаимопонимание и среди самих разработчиков, что позволило бы выработать единый стандартизированный подход к ERP-системам, которого, к сожалению, в настоящее время нет.

ЛИТЕРАТУРА

1 Адылгазиева Д.Д. Автоматизация учета операций по материальным запасам на предприятии // Actualscience. 2016. Т. 2. № 2. С. 104–107.

2 Бабенкова В.А. Современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. 2016. № 5. С. 197–199.

3 Боранукова М.Р. Автоматизация бухгалтерского учета // Наука и образование: новое время. 2016. № 3 (14). С. 458–460.

4 Гераскина О.А., Лашина А.С., Сазонова А.В. Цели, задачи и принципы автоматизации как формы ведения бухгалтерского учета // Современный научный вестник. 2016. Т. 12. № 2. С. 24–27.

5 Козлова А.В., Миргородская М.Г. Автоматизация бухгалтерского учета. особенности и цели // Экономика, социология и право. 2015. № 11. С. 27–30.

6 Костоева Х.И., Костоева А.А. Проблемы и перспективы автоматизации бухгалтерского учета // Актуальные вопросы современной науки. 2017. № 51. С. 186–189.

7 Махмутова М.В., Чистякова Н.С., Черкасов К.В. Обзор рынка комплексных автоматизированных систем // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 6 (62). С. 159–163.

8 Полонская Я.А., Гадун А.В. «1С: Бухгалтерия» – быстро, легко и качественно // Достижения науки и образования. 2017. № 1 (14). С. 48–50.

9 Степанова М.Г. Отличительные особенности и возможности программы «1С: БУХГАЛТЕРИЯ 8» // Славянский форум. 2016. № 3 (13). С. 242–256.

10 Суперфин Д.А. Преимущества программы «1С: Бухгалтерия» в учетной практике // Экономика и социум. 2015. № 1–4 (14). С. 801–804.

11 Черемисина Т.Н. К вопросу совершенствования систем автоматизации бухгалтерского учета // Ученые записки Тамбовского отделения РoCMY. 2016. № 5. С. 201–209.

12 Шарафеева Л.Р. Выбор программ автоматизации бухгалтерского учета для малых и средних предприятий // Молодой ученый. 2016. № 1 (105). С. 49–52.

13 Шашкова М.Ю. Проблемы автоматизации бухгалтерского учета в современных условиях // Известия Регионального финансово-экономического института. 2016. № 3 (12). С. 5.

14 Drum D. M., Pulvermacher A. Accounting Automation and Insight at the Speed of Thought // Journal of Emerging Technologies in Accounting: Spring 2016. V. 13. № 1. P. 181-186.

15 Mancini D., Vaassen E. H. J., Dameri R. P. Accounting Information Systems for Decision Making. Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. 355 p.

16 Salem Al-Mamary Y. H., Nor Aziati A. H., Shamsuddin A. The Role of Different Types of Information Systems In Business Organizations : A Review // International Journal of Research (IJR). 2014. V. 1. № 7.

REFERENCES

1 Adylgazieva D.D. Automation of accounting for operations on inventories in the enterprise. Actualscience [Actualscience] 2016. vol. 2. no. 2. pp. 104–107. (in Russian)

2 Babenkova V.A. Modern Information and Communication Technologies in Professional Activity. *Obrazovanie i nauka bez granits* [Education and Science without Borders: Social and Humanistic Sciences] 2016. no. 5. pp. 197-199. (in Russian)

3 Boranukova M.R. Automation of bookkeeping accounting. *Nauka i obrazovanie* [Science and education: a new time]. 2016. no. 3 (14). pp. 458-460. (in Russian)

4 Geraskina O.A., Lashina A.S., Sazonova A.V. Goals, tasks and principles of automation as a form of accounting. *Sovremenni nauchnyi vestnik* [Contemporary scientific bulletin]. 2016. vol. 12. no. 2. pp. 24-27. (in Russian)

5 Kozlova A.V., Mirgorodskaya M.G. Automation of accounting. features and goals. *Ekonomika, sotsiologiya i pravo* [Economics, sociology and law] 2015. no. 11. pp. 27-30. (in Russian)

6 Kostoev H.I., Kostoev A.A. Problems and prospects of automation of accounting. *Aktual'nye voprosy* [Topical issues of modern science] 2017. no. 51. pp. 186-189. (in Russian)

7 Makhmutova M.V., Chistyakova N.S., Cherkasov K.V. The review of the market of complex automated systems. *Sovremennye nauchnye issledovaniya* [Modern scientific researches and innovations] 2016. no. 6 (62). pp. 159-163. (in Russian)

8 Polonskaya Y.A., Gadun A.V. "1C: Accounting" - quickly, easily and qualitatively. *Dostizheniya nauki* [Achievements of science and education] 2017. no. 1 (14). pp. 48-50. (in Russian)

9 Stepanova M.G. Distinctive features and capabilities of the program "1C: ACCOUNTING" 8. *Slavyanskii forum*. [Slavic Forum] 2016. no. 3 (13). pp. 242-256. (in Russian)

10 Superfin D.A. Advantages of the program "1C: Accounting" in accounting practice. *Ekonomika i sotsium* [Economics and society] 2015. no. 1-4 (14). pp. 801-804. (in Russian)

11 Cheremisina TN To the question of perfection of the automation systems of the bookkeeping account. *Uchenye zapiski Tambovskogo odeleniya RoSMY* [Scientific notes of the Tambov Branch of the branch of the RoS-MU] 2016. no. 5. pp. 201-209. (in Russian)

12 Sharafееva L.R. Selection of programs for automating accounting for small and medium-sized enterprises. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist] 2016. no. 1 (105). pp. 49-52. (in Russian)

13 Shashkova M.Yu. Problems of Automation of Accounting in Modern Conditions. *Izvestia Regional'nogo finansovogo institute* [News of the Regional Financial and Economic Institute] 2016. no. 3 (12). pp. 5. (in Russian)

14 Drum D. M., Pulvermacher A. Accounting Automation and Insight at the Speed of Thought. *Journal of Emerging Technologies in Accounting: Spring 2016*. vol. 13. no. 1. pp. 181-186.

15 Mancini D., Vaassen E. H. J., Dameri R. P. Accounting Information Systems for Decision Making. Berlin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. 355 p.

16 Salem Al-Mamary Y. H., Nor Aziati A. H., Shamsuddin A. The Role of Different Types of Information Systems In Business Organizations : A Review. *International Journal of Research (IJR)*. 2014. vol. 1. no. 7.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Кузнецова к.э.н., доцент, кафедра бухгалтерского учета, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия, kuznetsovaNV.2016@yandex.ru

Виктор А. Ходячих студент, учетно-финансовый факультет, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия, viktor111193@mail.ru

Тагир И. Курбаналиев студент, учетно-финансовый факультет, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия, taga2701@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 14.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia V. Kuznetsova candidate of technical sciences, assistant professor, accounting department, Kuban state agrarian university, Kalinina str., 13, Krasnodar, 350044, Russia, kuznetsovaNV.2016@yandex.ru

Viktor A. Khodyachikh student, accounting and finance faculty, Kuban state agrarian university, Kalinina str., 13, Krasnodar, 350044, Russia, viktor111193@mail.ru

Tagir I. Kurbanaliyev student, accounting and finance faculty, Kuban state agrarian university, Kalinina str., 13, Krasnodar, 350044, Russia, taga2701@mail.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 8.14.2017

ACCEPTED 9.11.2017

Новые технологии в реализации межбюджетных отношений

Наталья М. Баклаева¹ n.m.baklaeva@mail.ru

¹ филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова в г. Пятигорске Ставропольского края, ул. Кучуры, 8, г. Пятигорск, 357500, Россия

Реферат. Формирование основ цифровой экономики и структуры новых точек экономического роста происходит в России в условиях многочисленных вызовов внутреннего и внешнего характера. Среди вопросов бюджетной проблематики особую актуальность обретают формы и методы реализации принципов бюджетного федерализма в сфере межбюджетных отношений. Цели работы заключаются в поиске новых технологий развития межбюджетных отношений в контексте становления основ цифровой экономики. На основе анализа наблюдаемых новых тенденций динамики показателей межбюджетных трансфертов, как одного из основных инструментов реализации бюджетного федерализма, и динамики показателей валового регионального продукта, определено, что тесная линейная связь между ними отсутствует. Аналитические и теоретические результаты проведенного исследования показали, что существующая система межбюджетных отношений не способствует развитию объективных экономических условий для самостоятельности территориальных бюджетов в части исполнения доходных и расходных полномочий. Полученные результаты исследования могут быть использованы для разработки новых технологических основ системы межбюджетных отношений при формировании цифровой экономики. В целях эффективного развития межбюджетных отношений в современных условиях целесообразно на национальном уровне разработать и начать реализацию проекта по внедрению в повседневную практику межбюджетных отношений технологии блокчейн. Несмотря на то, что эта технология находится лишь на ранней стадии своего развития, тем не менее, она несет в себе большой потенциал по глобальному изменению принципов функционирования многих сфер жизнедеятельности. Это, в перспективе, может стать одним из ведущих национальных проектов стратегического социально-экономического развития.

Ключевые слова: консолидированные бюджеты, межбюджетные отношения, межбюджетные трансферты, валовой региональный продукт, блокчейн-технологии

New technologies in the implementation of interbudgetary relations

Natalia M. Baklaeva¹ n.m.baklaeva@mail.ru

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Pyatigorsk Branch, Kuchur Str., 8, Pyatigorsk, 357500, Russia

Summary. The formation of the digital economy and the structure of the new points of economic growth takes place in Russia in the face of many challenges internal and external. Among questions of the budgetary perspective the special relevance is taken shape and methods of realization of the principles of the budgetary federalism in the sphere of the interbudgetary relations. The purposes of work consist in search of new technologies of development of interbudgetary relations in the context of the formation of the digital economy. Based on the analysis of the observed new trends in the dynamic indicators of intergovernmental transfers as one of the main tools for implementation of fiscal federalism, and the dynamics of the gross regional product, it is determined that the close linear relationship between them is missing. Analytical and theoretical results of the study showed that the existing system of interbudgetary relations does not promote objective economic conditions for independence of territorial budgets for execution of revenue and expenditure powers. The obtained results can be used to develop new technological bases of system of interbudgetary relations in the formation of the digital economy. For the effective development of interbudgetary relations in modern conditions it is expedient at the national level to develop and begin implementation of the project for implementation in daily practice of intergovernmental relations blockchain technology. Despite the fact that the blockchain technology is in an early stage of its development, however, it carries great potential for global change principles of functioning of many spheres of life. This, potentially, could become one of the leading projects of strategic national socio-economic development.

Keywords: consolidated budgets, interbudgetary relations, intergovernmental transfers, gross regional product, blockchain technology

Введение

Формирование основ цифровой экономики и структуры новых точек экономического роста происходит в России в условиях многочисленных вызовов внутреннего и внешнего характера. Значительные сложности существуют в разработке общей концепции стратегии социально-экономического развития [1–5]. Множество различных предложений выдвигается по отдельным острым вопросам, в том числе бюджетной

проблематике [6–10]. Среди последних особую актуальность обретают формы и методы реализации принципов бюджетного федерализма в сфере межбюджетных отношений [11–13].

При этом, в последнее время наблюдаются новые тенденции во взаимодействии межбюджетных трансфертов, как одного из основных инструментов реализации бюджетного федерализма, и динамикой показателя валового регионального продукта.

Для цитирования

Баклаева Н.М. Новые технологии в реализации межбюджетных отношений // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 203–211. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-203-211

For citation

Baklaeva N.M. New technologies in the implementation of interbudgetary relations. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 203–211. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-203-211

Основная часть

Исследуем влияние межбюджетных трансфертов на развитие территориальной экономики посредством анализа связи между динамикой межбюджетных поступлений и динамикой валового регионального продукта (ВРП) субъектов РФ в период с 2005 по 2016 год (рисунок 1).

За рассматриваемые годы совокупный объем ВРП субъектов РФ увеличился с 18034,4 до 23618,4 млрд руб. в сопоставимых ценах (скорректированных на уровень инфляции и выраженных в постоянных ценах базисного периода). При этом можно сказать, что динамика ВРП была монотонно положительной, если бы не резкое сокращение в 2009 году, а также замедление темпов роста в 2014–2015 годах.

Для подтверждения или опровержения взаимосвязи между суммой межбюджетных поступлений и динамикой ВРП субъектов РФ произведем расчет ковариации и коэффициента линейной корреляции между соответствующими переменными.

И исходный показатель суммы межбюджетных поступлений, и исходный показатель суммы ВРП субъектов РФ представляют собой ряды динамики, обладающие определенными тенденциями, а расчет ковариации и корреляции по рядам динамики, обладающим тенденцией, может привести к установлению ложной корреляции. Для предотвращения этого варианта, рассчитаем цепные темпы прироста. Результаты расчетов, выраженные в сопоставимых ценах (скорректированы на уровень инфляции и выражены в постоянных ценах базисного периода), представлены в таблице 1.

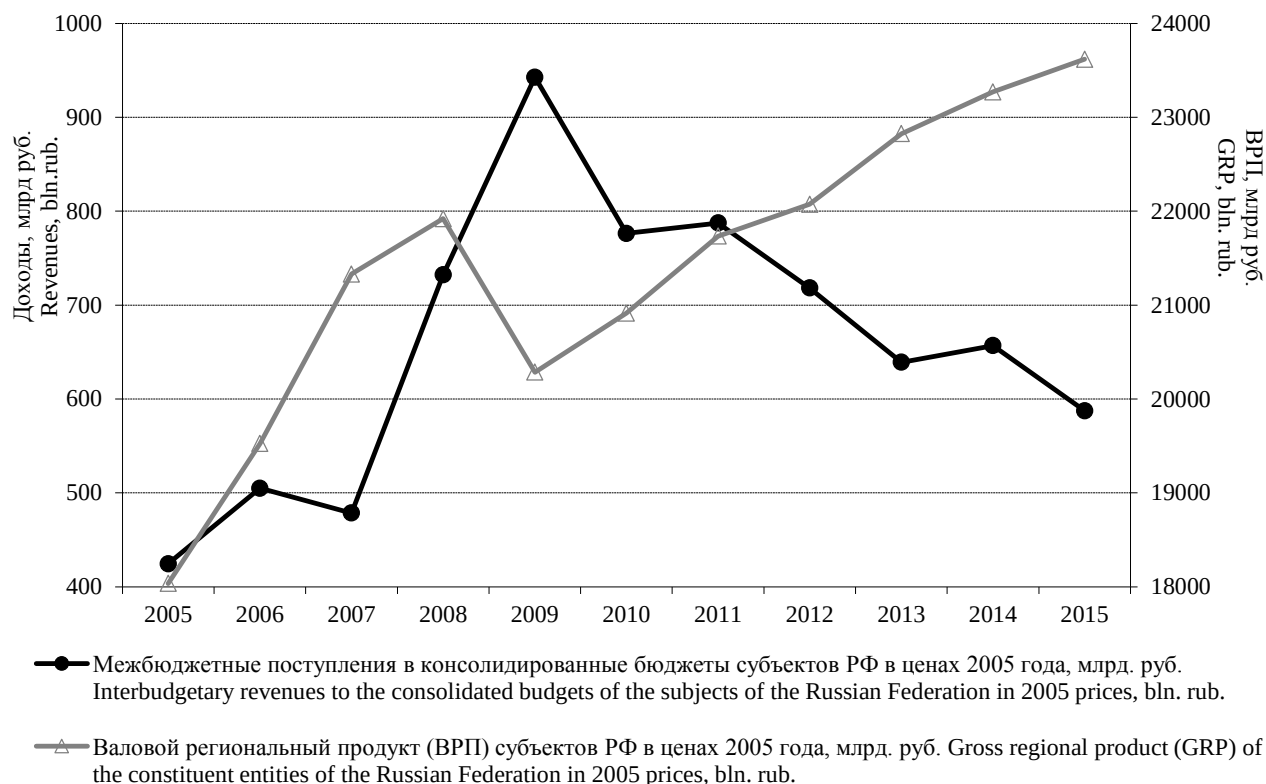


Рисунок 1. Связь межбюджетных поступлений и динамики валового регионального продукта (ВРП) субъектов РФ, в период с 2005 по 2016 год, в сопоставимых ценах

Примечание: рассчитано и построено автором на основе данных Федерального казначейства России. URL: <http://www.roskazna.ru/ispolnenie-byudzhetrov/konsolidirovannyj-byudzheth> (дата обращения: 20.06.2017)

Figure 1. The relationship between interbudgetary revenues and the dynamics of the gross regional product (GRP) of the subjects of the Russian Federation, in the period from 2005 to 2016, in comparable prices

Note: calculated and constructed by the author on the basis of data from the Federal Treasury of Russia. Available at: <http://www.roskazna.ru/ispolnenie-byudzhetrov/konsolidirovannyj-byudzheth> (accessed 20.06.2017)

Таблица 1.

Расчет показателей изменения суммы межбюджетных поступлений в консолидированные бюджеты субъектов РФ и изменения валового регионального продукта субъектов РФ

Table 1.

Calculation of the indicators of the change in the amount of intergovernmental revenues to the consolidated budgets of the constituent entities of the Russian Federation and changes in the gross regional product of the constituent entities of the Russian Federation

Показатели Indicators	Годы Years										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Межбюджетные поступления в консолидированные бюджеты субъектов РФ в основных рыночных ценах, млрд руб. Interbudgetary revenues in the consolidated budgets of the constituent entities of the Russian Federation at the basic market prices, billion rubles	424,5	581,8	627,3	1132,6	1487,5	1398,9	1644,5	1624,4	1515,0	1670,8	1616,7
Валовой региональный продукт субъектов РФ в основных рыночных ценах, млрд руб. The gross regional product of the constituent entities of the Russian Federation at basic market prices, billion rubles	18034,4	22492,1	27964,0	33908,8	32007,2	37687,8	45392,3	49926,1	54103,0	59188,3	64997,0
Индексы-дефляторы ВВП, в % к 2005 году The GDP indexes deflators, in % by 2005	100,0	115,2	131,1	154,7	157,8	180,2	208,8	226,2	237,0	254,3	275,2
Межбюджетные поступления в консолидированные бюджеты субъектов РФ в ценах 2005 года, млрд руб. Interbudgetary revenues in the consolidated budgets of the constituent entities of the Russian Federation in 2005 prices, billion rubles	424,5	505,0	478,5	732,2	942,7	776,3	787,4	718,2	639,1	656,9	587,5
Валовой региональный продукт субъектов РФ в ценах 2005 года, млрд руб. The gross regional product of the subjects of the Russian Federation in 2005 prices, billion rubles	18034,4	19524,4	21330,6	21919,7	20284,8	20915,0	21734,8	22073,6	22824,7	23271,3	23618,4
Прирост суммы межбюджетных поступлений в консолидированные бюджеты субъектов РФ, в % к предыдущему году Increase in the amount of interbudgetary revenues to the consolidated budgets of the subjects of the Russian Federation, in % to the previous year	–	19,0	-5,2	53,0	28,8	-17,7	1,4	-8,8	-11,0	2,8	-10,6
Прирост суммы валового регионального продукта субъектов РФ, в % к предыдущему году Increase in the amount of gross regional product of the subjects of the Russian Federation, in % to the previous year	–	8,3	9,3	2,8	-7,5	3,1	3,9	1,6	3,4	2,0	1,5

Примечание: рассчитано и составлено автором на основе данных Федерального казначейства России. URL: <http://www.roskazna.ru/ispolnenie-byudzhetov/konsolidirovannyj-byudzhet> (дата обращения: 20.06.2017)

Note: calculated and compiled by the author on the basis of data from the Federal Treasury of Russia. Available at: <http://www.roskazna.ru/ispolnenie-byudzhetov/konsolidirovannyj-byudzhet> (accessed 20.06.2017)

Для расчета ковариации и коэффициента линейной корреляции необходимо произвести предварительную оценку разброса значений анализируемых показателей с целью выявления аномальных значений, снижающих достоверность аппроксимации. Сделать это можно путем визуального анализа диаграммы разброса. Так, на рисунке 2 представлена плоскость,

на которой по оси абсцисс (ось X) отложены значения прироста суммы межбюджетных поступлений, а по оси ординат (ось Y) отложены значения прироста суммы ВРП субъектов РФ. Анализ разброса точек данных не позволяет однозначно выделить аномальные значения. В связи с этим произведем дальнейшие расчеты на исходной выборке без изменений.

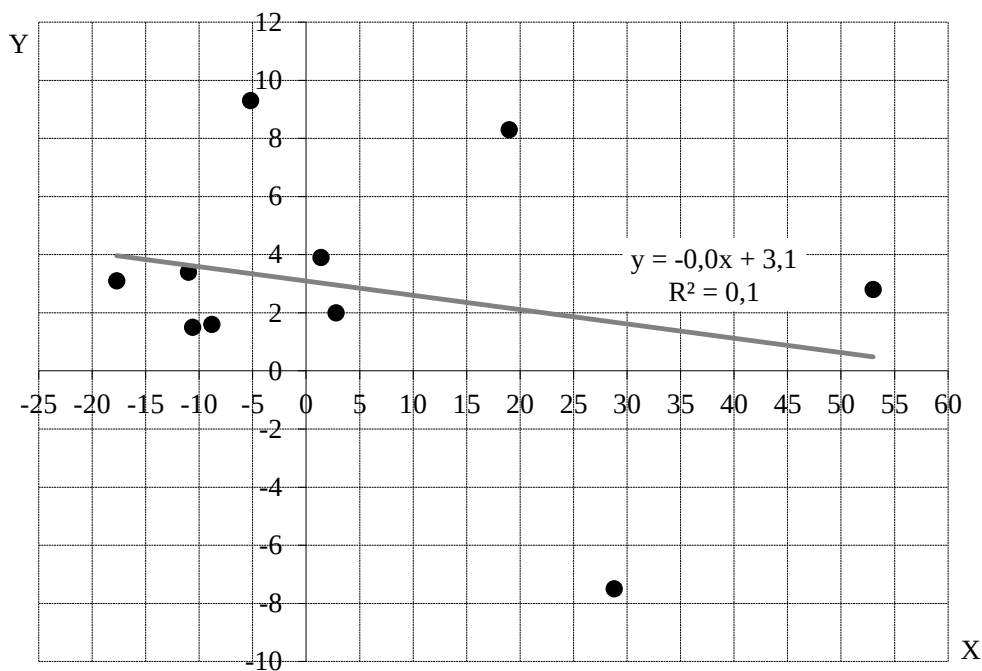


Рисунок 2. Связь между приростом суммы межбюджетных поступлений консолидированных бюджетов субъектов РФ (ось X) и приростом суммы валового регионального продукта субъектов РФ (ось Y), в период с 2005 по 2016 год

Примечание: рассчитано и составлено автором на основе данных таблицы 1

Figure 2. The relationship between the increase in the amount of interbudgetary revenues of the consolidated budgets of the constituent entities of the Russian Federation (X axis) and the increase in the amount of the gross regional product of the subjects of the Russian Federation (Y axis), during the period from 2005 to 2016

Note: calculated and compiled by the author on the basis of the data in Table 1

Упростить процедуру расчета ковариации и коэффициента линейной корреляции можно при помощи табличного редактора MS Excel, в котором присутствуют соответствующие функции. Воспользовавшись функцией «КОРРЕЛ» получим значение линейного коэффициента корреляции между двумя диапазонами ячеек, в которых содержатся значения анализируемых показателей, $r_{xy} = -0,2$.

Полученное значение свидетельствует об отсутствии тесной линейной связи между изменением суммы межбюджетных поступлений и изменением суммы ВРП субъектов РФ в период с 2005 по 2016 год. Отсюда, увеличение суммы межбюджетных поступлений практически не оказывает влияния на изменение ВРП субъектов РФ в текущем году. Это подтверждается также низким значением коэффициента

достоверности аппроксимации – аналога коэффициента детерминации (квадрата коэффициента корреляции), характеризующего близость значений полученной линии регрессии к фактическим данным, $R^2 = 0,1$.

Однако следует учесть, что межбюджетные трансферты текущего периода, при условии их использования для стимулирования социально-экономического развития местной территории, теоретически могут оказывать влияние на ВРП субъектов РФ в будущем периоде, к примеру, в следующем году. Для проверки этого предположения произведем расчет ковариации и коэффициента корреляции – показателей, характеризующих наличие и силу связи между значениями двух переменных величин. Для начала необходимо сдвинуть ряды данных, содержащих значения анализируемых переменных,

друг относительно друга таким образом, чтобы значению суммы межбюджетных поступлений в текущем году соответствовали сумме ВРП субъектов РФ в следующем году. Далее, так как исходные показатели представляют собой ряды динамики, обладающие определенными тенденциями, их необходимо очистить от присущих им тенденций. Для этого рассчитаем цепные темпы прироста межбюджетных поступлений и ВРП субъектов РФ. Ценовые данные также должны быть скорректированы на уровень инфляции и выражены в постоянных ценах базисного периода. Кроме того, предварительно необходимо произвести оценку разброса значений

анализируемых показателей с целью выявления аномальных значений, снижающих достоверность аппроксимации. Сделать это можно путем визуального анализа диаграммы разброса. В итоге на рисунке 3 представлена плоскость, на которой по оси абсцисс (ось X) отложены значения прироста суммы межбюджетных поступлений за текущий год, а по оси ординат (ось Y) отложены значения прироста суммы ВРП субъектов РФ за будущий год. Анализ разброса точек данных не позволяет однозначно выделить аномальные значения. В связи с этим произведем дальнейшие расчеты на исходной выборке без изменений.

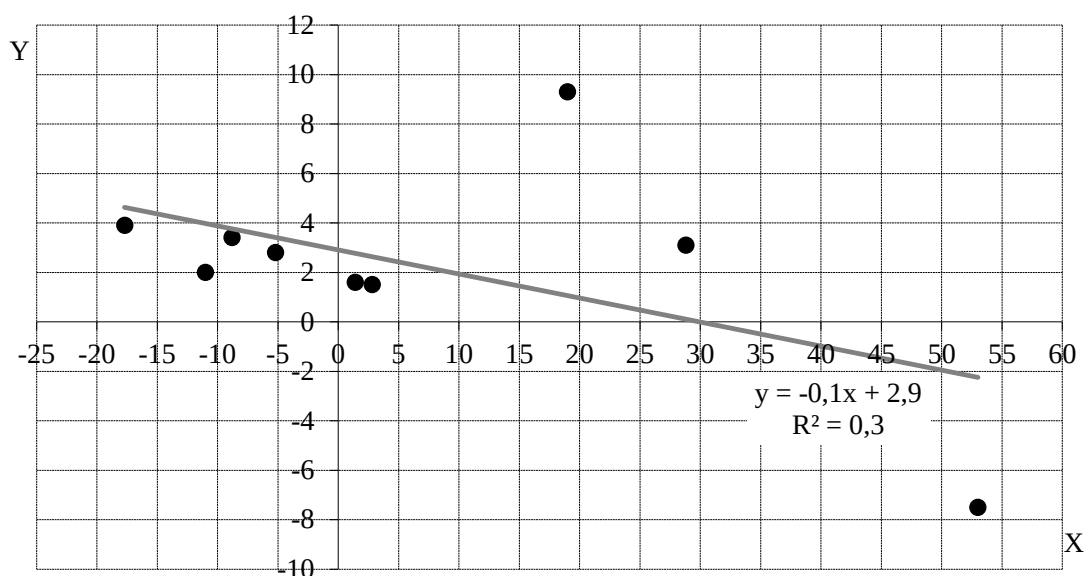


Рисунок 3. Связь между приростом суммы межбюджетных поступлений консолидированных бюджетов субъектов РФ (ось X) и приростом в следующем году суммы валового регионального продукта субъектов РФ (ось Y), в период с 2005 по 2016 год

Примечание: рассчитано и составлено автором на основе данных таблицы 1

Figure 3. The relationship between the increase in the amount of interbudgetary revenues of the consolidated budgets of the constituent entities of the Russian Federation (X axis) and the growth in the next year of the sum of the gross regional product of the subjects of the Russian Federation (Y axis), during the period from 2005 to 2016

Note: calculated and compiled by the author on the basis of the data in Table 1

Воспользовавшись функцией «КОРРЕЛ» табличного редактора MS Excel, получим значение линейного коэффициента корреляции между двумя диапазонами ячеек, в которых содержатся значения анализируемых показателей, $r_{xy} = 0,5$. В целом, полученное значение не позволяет говорить о наличии тесной линейной связи между приростом суммы межбюджетных поступлений в текущем году и приростом суммы ВРП субъектов РФ в будущем году, в период с 2005 по 2016 год. Другими словами, можно говорить о том, что увеличение суммы межбюджетных поступлений в текущем году практически не оказывает влияния на изменение ВРП субъектов РФ в будущем году.

Это подтверждается и низким значением коэффициента достоверности аппроксимации, характеризующего близость значений полученной линии регрессии к фактическим данным, $R^2 = 0,25$.

В целом же, проведенный анализ позволяет говорить об отсутствии тесной линейной связи между изменением суммы межбюджетных поступлений и изменением суммы дефицита консолидированных бюджетов субъектов РФ, изменением количества дефицитных консолидированных бюджетов субъектов РФ, изменением суммы ВРП субъектов РФ в период с 2005 по 2016 год. Это означает, что увеличение суммы межбюджетных поступлений практически не оказывает влияния на изменение суммы

дефицита консолидированных бюджетов субъектов РФ, количества дефицитных консолидированных бюджетов субъектов РФ, ВРП субъектов РФ. Таким образом, можно утверждать, что существующая система межбюджетных отношений не способствует развитию объективных экономических условий для самостоятельности территориальных бюджетов в части исполнения доходных и расходных полномочий.

По этой причине ученые и специалисты предлагают дополнительные технологии мобилизации налоговых доходов бюджетной системы РФ [13, 14], которые могут быть эффективными в процессе дальнейшего развития межбюджетных отношений, а также по ряду других финансовых направлений [15, 16].

В условиях развития цифровой экономики в стране новой и важной технологией развития межбюджетных отношений может стать криптографическая технология блокчейн. По мнению экспертов, эта технология уже в ближайшем будущем позволит существенно изменить принципы функционирования не только финансового сектора, но и иных сфер общественной жизнедеятельности. Расчеты испанского банка Santander (10-е место в мире по объему активов) показали, что технологию блокчейн можно использовать уже сейчас как минимум в двух десятках рабочих процессов внутри банка. Это позволит к 2022 году обеспечить организации ежегодную экономию до 15–20 млрд долл. США [17]. По прогнозам аналитиков, выступавших на конференции «Blockchain & Bitcoin Conference, Russia-2016», объем финансирования блокчейн-проектов в 2017 году достигнет 1 млрд долл. США, а издержки финансовых учреждений, благодаря применению блокчейн-технологий, сократятся на 15–20 млрд долл. США. При этом к 2027 году объем мирового ВВП, произведенного с применением блокчейн-технологий, достигнет 10%.

Схожие прогнозы даются и экспертами Всемирного экономического форума. В частности, в 2016 году в докладе «Technology Tipping Points and Societal Impact» был представлен прогноз развития технологии блокчейн, согласно которому, к 2023 году произойдет полная интеграция этой технологии в государственный сектор, а наивысший уровень своего развития технология достигнет к 2027 году [18].

Учитывая подобные тенденции, банки мирового масштаба, такие как Goldman Sachs, JP Morgan, Credit Suisse и Barclays, объединились в консорциум R3 с целью «пристального изучения» возможностей технологии блокчейн.

В рамках этого консорциума планируется произвести доскональное изучение этой технологии применительно к ее использованию в современной банковской системе. К концу 2015 года в рамках этого консорциума были объединены усилия уже 20 крупнейших банков мира [19].

В России также ведется активная работа по исследованию технологии блокчейн. В частности, в рамках XXV Международного финансового конгресса, проходившего в Санкт-Петербурге в 2016 году, компаниями Группа QIWI, Accenture, БИНБАНК, МДМ Банк, Банк «Открытие» и Тинькофф Банк было объявлено о создании технологического консорциума, с целью исследования и практического применения технологии блокчейн в банковской среде. Одним из направлений, в котором планируется использовать эту технологию, является цифровая идентификация и создание интерфейса для межбанковского взаимодействия для упрощения процедуры прохождения и повторного использования проверок клиентских данных. Кроме того, считается, что с помощью баз данных, основанных на технологии блокчейн, будет возможно организовать хранение не только информации о платежах, но и данные, например, о кредитах, заключенных браках, объектах собственности, или даже вести миграционный учет.

В целом же становится видно, что несмотря на то, что технология блокчейн находится лишь на ранней стадии своего развития, тем не менее, она несет в себе большой потенциал по глобальному изменению принципов функционирования многих сфер жизнедеятельности. Все большее число экспертов соглашается с мнением, изложенном на информационно-аналитическом портале «Око планеты», что «блокчейн является одним из важнейших изобретений за последние десятилетия, которое способно перевернуть не только финансовую индустрию, но и другие сферы жизни». Выражаясь словами Дж. Рометти, главного исполнительного директора IBM, «блокчейн сыграет такую же роль в мире финансов, какую Интернет сыграл в информации» [19].

Блокчейн представляет собой особый вид публичной базы данных, в которой сохраняются любые транзакции, информация о сделках, контрактах, выданных кредитах, правах собственности, зарегистрированных браках, совершенных правонарушениях и всем том, что нуждается в отдельной независимой записи и последующей проверке.

По своей сути база данных, реализованная по технологии блокчейн, является публичным электронным реестром, в котором может храниться

все, что угодно, что необходимо сохранить и невозможно несанкционированно изменить. Технически такая база данных представляет собой цепь последовательно связанных между собой блоков, содержащих определенный набор записей (транзакций). Каждый из последующих блоков содержит в себе ссылку на предыдущий блок таким образом, чтобы предыдущий блок было невозможно изменить без пересчета и перезаписи всех последующих блоков. Для этого для любой записи, которую необходимо сохранить, применяется специальный алгоритм, рассчитывающий так называемый электронный отпечаток записи – хеш (код из 64 символов, уникальный для каждого документа). Причем, какого бы размера ни была исходная запись, к примеру, объем файла генома человека составляет порядка 9 Гб, на выходе хеш-функции все равно будет 64-битный хеш (запись из 64 символов). Хеш такой длины позволяет гарантировать криптографическую взломоустойчивость блокчейн базы данных, потому как для взлома этой схемы с использованием существующих вычислительных мощностей потребуется время, которое превышает время существования Вселенной. Причем, сложность хеш-функции постоянно изменяется в зависимости от изменения вычислительных мощностей сети таким образом, чтобы сохранить указанный криптографический стандарт. Рассчитанный для записи хеш включается в блокчейн-транзакцию с добавлением временной метки – доказательства существования записи на тот момент времени. Имея исходную запись, всегда можно произвести вычисление хеша этой записи с целью проверки не подвергалась ли она несанкционированным изменениям. Причем, по хешу в блокчейн базе данных можно отследить историю любой записи, и не только с целью проверки отсутствия изменений в ней, но в том числе и с целью ее обмена, продажи или покупки [20].

На практике получается, что любые виды цифровых и материальных активов могут быть зарегистрированы в блокчейн базе данных, и с ними в последующем можно будет совершать любые транзакции. К примеру, приобретая недвижимость, субъект права регистрирует право на нее в регистрационной палате. И хотя субъекту права выдается физический носитель с информацией о его собственности, тем не менее, информация все же хранится в централизованной базе данных Росреестра. Этот факт не исключает возможности несанкционированного изменения данных в централизованной базе данных с целью

изменения информации о собственнике на объект права, поскольку существующие централизованные базы данных обладают массой уязвимостей: к такой базе можно подобрать пароль, ее можно взломать, ее структуру можно испортить или вовсе уничтожить. В то же время технология блокчейн защищена от подобных проблем:

— Информация, которую необходимо сохранить, выстраивается в цепочку блоков. Каждый последующий блок прикрепляется к предыдущему с помощью сложных математических алгоритмов, к примеру, четвертый блок прикрепляется к третьему блоку на основе алгоритма, основанного на алгоритме, с помощью которого третий блок был прикреплен ко второму. Таким образом, получается неразрывная и защищенная от перезаписи цепочка блоков.

— Децентрализованное хранение базы данных блокчейн позволяет защитить ее от стандартных методов взлома, используемых для централизованных хранилищ, поскольку информация блокчейн базы данных хранится сразу на всех компьютерах всех пользователей сети. Причем хранение информации на компьютерах пользователей происходит независимо друг от друга, но для того, чтобы новый блок был подключен к цепочке, все эти компьютеры, используя криптографический алгоритм о котором было сказано выше, должны подтвердить правильность расчета нового блока. После чего новый блок признается правильным и подключается к цепочке блоков с последующим распространением по всем компьютерам сети. Это исключает возможность недобросовестной записи нового блока с искаженной информацией.

— Все данные в блоках кодируются с помощью взломоустойчивого алгоритма. И если на каком-либо из компьютеров была произведена попытка взлома, то остальные участники сети моментально восстанавливают информацию и нейтрализуют взломщика.

При этом криптографическая технология блокчейн обладает и еще одним очень серьезным преимуществом. Блокчейн предоставляет открытый доступ к истории транзакций с самого начала. Однако при этом сторонами сделок являются анонимные ключи, не привязанные к конкретным физическим или юридическим лицам. А каждое физическое или юридическое лицо может завести неограниченное количество публичных анонимных ключей. Доступ к публичному ключу можно получить лишь при наличии комплементарного к нему закрытого зашифрованного ключа. Чтобы совершить лю-

бую транзакцию, пользователю необходимо использовать ключевую пару (публичный и закрытый ключи). При этом любой пользователь, зная лишь публичный ключ, сможет проверить транзакцию, совершенную с помощью этого публичного ключа, но не сможет внести в нее изменения. Благодаря этому в блокчейн базе данных обеспечивается криптографическая защита и, одновременно, публичность транзакций на уровне национальных финансовых систем [21–23].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кудрин А., Горюнов Е., Трунин П. Стимулирующая денежно-кредитная политика: мифы и реальность // Вопросы экономики. 2017. № 5. С. 3–17.
- 2 Акиндинова Н., Кузьминов Я., Ясин Е. Экономика России: перед долгим переходом // Вопросы экономики. 2016. № 6. С. 5–35.
- 3 Ясин Е. Развитие постсоветской экономики: из прошлого в будущее // Вопросы экономики. 2017. № 6. С. 3–12.
- 4 Аганбегян А.Г. Экономика России: от стагнации к рецессии // Деньги и кредит. 2016. № 5. С. 10–20.
- 5 Бестаева Л.И. Тенденции диспропорций социально-экономического развития регионов // Фундаментальные исследования. 2015. № 10. С. 564–569.
- 6 Гурвич Е.Т., Прилепский И.В. Влияние финансовых санкций на российскую экономику // Вопросы экономики. 2016. № 1. С. 5–35.
- 7 Масленников В.В., Федотова М.А., Сорокин А.Н. Новые финансовые технологии меняют наш мир // Вестник Финансового университета. 2017. Т. 21. № 2 (98). С. 6–11.
- 8 Шаш Н.Н., Татуев А.А., Бородин А.И. Новые вызовы бюджетной политики России // Вестник Института Дружбы народов Кавказа «Теория экономики и управления народным хозяйством». 2013. № 4 (28). С. 124–133.
- 9 Бреусова А.Г. Управление изменениями в государственных (муниципальных) программах (часть 1) // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2016. № 3. С. 153–161.
- 10 Истомина Н.А. О концепции развития бюджетного планирования в субъекте Федерации // Известия Уральского государственного экономического университета. 2016. № 1 (63). С. 34–39.
- 11 Пешина Э.В., Стрекалова А.А. Фискальный и бюджетный федерализм: две системы управления публичными финансами // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2016. № 11 (293). С. 34–52.
- 12 Пайкович П.Р. Бюджетный федерализм как фактор стабилизации социально-экономического развития Российской Федерации // Экономика и предпринимательство. 2016. № 4–2 (69–2). С. 769–773.
- 13 Баклаева Н.М. Проблемы согласования экономических интересов субъектов межбюджетных отношений в условиях развития бюджетного федерализма в России // Финансы и кредит. 2016. № 10 (682). С. 46–60.
- 14 Баклаева Н.М. Проблемы совершенствования межбюджетного регулирования на территориальном уровне // Региональная экономика: теория

Заключение

Учитывая вышеизложенные преимущества, представляется целесообразным на национальном уровне разработать и начать реализацию проекта по внедрению в повседневную практику межбюджетных отношений технологии блокчейн. Это, в перспективе, может стать одним из ведущих национальных проектов стратегического социально-экономического развития.

и практика. 2012. № 25. С. 32–40.

15 Галазова С.С. Системные ориентиры инвестиционной отраслевой политики на примере промышленности // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова. 2013. № 2. С. 204–209.

16 Татуев А.А., Шаш Н.Н. Эффективность межбюджетного регулирования // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова. 2013. № 2. С. 204–209.

17 Моткова М.А. Возможности применения технологии блокчейн в банковской сфере // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 3–13 (24). С. 104–107.

18 Нигматулин Т.А., Краснова А.И., Лавринович А.А. Перспективы использования технологии блокчейн таможенными органами Российской Федерации // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2016. № 4 (60). С. 11–14.

19 Можанова И.И. Блокчейн: перспективы и угрозы для современной банковской системы // Экономика и управление: новые вызовы и перспективы. 2016. № 11. С. 184–186.

20 Стельмахов Д.А. Блокчейн как новый этап развития информационных технологий // Академическая публицистика. 2017. № 5. С. 33–38.

21 Бубель А.И. Возможности использования блокчейна и виртуальных токенов в таможенных операциях // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2016. № 3 (76). С. 14–22.

22 Мещеряков В.А., Бондарь А.О. Перспективы применения технологии блокчейн в информационной безопасности и цифровой криминалистике // Охрана, безопасность, связь. 2016. № 1–1. С. 12–17.

23 Дюдикова Е.И. Блокчейн в национальной платежной системе: сущность, понятие и варианты использования // Инновационное развитие экономики. 2016. № 4 (34). С. 139–149.

REFERENCES

- 1 Kudrin A., Goryunov E., Trunin P. Expansionary monetary policy: myths and reality. *Voprosy Ekonomiki* [Issues on economics]. 2017, no. 5, pp. 3–17. (in Russian)
- 2 Akindinova N., Kuzminov Y., Yasin E. Russia's economy: prepare for a long transition. *Voprosy Ekonomiki* [Issues on economics]. 2016, no. 6, pp. 5–35. (in Russian)
- 3 Yasin E. Development of post-soviet economy: from past to future. *Voprosy Ekonomiki* [Issues on economics]. 2017, no. 6, pp. 3–12. (in Russian)
- 4 Aganbegyan A.G. Russia's economy: from stagnation to recession. *Den'gi i kredit* [Money and

credit]. 2016, no. 5, pp. 10–20. (in Russian)

5 Bestaeva L.I. Tendencies of disproportions of social and economic development of regions. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2015, no. 10, pp. 564–569. (in Russian)

6 Gurvich E.T., Prilepsky I.V. The impact of financial sanctions on the Russian economy. *Voprosy Ekonomiki* [Issues on economics]. 2016, no. 1, pp. 5–35. (in Russian)

7 Maslennikov V.V., Fedotova M.A., Sorokin A.N. New financial technologies are changing our world. *Vestnik Finansovogo universiteta* [Bulletin of the Financial University]. 2017, vol. 21, no. 2(98), pp. 6–11. (in Russian)

8 Shash N.N., Tatuev A.A., Borodin A.I. New challenges of Russia's budget policy. *Vestnik Instituta Druzhby narodov Kavkaza* "Teoriya ekonomiki i upravleniya narodnym khozyaistvom" [Bulletin Peoples' Friendship Institute of the Caucasus The economy and national economy management]. 2013, no. 4 (28), pp. 124–133. (in Russian)

9 Breusova A.G. Change management in state (municipal) programs (part 1). *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya "Ekonomika"* [Herald of Omsk university. Series "Economics"]. 2016, no. 3, pp. 153–161. (in Russian)

10 Istomina N.A. On the concept of budgetary planning development in the subjects of Federation. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Journal of the Ural State University of Economics]. 2016, no. 1 (63), pp. 34–39. (in Russian)

11 Peshina E.V., Strekalova A.A. Fiscal and budgetary federalism: two systems of management of public finances. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial analytics: problems and solutions]. 2016, no. 11 (293), pp. 34–52. (in Russian)

12 Pajkovic P.R. Fiscal federalism as a factor of stabilization of the socio-economic development of the Russian Federation. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and Entrepreneurship]. 2016, no. 4–2 (69–2), pp. 769–773. (in Russian)

13 Baklaeva N.M. Coordinating the economic interests of the subjects of inter-budget relations under fiscal federalism development in Russia. *Finansy i kredit* [Finance and Credit]. 2016, no. 10 (682), pp. 46–60. (in Russian)

14 Baklaeva N.M. Problems of perfection of inter-budgetary regulation at territorial level. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional economy: theory

and practice]. 2012, no. 25, pp. 32–40. (in Russian)

15 Galazova S.S. System industry benchmarks investment policy by the example of industry. *Vestnik Severo-Osetinskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Kosta Levanovicha Khetagurova* [Proceedings of the North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov]. 2013, no. 2, pp. 204–209. (in Russian)

16 Tatuev A.A., Shash N.N. The efficiency of interbudgetary regulation. *Vestnik Severo-Osetinskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Kosta Levanovicha Khetagurova* [Proceedings of the North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov]. 2014, no. 3, pp. 377–385. (in Russian)

17 Motkova M.A. Possibilities of application of blockchain technology in the banking sector. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* [Modern trends in the development of science and technology]. 2017, no. 3–13 (24), pp. 104–107. (in Russian)

18 Nigmatulin T.A., Krasnova A.I., Lavrinovich A.A. Prospects for the use of blockchain technology the customs authorities of the Russian Federation. *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo imeni V.B. Bobkova filiala Rossiiskoi tamozhennoi akademii* [Scientific notes of Saint-Petersburg named after V.B. Bobkov branch of Russian customs Academy]. 2016, no. 4 (60), pp. 11–14. (in Russian)

19 Mozhanova I.I. Blockchain: opportunities and threats for the modern banking system. *Ekonomika i upravlenie: novye vyzovy i perspektivy* [Economy and management: new challenges and prospects]. 2016, no. 11, pp. 184–186. (in Russian)

20 Stelmahov D.A. Blockchain as a new stage of information technologies development. *Akademicheskaya publitsistika* [Academic journalism]. 2017, no. 5, pp. 33–38. (in Russian)

21 Bubel A.I. The possibility of using the blockchain and virtual tokens in the customs operations. *Tamozhennaya politika Rossii na Dal'nem Vostoke* [Russia's Customs Policy in the Far East]. 2016, no. 3 (76), pp. 14–22. (in Russian)

22 Meshcheryakov V.A., Bondar A.O. Prospects of application of blockchain technology in information security and digital forensics. *Okhrana, bezopasnost', svyaz'* [Security, safety, connectivity]. 2016, no. 1–1, pp. 12–17. (in Russian)

23 Dyudikova E.I. Blockchain in the national payment system: the nature, concept and use. *Innovatsionnoe razvitie ekonomiki* [Innovative development of economy]. 2016, no. 4 (34), pp. 139–149. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья М. Баклаева старший преподаватель, кафедра экономики, финансов и права, филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова в г. Пятигорске Ставропольского края, ул. Кучуры, 8, г. Пятигорск, 357500, Россия, n.m.baklaeva@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья М. Баклаева Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia M. Baklaeva senior lecturer, economy, finance and law department, Plekhanov Russian University of Economics, Pyatigorsk Branch, Kuchur Str., 8, Pyatigorsk, 357500, Russia, n.m.baklaeva@mail.ru

CONTRIBUTION

Natalia M. Baklaeva Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.15.2017

ACCEPTED 9.4.2017

Внедрение политики управления финансовыми рисками в ООО «Техоснастка»

Наталья Н. Кудрявцева ¹	konnat@mail.ru
Юлия В. Пахомова ²	yulia198007@mail.ru
Юлия Н. Дуванова ³	dyvanova@mail.ru

¹ Военный учебно-научный центр ВВС, Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия

² 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. 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 рискованных 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 мероприятий 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 криминальный риск. Наименее приоритетным является депозитный риск. На заключительном этапе предложены методы снижения финансовых рисков предприятия. Такие как прогнозирование и мониторинг производственно-финансовой деятельности с установлением нормативных диапазонов, повышение платежеспособности через оптимизацию управления денежными активами. И в качестве методов снижения криминального риска выделены методы переноса финансового риска, такие как, диверсификация и страхование.

Ключевые слова: управление, методика, предприятие, стратегия, экономика

Introduction of policy of management of financial risks in LLC Tekhosnastka

Natalya N. Kudryavtseva ¹	konnat@mail.ru
Yulia W. Pakhomova ²	yulia198007@mail.ru
Yulia 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 Bolshevnikov str., 54a, Voronezh

² Voronezh state technical university, Moskovsky Prospect str., 14, Voronezh, Russia

³ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, 394036, Voronezh, Russia

Summary. Proposed the technique of development of the system of actions to implementation of the effective development strategy of the enterprise is described. Control of financial risks of the enterprise represents a part of activities of the financial manager. Each enterprise for support of stable operation in the future, shall have accurately definite purposes. The most effective system of management is the system of strategic management which demands from principals of understanding of an entity of strategy, use of receptions and methods of strategic management, development of strategic plans. From here, strategy shall change and adapt to change of conditions, both the external, and internal environment. Therefore, the business management problem is urgent. The analysis of the specified problems showed absence 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 correlation in provision and consuming of goods and services. The policy of control 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 to implementation of different aspects of financial activities. Within this policy the list of financial risks is defined. The most significant financial risks are identified and by means of a ball scale ranging of risks is made and the curve of accents is defined. The conclusion is drawn on a status of a problem of financial risks at the enterprise: the most priority risk is the risk of lowering of financial stability (or risk of violation of equilibrium 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 methods of lowering of financial risks of the enterprise are offered. Such as prediction and monitoring of production and financial activities with establishment of the normative ranges, increase in solvency through optimization of control of monetary assets. And as methods of lowering of criminogenic risk methods of transfer of financial risk, such as, diversification and insurance are selected

Keywords: management, technique, enterprise, strategy, economy

Введение

Политика управления финансовыми рисками представляет собой часть общей финансовой стратегии предприятия, заключающейся

в разработке системы мероприятия по нейтрализации возможных негативных финансовых последствий рисков, связанных с осуществлением различных аспектов финансовой деятельности

Для цитирования

Кудрявцева Н.Н., Пахомова Ю.В., Дуванова Ю.Н. Внедрение политики управления финансовыми рисками в ООО «Техоснастка» // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 212–218. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-212-218

For citation

Kudryavtseva N.N., Pakhomov Y.W., Duvanov Y.N. Introduction of policy of management of financial risks in LLC Tekhosnastka. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 212–218. (inRussian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-212-218

Управление финансовыми рисками предприятия

Управление финансовыми рисками предполагает использование повторяющихся процедур, фаз, функций. Результатом реализации таких функций управления как анализ является оценка конкурентоспособности предприятия; прогнозирования – прогноз возможных состояний; планирования – разработка плана и стратегии развития; организации и мотивации – функционирование, мотивация, финансирование, организационное и инвестиционное проектирование; контроля и регулирования – корректировка и разработка программы, механизма деятельности [5, 6].

Управление финансовыми рисками состоит из подготовительного этапа, обеспечивающего разработку стратегии; основного этапа – реализации стратегии; заключительного этапа, в формате которого осуществляется корректировка и обратная связь.

Каждый этап включает реализацию определенных функций управления: первый этап – анализа и прогнозирования микросреды и макросреды; второй – планирования; третий – организации и мотивации, контроля и регулирования [7, 8]. Макроокружение и рыночная среда подвергаются постоянному анализу.

Предприятие – это элемент макросреды. Соответствие деятельности предприятия условиям макросреды является необходимым требованием [1, 2]. Многие субъекты хозяйствования используют из макросреды ограниченные ресурсы, необходимые для того, чтобы поддержать продуктивную деятельность, а также внутренний потенциал на адекватном уровне. [3, 4]. При разработке стратегий управления развитием предприятий следует учитывать тенденции развития внешней среды и позицию, занимаемую

предприятием в макросреде, что позволяет осуществить прогноз угроз и возможностей предприятия на рынке [9–11].

Микросреда предприятия характеризуется ресурсной возможностью, а также потенциалом, позволяющим выиграть конкурентную борьбу. Основные составляющие микросреды предприятия – это производственные, финансовые, инвестиционные, маркетинговые, организационные компоненты. Эффективное управление позволяет поддержать и расширить деятельность предприятия, обеспечить конкурентные преимущества в перспективе.

Разработка и внедрение политики управления финансовыми рисками осуществляется на основе следующих этапов:

1. Идентификация полного перечня рисков, связанных с финансовой деятельностью предприятия.
2. Определение наиболее существенных и опасных финансовых рисков.
3. Определение и использование методов оценки вероятности наступления рисков события по финансовым рискам.
4. Оценка уровня риска.
5. Разработка и применение методов снижения рисков.
6. Оценка результативности нейтрализации и организация мониторинга финансовых рисков.

Предлагаемую политику управления финансовыми рисками на предприятии ООО «Техоснастка» представим на рисунке 1.

Далее проведем идентификацию отдельных видов рисков, связанных с финансовой деятельностью предприятия ООО «Техоснастка».

Определим полный перечень финансовых рисков предприятия. Результаты идентификации рисков сведем в таблицу 1.

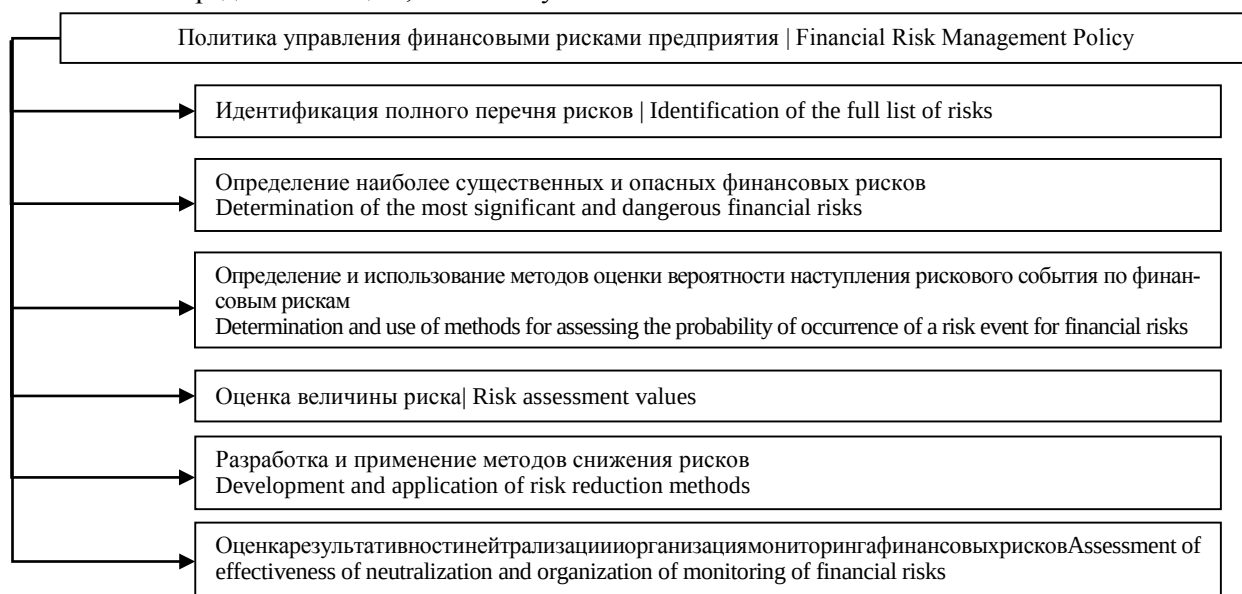


Рисунок 1. Предлагаемая политика управления финансовыми рисками на предприятии ООО «Техоснастка»

Figure 1. The offered policy of financial risk management at the entity of LLC Tekhosnastka

Поэтому необходимо создавать субъективные и объективные элементы, формирующие управленческую культуру, включающую стили и стратегии управления [4,5,8](рисунок 1).

Современное демократическое государство может эффективно развиваться при наличии открытого, информированного общества, которому способствует развитая информационная, телекоммуникационная инфраструктура.

Общественной информированностью определяется общественный интеллект, социальная воля, целенаправленность.

Рост информации, знания, информационных услуг, всех отраслей, связанных с производственной деятельностью (телекоммуникационной, компьютерной, телевизионной) является доминирующим фактором экономического развития [12]

Информационные технологии имеют всепроникающий характер и скорость проникновения на предприятия, в каждый сектор промышленности, государственного управления [13].

Внутренними факторами системы, учитывающими привлекательность экономики региона и предприятий в регионе являются:

- показатели уровня развития экономики региона и емкости рынка;
- многообразие регионального ресурса;
- инфраструктура рынка;
- доступность информации;

— другой спектр социально-экономических факторов.

Поэтому необходимо создавать субъективные и объективные элементы, формирующие управленческую культуру, включающую стили и стратегии управления [14, 15].

Следующим мероприятием является определение наиболее существенных и опасных финансовых рисков.

Построим треугольник пар и сопоставим пары финансовых рисков, выбирая наиболее существенный и опасный из каждой пары риск (наиболее важный риск отмечен знаком *), рисунок 2.

По результатам анализа определим количество повторений каждого финансового риска и составим таблицу. Следующим мероприятием является определение и использование методов оценки вероятности наступления рисков события по финансовым рискам.

Проведем анализ приоритетности выявленных финансовых рисков. Балльная шкала оценок соответствует количеству выявленных финансовых рисков. Финансовому риску, который наибольшее количество раз повторяется, ему присваивается максимальный балл, т. е. данный финансовый риск считается наиболее важным и опасным.

Результаты ранжирования сводятся в таблице 2.

Таблица 1.

Перечень финансовых рисков предприятия ООО «Техоснастка»

Table 1.

List of financial risks of the LLC Tekhosnastka enterprise

Наименование риска Name of risk	Характеристика и проявление Characteristic and manifestation
1	2
Риск снижения финансовой устойчивости Risk of decrease in financial stability	Порождается несовершенством структуры капитала (высокой долей используемых заемных средств), является следствием дисбалансированности положительного и отрицательного денежных потоков организации по объемам It is generated by imperfection of structure of the capital (a high share of the used borrowed funds), is a consequence of imbalance of positive and negative cash flows of the organization for volumes
Риск неплатежеспособности Risk of insolvency	Порождается снижением уровня ликвидности оборотных активов, является следствием разбалансированности положительного и отрицательного денежных потоков предприятия во времени It is generated by decrease in level of liquidity of current assets, is a consequence of unbalance of positive and negative cash flows of the enterprise in time
Инвестиционный риск investment risk	Проявляется в возможности возникновения финансовых потерь в процессе инвестиционной деятельности организации. Подразделяется в свою очередь на виды. It is manifested in the possibility of financial losses in the process of the investment activity of the organization. It is subdivided in its turn into species.
Инфляционный риск inflation risk	Проявляется в возможности обесценения реальной стоимости капитала (в форме финансовых активов организации), а так же предполагаемых доходов от осуществления финансовых операций в условиях инфляции It is shown in a possibility of depreciation of actual cost of the capital (in the form of financial assets of the organization), and also the estimated income from implementation of financial operations in the conditions of inflation
Процентный риск interest risk	Проявляется в непредвиденном изменении % ставки (как депозитной, так и кредитной) на финансовом рынке. Негативные финансовые последствия процентного риска проявляются в эмиссионной деятельности организации (при эмиссии, как акций, так и облигаций), в краткосрочных финансовых вложениях, в его дивидендной политике It is shown in unforeseen change of % of a rate (both deposit, and credit) in the financial market. Negative financial consequences of percentage risk are shown in issue activity of the organization (at issue, both stocks, and bonds), in short-term financial investments, in his dividend policy
Валютный риск currency risk	Характерен для организаций, ведущих внешнеэкономическую деятельность (импортирующим сырье, материалы, комплектующие и полуфабрикаты и экспортирующим готовую продукцию) It is characteristic of the organizations conducting the external economic activity (importing raw materials, materials, accessories and semi-finished products and exporting finished goods)

1	2
Депозитный риск Deposit risk	Проявляется в возможности невозврата депозитных вкладов. Может возникнуть в случае неправильного выбора коммерческого банка для осуществления депозитных операций организации It is shown in a possibility of a non-return of deposit deposits. Can arise in case of the wrong choice of commercial bank for implementation of deposit operations of the organization
Кредитный риск credit risk	Возникает в случае предоставления товарного или потребительского кредита Arises in case of granting a commodity or consumer loan
Налоговый риск Tax risk	Может проявляться через возможность появления новых видов налогов и сборов; изменения уровня ставок; увеличения и уменьшения сроков и условий налоговых платежей; изменения или отмены налоговых льгот It can be shown through a possibility of emergence of new types of tax and collecting; changes of level of rates; increase and reduction of terms and conditions of tax payments; changes or cancellations of tax benefits
Структурный риск Structural risk	Связан с неэффективным финансированием текущих затрат организации, из-за высокого удельного веса постоянных издержек в общей их сумме It is associated with inefficient financing of the organization's current costs, because of the high proportion of fixed costs in their total amount
Криминогенный риск Criminogenic risk	Связан с возможностью фиктивного банкротства организации; подделкой документов, обеспечивающих незаконное присвоение сторонними лицами денежных и других активов; и другие It is connected with a possibility of fictitious bankruptcy of the organization; forgery, the monetary and other assets providing misappropriation by third parties; and others
Риск несвоевременного осуществления расчетно-кассовых операций Risk of untimely implementation of settlement and cash operations	Проявляется в несоблюдении кассовой дисциплины обслуживающим коммерческим банком It is shown in non-compliance with cash discipline by the serving commercial bank
Риски стихийных бедствий Risks of natural disasters	Проявляется в потере части или всех активов предприятия (основных средств; запасов товарно-материальных ценностей) It is shown in loss of a part or all assets of the enterprise (fixed assets; stocks of inventory items)
Нарушение действующего законодательства Violation of the existing legislation	Нарушение налогового законодательства, осуществление деятельности без лицензии, разрешений, задержка выплаты заработной платы Violation of tax laws, performance of activities without a license, permits, delay in payment of wages

1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2	2*	2*	2*
	3	4	5	6	7	8	9	10	11*	12	13	14
		3	3	3*	3*	3*	3*	3	3	3*	3	3
		4*	5*	6	7	8	9	10*	11*	12	13*	14*
			4*	4*	4*	4*	4*	4*	4	4*	4	4*
			5	6	7	8	9	10	11*	12	13*	14
				5*	5*	5*	5	5*	5	5*	5	5
				6	7	8	9*	10	11*	12	13*	14*
					6*	6*	6*	6*	6	6*	6*	6
					7	8	9	10	11*	12	13	14*
						7	7	7	7	7	7	7
						8*	9*	10*	11*	12*	13*	14*
							8	8*	8	8*	8	8
							9*	10	11*	12	13*	14*
								9*	9	9*	9	9*
								10	11*	12	13*	14
									10	10*	10	10
									11*	12	13*	14*
										11*	11	11*
										12	13*	14
											12	12*
											13*	14
												13
												14*

Рисунок 2. Треугольник пар рисков

Figure 2. The triangle of couples is risk

Таблица 2.
Анализ результатов сравнения
Table 2.
Analysis of results of comparison

Порядковый номер риска, n Sequence number of risk, n	Количество повторений Repeat
1	13
2	11
3	5
4	9
5	6
6	6
7	0
8	3
9	6
10	3
11	11
12	2
13	9
14	7

Таблица 3.
Ранжирование рисков
Table 3.
Risk ranking

Оценка риска, m Risk assessment, m	Порядковый номер риска, n Sequence number of risk, n
14	1
12,5	2
12,5	11
10,5	4
10,5	13
7,5	14
7,5	5
7,5	6
7,5	9
5	3
3,5	8
3,5	10
2	12
1	7

Приведем расчет оценки рисков.
Риск номер 2: $(13+12)/2=12,5$ баллов
Риск номер 11: $(13+12)/2=12,5$ баллов
Риск номер 4: $(11+10)/2=10,5$ баллов
Риск номер 13: $(11+10)/2=10,5$ баллов
Риск номер 14: $(9+8+7+6)/4=7,5$ баллов
Риск номер 5: $(9+8+7+6)/4=7,5$ баллов
Риск номер 6: $(9+8+7+6)/4=7,5$ баллов
Риск номер 9: $(9+8+7+6)/4=7,5$ баллов
Риск номер 3: 5 баллов
Риск номер 8: $(4+3)/2=3,5$ балла
Риск номер 10: $(4+3)/2=3,5$ балла
Риск номер 12: 2 балла
Риск номер 7: 1 балл

Анализ результатов ранжирования рисков представим в таблице 4. На основании данных таблицы 4 изобразим кривую акцентов, рисунок 3.

Таблица 4.
Анализ результатов ранжирования рисков

Table 4.
Analysis of results of ranging of risks

Оценка риска, m Risk assessment, m	Порядковый номер риска, n Sequence number of risk, n
14	1
12,5	2
5	3
10,5	4
7,5	5
7,5	6
1	7
3,5	8
7,5	9
3,5	10
12,5	11
2	12
10,5	13
7,5	14



Рисунок 3. Кривая акцентов
Figure 3. Curve of accents

Вывод о состоянии проблемы рисков на предприятии ООО «Техоснастка»: наиболее приоритетным риском является риск под номером 1, т. е. риск снижения финансовой устойчивости, он имеет наибольшую оценку ($m_1=14$). Далее следуют риски с номерами 2 и 11, которые обладают одинаковыми оценками ($m_2=12,5$; $m_{11}=12,5$). Соответственно, это риск неплатежеспособности организации и криминогенный риск. Следующими по приоритетности являются риски 4,13 ($m_4=m_{13}=10,5$). Это инфляционный риск и риски стихийных бедствий соответственно и так далее. На последнем месте наименее приоритетный риск 7 – это депозитный риск ($m_7=1$).

Следовательно, в первую очередь следует проводить мероприятия по снижению риска 1, 2, 11, затем снижать риски 4, 13, после этого – риски 14, 5, 6, 9. Следующими на очереди стоят риски 3, 8 и 10, и наконец, риски 12 и 7.

Предполагаемые действия в случае неблагоприятного воздействия указанных рисков: улучшение технико-экономических показателей выполняемых работ и оказываемых услуг за счет внедрения новых более перспективных рентабельных услуг, разработки и внедрения мероприятий, направленных на повышение качества, снижения материальных и трудовых затрат, повышение производительности труда;

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Маховикова Г.А., Касьяненко Т.Г. Анализ и оценка рисков в бизнесе. 2015. 464 с.
- 2 Артеменко В.Б. Кризисы в управлении финансовой состоятельностью организации // Территория науки. 2015. № 3. С. 74–79.
- 3 Власов А.Б., Хлебников В.Ю., Мещеряков В.И., Кудрявцева Н.Н. Рейтинговая оценка деятельности хозяйствующих субъектов бюджетных учреждений // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. С. 796–803.
- 4 Кудрявцева Н.Н. Реализация сбалансированной системы показателей на предприятии // Инновационный Вестник Регион. 2012. № 2. С. 27–34.
- 5 Пахомова Ю.В., Кудрявцева Н.Н. Стратегии менеджмента в управлении предприятием рынка услуг // Материалы IV междун. науч.-практ. конф. Саратов. 2014. С. 73–74.
- 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., Л.Н.Чудинова 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.

Следующее мероприятие – это выработка методов снижения рисков.

Методы снижения финансовых рисков предприятия ООО «Техоснастка» представлены в таблице 5.

Таблица 5.
Методы снижения финансовых рисков
предприятия ООО «Техоснастка»

Table 5.
Methods of decrease in financial risks of the LLC
Tekhosnastka enterprise

Наиболее существенные финансовые риски The most significant finan- cial risks	Методы снижения рисков Methods for reducing risks
Риск снижения финансо- вой устойчивости The risk of a decline in financial sustainability	Прогнозирование финансовых рисков; Мониторинг его произ- водственно-финансовой дея- тельности Forecasting financial risks; Monitoring of its production and financial activities;
Риск неплатежеспособ- ности Risk of insolvency	Управление денежными акти- вами Management of cash assets
Криминогенный риск Criminogenic risk	Диверсификация, страхование Diversification, insurance

Заключение

Внедрение политики управления финансовыми рисками позволит предприятию ООО «Техоснастка» своевременно идентифицировать риски и разрабатывать мероприятия по их устранению.

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 Kihn M. House of lies: how management consultants steal your watch and then tell you the time. 2012. P. 21–25.

13 Brettel M. et al. Crossfunctional 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.

14 Ax C., Bjørnenak T. Bundling and diffusion of management accounting innovations – the case of the balanced scorecard in Sweden // Management Accounting Research. 2005. V. 16. №. 1. P. 1–20.

15 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.

16 Senor Dan Start-up Nation. 2016. 198 p.

17 Korea's 'Clean Construction System' foren-
hancing transparency in public construction shared with
Ukraine URL : http://www.undp.org/content/seoul_policy_center/en/home/presscenter/articles/2016/06/23/korea-clean-construction-system-for-enhancing-transparency-in-public-construction-shared-with-ukraine-0.html

18 Brunswicker S., Vanhaverbeke W. Open inno-
vation in small and medium (SMEs) enterprises

External knowledge sourcing strategies and internal or-
ganizational facilitators // Journal of Small Business
Management. 2015. V. 53. №. 4. P. 1241–1263.

19 Grošelj P., Stim 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

20 Zhu B., Zeshui Xu Analytic hierarchy process-hesitant group decision making // European Journal of Operation Research. 2014. V. 239. № 3. P. 794–801

REFERENCES

- 1 Makhovikova G.A., Kasyanenko T.G. Analiz I otsenka riskov v bznese [The analysis and an assessment of risks in business] 2015. 464 p. (in Russian)
- 2 Artemenko V.B. Crises in control of financial competence of the organization. *Territoriya nauki* [Territory of science] 2015. no. 3. pp. 74–79. (in Russian)
- 3 Vlasov A.B. Khlebnikov V. Yu., Meshcheryakov V.I., Kudryavtseva N.N. Rating assessment of activities of economic entities of budgetary institutions. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education] 2015. no. 1–1. pp. 796–803. (in Russian)
- 4 Kudryavtseva N.N. Implementation of the balanced system of indices at the enterprise. *Innovatsionnyi vestnik* [Innovative Region Bulletin]. 2012. no. 2. pp. 27–34. (in Russian)
- 5 Pakhomova Yu. V., Kudryavtseva N.N. The strategy of management in business management рын services. *Maerialy mezhd. nauch.-prakt. konf* [Materials IV international science-practice conf] 2014. pp. 73–74. (in Russian)
- 6 Chudinova L.N., Sirotkina N.V. Investment support of the sustainable balanced development of the region: problems, threats, target reference points. *Region sistema ekonomika upravlenie* [Region: systems, economy: control] 2016. no. 1. pp. 24–31. (in Russian)
- 7 Fokina O.M., Zvyagin D.I., Chudinova L.N. 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. Upravlenie 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*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья Н. Кудрявцева к. геогр. н., доцент, кафедра управления материально-техническим обеспечением ВВС, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия, konnat@mail.ru
Юлия В. Пахомова э. н., доцент, кафедра инженерной экономики, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, г. Воронеж, Россия, yulia198007@mail.ru
Юлия Н. Дуванова 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

Наталья Н. Кудрявцева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Юлия В. Пахомова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты
Юлия Н. Дуванова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.09.2017

[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 Kihn M. House of lies: how management consultants steal your watch and then tell you the time. 2012. pp. 21–25.

13 Brettel M. et al. Crossfunctional 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.

14 Ax C., Bjørnenak T. Bundling and diffusion of management accounting innovations – the case of the balanced scorecard in Sweden. *Management Accounting Research*. 2005. vol. 16. no. 1. pp. 1–20.

15 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.

16 Senor Dan Start-up Nation, 2016. 198 p.

17 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-in-public-construction-shared-with-ukraine-0.html

18 Brunswicker S., Vanhaverbeke W. Open innovation in small and medium-sized enterprises (SMEs): External knowledge sourcing strategies and internal organizational facilitators. *Journal of Small Business Management*. 2015. vol. 53. no. 4. pp. 1241–1263.

19 Grošelj P., Stirn L.Z., Ayrlmis 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

20 Zhu B., Zeshui Xu Analytic hierarchy process-hesitant group decision making. *European Journal of Operation Research*. 2014. vol. 239. no. 3. pp. 794–801

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalya N. Kudryavtseva candidate of geographical sciences, assistant professor, department of logistics management, Air Force Military Training and Research Center in the military-Air Force "Air Force Academy named after Professor NE Zhukovskrgo and Y. Gagarin", Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia, konnat@mail.ru

Yulia W. Pakhomova candidate of economical sciences, assistant professor, department of Engineering Economics, Voronezh State Technical University, Moskovsky Av., 14, Voronezh, Russia, yulia198007@mail.ru

Yulia N. Duvanov candidate of economical sciences, assistant professor, department of Economic Security and the Financial Monitoring, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution av., 19, Voronezh, Russia, dyvanova@mail.ru

CONTRIBUTION

Natalya N. Kudryavtseva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Yulia W. Pakhomova review of the literature on an investigated problem, performed computations

Yulia N. Duvanov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.21.2017

ACCEPTED 9.11.2017

Маркетинговое исследование потребительских предпочтений на рынке соковой продукции г. Кемерово

Татьяна Ф. Киселева	¹	tf@kemtipp.ru
Елена А. Вечтомова	¹	vechtomowa.lena@yandex.ru
Наталья М. Егорова	¹	gukkkk@nextmail.ru
Анастасия В. Кожемяко	¹	asy42@bk.ru

¹ Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р. Строителей, 47, Кемерово, 650056, Россия

Реферат. В данной работе проведены исследования по изучению рынка соковой продукции г. Кемерово, предпочтений кемеровчан при покупке соковой продукции. С помощью полученных данных была дана характеристика рынку соковой продукции г. Кемерово с выявлением основных поставщиков продукции. Объектом исследования в данной работе являлись жители г. Кемерово. Целью работы является: изучение рынка соковой продукции г. Кемерово, изучение предпочтений кемеровчан при покупке соковой продукции. Задачами данной работы выступили: характеристика рынка соковой продукции г. Кемерово, раскрытие потенциала рынка соковой продукции, анализ деления рынка между производителями, обработка полученных данных о состоянии рынка соковой продукции г. Кемерово. Метод исследования поставленных целей выбрано – анкетирование. Анкетирование – метод сбора первичного материала в виде письменного опроса большого количества респондентов с целью сбора информации о состоянии тех или иных сторон изучаемого процесса. Анкетой можно охватить широкий круг людей, что дает возможность свести к минимуму нетипичные проявления, при этом не обязателен личный контакт с респондентом. Еще одним важным преимуществом метода является удобство проводить математическую обработку анкет. На основании обработанных анкет, производителям соковой продукции была дана консультация рекомендационного характера, не являющаяся обязательной к применению. На основании этих рекомендаций, производитель сможет определить характерные и присущие черты рынка соковой продукции г. Кемерово. Кемеровчанам было предложено ответить на ряд вопросов. Опрос проводился анонимно. Ответы носят информационный характер и будут использоваться для дальнейшего изучения.

Ключевые слова: маркетинговое исследование, рынок, сок, производитель, анкетирование, обработка, рекомендации

Marketing research of consumer preferences in juice products market in Kemerovo

Tatiana F. Kiseleva	¹	tf@kemtipp.ru
Elena A. Vechtomova	¹	vechtomowa.lena@yandex.ru
Natalia M. Egorova	¹	gukkkk@nextmail.ru
Anastasia V. Kozhemyako	¹	asy42@bk.ru

¹ Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Builders Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia

Summary. In this paper, studies on juice products market in Kemerovo, preferences of Kemerovo residents buying juice products were conducted. With the help of the data obtained, the characteristics of juice products market in Kemerovo with the identification of the main suppliers of products were given. The object of the study in this work was the residents of Kemerovo. The purpose of the work was to study juice products market in Kemerovo, to investigate the preferences of Kemerovo residents buying juice products. The objectives of this work were the following: characteristics of juice products market in Kemerovo, determining of the potential of the juice products market, analysis of the division of the market between producers, processing of the data obtained concerning the state of the juice products market in Kemerovo. The survey method was used to study the goals. Questioning is a method of collecting primary material in the form of a written survey of a large number of respondents to collect information on the state of certain aspects of the process under study. The questionnaire can cover a wide range of people, which makes it possible to minimize atypical manifestations, while personal contact with the respondent is not necessary. Another important advantage of the method is the convenience of performing mathematical processing of questionnaires. According to the processed questionnaires, advice of recommendation character, which is not mandatory for use, was given to the producers of juice products. Taking these recommendations into account, the manufacturer will be able to determine the characteristic and inherent features of the juice market in Kemerovo. Kemerovo residents were asked to answer a number of questions. The survey was conducted anonymously. The answers are informative and will be used for further study.

Keywords: marketing research, market, juice, maker, survey, treatment, recommendations

Для цитирования

Киселева Т.Ф., Вечтомова Е.А., Егорова Н.М., Кожемяко А.В. Маркетинговое исследование потребительских предпочтений на рынке соковой продукции г. Кемерово // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 219–227. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-219-227

For citation

Kiseleva T.F., Vechtomova E.A., Egorova N.M., Kozhemyako A.V. Marketing research of consumer preferences in juice products market in Kemerovo. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 219–227. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-219-227

Введение

В данной работе проведены исследования по изучению рынка соковой продукции г. Кемерово, предпочтений кемеровчан при покупке соковой продукции.

С помощью полученных данных была дана характеристика рынку соковой продукции г. Кемерово с выявлением основных поставщиков продукции.

На основании обработанных данных анкет, была дана консультация рекомендационного характера, не являющееся обязательной к применению, производителям соковой продукции. На основании которой, производитель сможет получить характерные и присущие черты рынка соковой продукции г. Кемерово.

Объектом исследования в данной работе являлись жители г. Кемерово.

Основой при постановке цели и выполнения работы исследовательского характера в первую очередь требовалось изучить рынок соковой продукции г. Кемерово, с одновременным изучением предпочтений кемеровчан при совершении покупки соковой продукции.

Постановка задачи маркетингового исследования потребительских предпочтений на рынке соковой продукции, сформирована из следующих положений:

- характеризовать рынок соковой продукции г. Кемерово;
- открыть потенциал рынка соковой продукции;
- дать анализ деления рынка между производителями;
- обработать полученные данные о состоянии рынка соковой продукции г. Кемерово;
- разработать рекомендационные положения производителям соковой продукции.

Методом исследования поставленных целей выбрано – анкетирование [1, 14-15].

Анкетирование – метод сбора первичного материала в виде письменного опроса большого количества респондентов с целью сбора информации с помощью анкеты о состоянии тех или иных сторон процесса, отношения к тем или другим явлениям. Анкетой можно охватить широкий круг людей, что дает возможность свести к минимуму нетипичные проявления, при этом не обязателен личный контакт с респондентом. Плюс ко всему анкеты удобно подвергать математической обработке [1–2].

Общие сведения о респондентах

В данном пункте приведены результаты вопросов, относящиеся к личным данным респондента. Вопросы о личных данных звучали следующие: Ваш пол, Ваш возраст, Ваш уровень дохода (в расчете на одного члена семьи).

Общее количество опрошенных респондентов составляет 500 человек. Для полноценного маркетингового исследования, опрошенных должно быть 0,1% от общего количества жителей рассматриваемой территории. По данным за 2016 год, численность населения города Кемерово составляет 553073 человека. 500 человек составляет 0,1% от численности населения и входит в диапазон. Из всех опрошенных, количество женщин составляет 468 человек, это 93,6% из 100%. Соответственно, 32 человека – количественный состав мужчин, т. е. 6,4% от общего процента.

В вопросе о возрасте респондента имеется 6 вариантов ответов с различным диапазоном возраста. Первая группа – самая молодая, возрастной диапазон от 16 до 20 лет, количество опрошенных в данной группе, составило 26 человек. Следующая группа с диапазоном от 21 до 30 лет содержит 129 ответов. 148 человек находятся в возрасте от 41 до 40 лет. Группа постарше, от 41–50 лет насчитывает 133 респондента и в самой старшей группе, с возрастом от 51 года и выше – 64 респондента.

Далее следовал вопрос об уровне дохода (в расчете на одного человека).

Обрабатывая полученные ответы потребителей можно сделать следующий вывод: группа потребителей менее всего обеспеченных насчитывает 8 челок и это 1,6%; группа с уровнем дохода от 5 до 10 тыс. руб. представлена 12,6% из 100%; уровень дохода 16 – 20 тыс. руб. имеют 29,4% и это 198 человек; 51 ответ был дан покупателями, чей доход на уровне от 21 до 30 тыс. руб.; в группе с 33 ответами уровень дохода от 31 тыс. руб. и выше.

Места покупки продукции и вкусовые предпочтения

Первый вопрос анкеты звучал как «Где Вы обычно покупаете сок?», представлен шестью вариантами ответов. Варианты ответов подобраны исходя из наиболее посещаемых мест продаж продуктов питания. Также в подборе вариантов присутствовал факт распространения торговых сетей. Приоритет отдавался торговым сетям, имеющим представительства не только на территории города Кемерово, но и по всему Сибирскому региону, либо по всей территории страны [3, 13].

Варианты ответов были следующие: Кора, Магнит, Бегемот, Лента, Мария-Ра, другое. Большая часть покупателей предпочитает совершать покупки в торговой сети «Лента» и таких 130 человек, это наивысшее значение из процента допустимых, т. е. 26% из 100%. Второе место по покупательной способности занимает торговая сеть «Бегемот». Эту торговую

сеть посещают 18,3% покупателей города Кемерово. Из 500 опрошенных, в «Бегемот» ходят за покупками 91 человек. Тройку наиболее посещаемых торговых мест закрывает торговая сеть «Магнит». Несмотря на столь недавний приход «Магнит» смог завоевать 16,7% рынка на территории города. Одна из первых торговых сетей города Кемерово является «Кора». В последнее время наблюдается сокращение торговых площадей под данным брендом. В связи с этим можно предположить, уменьшение покупателей, которые отдают предпочтения именно этому супермаркету, в размере 14,4%. Из 500 покупателей, в «Кору» придут 70 человек. Еще одна из крупных торговых сетей это «Мария-Ра». Ее показатели отстают от показателей «Коры» всего на 1%, т. е. процент допустимых покупателей составляет 13,4, а в частотном выражении этот показатель равен 67 человекам. Остальные 11,2% покупателей, предпочли совершать покупки в других местах, к которым относятся: рынки, ярмарки, мелкие частные магазины.

Следующий вопрос звучал как «Какой вкус сока Вы предпочитаете?». Этот вопрос имеет 11 ответов, и количество даваемых ответов может варьироваться от 1 до 11, в зависимости от предпочтений покупателя. Так, как вопрос подразумевал несколько одновременных ответов, то общее число ответов составило 2 976. Если 2 976 ответов поделить на 500 анкет, получим 6 ответов в среднем от каждого опрошенного респондента.

Наибольшее предпочтение при выборе отдано следующим вкусам: яблочный, ассорти фруктовое и другой вкус. Данным трем вкусам отдано по 16% соответственно, 80 покупателей купят соки именно с такими вкусами. К популярным сокам так же можно отнести соки со вкусами: персиковый – 13%, виноградный – 12%, апельсиновый – 10%. К менее покупаемым сокам относятся: томатный, морковный, облепиховый. Процентное выражение таких соков равняется 7%, 5%, 3% соответственно. Реже всего покупается сок гранатовый и ассорти овощное, на их долю приходится по 1%. Из 500 покупателей, сок с вкусами граната и ассорти овощного купят только 5 человек, это связано на прямую с специфическим вкусом [4, 12].

Предпочитаемые торговые марки производителей соков и выбор упаковки

Задавая вопрос об упаковке, предполагалось выяснить, в какой упаковке сок покупается чаще остальных. Сам вопрос, следующий: «Какая упаковка для Вас более предпочтительнее?». К нему прилагались ответы: пластиковая бутылка, стеклянная бутылка, картонная коробка, другая упаковка или же не имеет значение.

Из 500 опрошенных человек не придают особого значения 230 и это почти половина опрошенных. Самая предпочтительная упаковка, по мнению покупателей – это картонная упаковка. Выбирая картонную упаковку, покупатель ссылается на легкость, удобство в изучении указанной информации, безопасность – ссылаясь на предубеждения, что обработка картона специальным покрытием менее вредна, чем пластик. 10,5% покупателей предпочли приобрести сок в стеклянной бутылке. Объясняя свой выбор тем, что в стеклянную тару фасуют в основном натуральный продукт, и производитель не скрывает свой товар, а значит сок качественный. Пластиковую бутылку выбрали только 6 покупателей. Выбор основывался так же на легкости, удобстве в изучении указанной информации и на практичности при физическом воздействии, т. е. если бутылка упадет, то она не разобьется как стеклянная и не лопнет или разойдется по шву как картонная.

Рынок сока города Кемерово имеет широкую линейку ассортимента. В рассматриваемых торговых сетях насчитывается порядка 46 марок сока, нектаров и соковых напитков. Для полноценного маркетингового исследования необходимо узнать, какие марки сока, кемеровчанами покупаются чаще всего. С помощью вопроса, который

звучал следующим образом: «Соки каких марок Вы предпочитаете?» мы выясним процентное соотношение торговых марок. Для ответов, выбраны наиболее популярные марки и имеющие значительный ассортимент продукции. К таким маркам относятся: «Я», «Привет», «Фруктовый сад», «Добрый», «Сады Придонья», «J7». На данный вопрос предполагалось дать несколько ответов одновременно.

Изучая полученный результат, явно выделился лидер рынка, набравший 31% – «Сады Придонья». В своем ассортименте эта марка насчитывает 19 различных вкусов сока и нектаров. Упаковка продукта представлена картонной коробкой с неодинаковым объемом: 200 мл, 300 мл, 500 мл, 1 л и 1,5 л. Самой распространенной упаковкой считается упаковка объемом 1 литр, здесь представлено 13 вкусов. Марки соков «J7», «Фруктовый сад» и «Добрый» расположились на втором месте рейтинга набрав по 15%, отставая от лидера почти на половину. «Привет» и «Я» завоевали по 7% и 6% соответственно. Среди ответов был и вариант, где можно было указывать марку производителя иную, т. е. не включенную в список предложенных ответов. Такой вариант ответа, выбрали 15% опрошенных.

Стоит заметить, что все крупные производители соков, выпускают одну лидирующую

марку с широко распространенным брендом и еще одну или несколько менее распространенных марок. Что позволяет предприятию увеличивать доходы, совмещая производство продукта высокого качества с продуктом, качество которого уступает по ряду вкусовых показателей продукту, произведенному по высоким производственным требованиям. Тем самым расширяя ассортимент по ценовому направлению. Пример – «Сады Придонья», где производится выпуск сока марки «Мой» [5–7, 11]

Места покупок с учетом возраста и пола респондентов

В анкеты были три вопроса о личных данных. Первый вопрос позволял выяснить пол покупателя, второй вопрос – возрастную категорию покупателя и третий – уровень дохода в расчете на одного члена семьи. Первый вопрос

описан подробно в самом начале главы, а описание двух других, целесообразней проводить одновременно с учетом ответов на другие вопросы. Возрастную категорию покупателей проанализируем одновременно с вопросом о основных местах покупок сока и о поле. Данные о этих вопросах приведены в таблице 1.

Из 100% опрошенных женщин, а это 468 человека. В категории с возрастом от 16 до 20 лет было опрошено 25 человек, т. е. 5,3% из всего опрошенных женщин. Самая молодая возрастная категория покупателей совершила 96 покупок. Из них в «Коре» и «Магните» совершат покупку по 13 раз, а в «Бегемоте» – 21 раз. В «Марию-Ра» и другие места продаж зайдут купить сок по 12 раз и чаще других супермаркетов, «Ленту» посетят 25 раз.

Таблица 1.

Места покупок с учетом возраста и пола респондентов

Table 1.

Number of places with the age and sex of respondents

Пол Sex	Местополучки Place of purchase		Возраст Age					Всего Total
			от 16 до 20 лет from 16 to 20 years old	от 21 до 30 лет from 21 to 30 years old	от 31 до 40 лет from 31 to 40 years old	от 41 до 50 лет from 41 to 50 years old	от 51 и выше 51 and older	
М	Где обычно покупа- ете сок? Where do you usually buy juice?	Кора Kora	1	8	3	3	0	15
		Магнит Magnit	3,1%	25,0%	9,4%	9,4%	0,0%	46,9%
		Бегемот Begemot	1	8	3	4	0	16
		Лента Lenta	3,1%	25,0%	9,4%	12,5%	0,0%	50,0%
		Марию-Ра Mariya-Ra	1	10	7	8	4	30
		Другое Other	3,1%	31,3%	21,9%	25,0%	12,5%	93,8%
		Всего Total	0	2	6	5	4	17
	Где обычно покупа- ете сок? Where do you usually buy juice?	Другое Other	0,0%	6,3%	18,8%	15,6%	12,5%	53,1%
		Всего Total	0	2	6	4	4	16
		Всего Total	0,0%	6,3%	18,8%	12,5%	12,5%	50,0%
Ж W	Где обычно покупа- ете сок? Where do you usually buy juice?	Кора Kora	1	10	9	8	4	32
		Магнит Magnit	3,1%	31,3%	28,1%	25,0%	12,5%	100,0%
		Бегемот Begemot	13	64	85	61	20	243
		Лента Lenta	2,8%	13,7%	18,2%	13,0%	4,3%	51,9%
		Марию-Ра Mariya-Ra	13	75	95	68	33	284
		Другое Other	2,8%	16,0%	20,3%	14,5%	7,1%	60,7%
		Всего Total	21	83	99	75	35	313
	Где обычно покупа- ете сок? Where do you usually buy juice?	Лента Lenta	4,5%	17,7%	21,2%	16,0%	7,5%	66,9%
		Марию-Ра Mariya-Ra	25	107	134	116	54	436
		Другое Other	5,3%	22,9%	28,6%	24,8%	11,5%	93,2%
		Всего Total	12	53	54	64	40	223
		Всего Total	2,6%	11,3%	11,5%	13,7%	8,5%	47,6%
		Всего Total	12	44	44	57	27	184
		Всего Total	2,6%	9,4%	9,4%	12,2%	5,8%	39,3%
		Всего Total	25	119	139	125	60	468
		Всего Total	5,3%	25,4%	29,7%	26,7%	12,9%	100,0%

Во вторую возрастную категорию вошли 119 покупательниц, они составили 25,4%. В сумме 119 покупательниц купят сок 426 раз. Из данных представленных в таблице 1 видно, что чаще всего за покупками ходят в «Ленту». Примерно, одинаковое количество у «Магнита» и «Бегемота» – это 16% и 17,7% из всех предложенных мест совершения покупок, соответственно. Отвечая на вопрос «Где Вы обычно покупаете сок», варианту ответа – другое, было отдано 9,4%.

В следующей категории насчитывается 139 опрошенных покупательниц. Тенденция совершения покупок здесь следующая: «Кора» – 18,2%; «Магнит» – 20,3%; «Бегемот» – 21,2%; «Лента» – 28,6%; «Мария-Ра» – 11,5%; другое место покупки – 9,4%.

В возрасте от 41 года до 50 лет респондентов женского пола насчитывается 125 человек. Приоритет среди предпочтений при выборе мест покупок имеет схожую тенденцию с третьей возрастной группой.

Последняя возрастная группа включает в свой состав граждан в возрасте от 51 года и выше. Лидирующие позиции при выборе покупок так же сохраняет торговая сеть «Лента». Следующим в приоритете будет супермаркет «Мария-Ра». Из 60 женщин в этот супермаркет придет 18%. В «Магните» и «Бегемоте» наблюдается примерно равное количество покупательниц – 15% из 100%. Менее популярным местом покупок у данной возрастной категории является «Кора» – это 20 покупок из 224 возможных.

468 опрошенные кемеровчанки, в среднем делают 1682 покупки, т. е. на 1 женщину приходится по 4 покупки сока.

Из 500 опрошенных, мужчины приняли участие в анкетировании в количестве 32 человек – это составляет 6,4%. Все мужчины совершили 110 покупок, а это означает, что на 1 мужчину приходится по 3 совершенных покупки.

В возрасте от 16 до 20 лет ответ дал один мужчина, который совершает по одной покупке в «Коре», «Магните», «Бегемоте» и «Ленте».

Ко второй возрастной группе относятся 10 мужчин-покупателей. Из 38-ми совершенных покупок 10-ю мужчинами, по 8 покупок придется на супермаркеты торговых сетей «Кора», «Магнит», «Бегемот». В «Ленту» придут за соком как минимум три мужчины и совершат 8 неоднократных покупки. На торговую сеть «Мария-Ра» и другие места продаж приходится по 1 покупателю, и они совершают в среднем по две покупки.

Из следующей возрастной группы удалось опросить 9 мужчин, совершающих 28 различных покупок. На одного мужчину, посетившего «Кора», «Магнит», «Бегемот» приходится по три покупки.

В «Ленту», «Мария-Ра» и в другие магазины идут по 2 мужчины. Однако, в «Ленте», мужчина совершит на 1 покупку больше.

Восемь опрошенных мужчин в возрасте от 41 до 50 лет совершат покупки примерно в одинаковом соотношении с мужчинами в возрасте от 31 до 40 лет.

Четыре мужчины, относящиеся к последней возрастной группе приобретают сок по 4 раза только в «Ленте», «Марии-Ра» и других торговых точках.

Проанализировав предпочтения мест покупок с учетом возраста и пола, торговые сети можно расположить в следующей последовательности, от чаще посещаемых к менее посещаемым: «Лента», «Бегемот», «Магнит», «Кора», «Мария-Ра»

Предпочтения покупателей в отношении марок соков, с учетом уровня дохода

В таблице 2 отражены данные результата опроса, одновременно двух вопросов: Ваш уровень дохода (в расчете на одного члена семьи) и соки каких марок Вы предпочитаете. На основании изученных данных таблицы, вытекает следующий вывод: граждане, имеющие доход до 5 тыс. руб. предпочитают купить по 1 упаковки сока всех торговых марок, указанных в варианте ответов и на одну упаковку больше приобретут сок не указанной марки, в перечни ответов.

В следующей группе по доходам находятся потребители с доходом от 5 до 10 тыс. руб. и таких насчитывается – 63 человека. Из которых 5 покупают «Я», 6 человек – «J7», по 7 человек купят «Привет» и не указанные марки в перечне ответов, 11 человек – «Фруктовый сад», 12 человек – «Добрый» и больше всего предпочитают торговую марку «Сады Придонья» – 15 человек.

С доходом 11–15 тыс. руб. кемеровчане распределили свои предпочтение при покупке сока следующим образом: менее популярным является «Я» – его выбрали 10 человек, 13 человек предпочли не марки в перечне ответов, «Привет» приобретают 16 человек, 19 потребителей отдали свой выбор торговой марке «Фруктовый сад», «J7» – купят 18 человек. Явными лидерами в данной группе являются «Добрый» и «Сады Придонья», набравшие по 30 и 41 покупателю соответственно.

Самая многочисленная группа по уровню дохода будет группа с доходом 16 – 20 тыс. руб., к ней себя отнесли 147 человек. Самая распространенная и предпочитаемая марка у этой группы – это «Сады Придонья», ее выбрали 1/3 группы, т. е. 62 человека. Далее располагаются

по убыванию предпочтений: «Фруктовый сад», «J7», «Добрый», не указанные марки в перечне ответов, «Я» и «Привет».

Следующая группа по возрастанию дохода – группа с доходом от 21 до 30 тыс. руб. ее приоритеты при выборе торговой марки производителя сока схожи с выбором предшествующей группы.

Покупатели с доходом от 31 тыс. руб. и выше предпочитают приобретать сок представленных марок в следующем соотношении: по одному человеку купят – «Я» и «Фруктовый сад», по 2 покупателя приходится на «Привет» и «Добрый», 7 покупателей купят «J7», «Сады Придонья» предпочитают 12 человек и не указанные марки в перечне ответов набрали 8 покупателей [8].

Таблица 2.

Предпочтения покупателей в отношении марок соков, с уровнем дохода

Table 2.

Buyers' preferences in respect of brands of juices, with an income

Уровень дохода, тыс.руб. The level of income, thousand rubles.	Торговые марки производителей сока Brands of juice producers							Всего Total
	Количество, чел. Quantity, people	Я YA	Привет Privet	Фруктовый сад Fruktovyy sad	Другое other	Добрый Dobryy	Сады Придонья Sady Pridon'ya	
до 5 up to 5	1	1	1	2	1	1	1	8
5–10	5	7	11	7	12	15	6	63
11–15	10	16	19	13	30	41	18	147
16–20	11	10	33	22	28	62	32	198
21–30	2	1	9	5	3	20	11	51
от 31 и выше from 31 and above	1	2	1	8	2	12	7	33

Предпочтения покупателей в отношении цены на сок, с учетом уровня дохода и пола респондента

Данные таблицы 3 отражают одновременно результаты сразу трех вопросов: Ваш пол, Ваш уровень дохода и по какой цене Вы готовы покупать.

В результате мы наблюдаем следующее: мужчины, чей доход от 5 до 10 тыс. руб. готовы приобрести по 2 упаковки сока по цене 61–70 рублей и 4 упаковки по цене 71–90 рублей.

Если же уровень дохода мужчины на уровне 11–15 тыс. руб., то в этом случае будет совершенно по две покупки сока по цене 51–60 рублей и 81–90 рублей.

При доходе 16–20 тыс. руб. предполагается покупка сока: 1 коробка–51–60 рублей, 2 коробки по 71–80 рублей, 4 коробки по 81–90 рублей и 6 коробок по 61–70 рублей.

Мужчины, оценивающие свой доход в диапазоне 21–30 тыс. руб. купят по 1 коробки сока, цена которого 81–90 рублей и выше 91 рубля за 1 литр.

У женщин, распределение приемлемой цены при покупке сока с уровнем дохода выглядит немного иначе. Так, если уровень дохода женщины ниже 5 тыс. руб., то совершая покупку, она приобретет 1 литр сока два раза по ценам 40–50 рублей и 61–70 рублей, 3 покупки будут по цене 51–60 рублей и одна покупка по цене 71–80 рублей.

При доходе от 5 до 10 тыс. руб., женщины совершат следующие покупки: 4 коробки сока по 40–50 рублей, 25 коробок сока по 51–60 рублей, 12 коробок сока по 61–70 рублей, 14 коробок сока по 71–80 рублей и 2 коробки сока по 81–90 рублей.

Доход в размере 11–15 тыс. руб. предполагает покупку сока по следующим ценам: 9 покупок–по 40–50 рублей, 37 покупок–по 51–60 рублей, 49 покупок–по 61–70 рублей, 25 покупок–по 71–80 рублей, 15 покупок по 81–90 рублей и 1 покупка по цене выше 91 рубля.

Женщины, располагаемые доходом в 16–20 тыс. руб. приобретают сок по 40–50 рублей–3 раза, по 51–60 рублей–11 раз, по 61–70 рублей–78 раз, по 71–80 рублей–56 раз, по 81–90 рублей–30 раз и по цене выше 91 рубля–7 раз.

Женщины, указавшие свой доход в размере 21–30 тыс. руб. предпочитают покупать сок по цене 40–50 рублей–2 раза, по цене 61–70 рублей–18 раз, по цене 71–80 рублей–15 раз, по цене 81–90 рублей–9 раз и 5 покупок по цене 91 рублю и выше.

Если доход предполагает быть выше 31 тыс. руб., то женщины покупают по 8 коробок сока–по цене 61–70 рублей и 81–90 рублей, 9 коробок сока приобретут по 71–80 рублей и 6 упаковок сока по 91 рублю и выше.

Предпочтения покупателей в отношении цены на сок, с учетом уровня дохода и пола респондента

Table 3.

Buyers' preferences in relation to the juice prices, taking into account the income level and gender of the respondent

Пол Sex	Вопрос Question		Количество Amount	По какой цене вы готовы покупать сок, руб.? (Цена за 1 л) At what price are you ready to buy juice, rub? (Price per 1 L)						Всего Only
				40–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91 и выше 1 and above	
М M	Ваш уровень дохода тыс. руб? (в расчете на одного члена семьи) Your income level thousand rubles? (per family member)	5–10			0	2	4	0	0	6
		11–15			2	4	3	2	0	11
		16–20			1	6	2	4	0	13
		21–30			0	0	0	1	1	2
	Всего only				3	12	9	7	1	32
Ж W	Ваш уровень дохода, тыс. руб? (в расчете на одного члена семьи) Your income level thousand rubles? (per family member)	до 5 before 5	2	3	2	1	0	0	8	
		5–10	4	25	12	14	2	0	57	
		11–15	9	37	49	25	15	1	136	
		16–20	3	11	78	56	30	7	185	
		21–30	2	0	18	15	9	5	49	
		от 31 и выше from 31 and above	0	0	8	9	8	6	31	
	Всего Only		20	76	167	120	64	19	468	

Анализ емкости упаковки

Вопрос о емкости звучал следующий: «Какая емкость упаковки для Вас наиболее предпочтительна?». Варианты имели следующие значения: 250 мл, 500 мл, 750 мл, 1 литр, 1,5 литр, 2 литра.

Половина потребителей предпочитают покупать сок в емкости объемом в 1 литр. Одна треть респондентов выбирают упаковку номинальным объемом – 2 литра. На востребованность других объемов упаковки приходится не более 10%.

Рекомендательная характеристика для производителей соковой продукции

1. Ориентация на потребителей женского пола. Женщины составляют 90–95% покупателей сока. В этом случае необходимо в первую очередь обращать свое внимание на предпочтения именно женского пола.

2. Ориентация на уровень дохода среднестатистического кемеровчанина в диапазоне от 16 до 20 тыс. руб. Из общего количества респондентов, 40% относят себя к группе, где располагаемый доход на одного члена семьи варьируется в диапазоне от 16 до 20 тыс. руб.

3. Предпочтительно иметь торговые площадки в торговой сети "Лента" и "Кора". Размещая свой товар на продажу в данных торговых сетях, у производителя в разы повышается

скорость продаж, т. к. в «Ленту» за покупками ходят 1/3 кемеровчан и 25% отправятся покупать сок в «Кору».

4. Ориентирование на объем выпуска, позволяющий удовлетворить потребность покупателей, употребляющие сок несколько раз в месяц. Среднестатистический кемеровчанин предпочитает употреблять сок от 2 до 7 раз в месяц. В следствии этого, необходимо производить объем сока в расчете на потребность в данном продукте с учетом потребляемости и нормы на 1 взрослого человека.

5. Наибольшей популярностью пользуются соки следующих вкусов: яблочный, персиковый, томатный, апельсиновый и ассорти фруктовое. Расширение производственной мощности делают с учетом наиболее популярных вкусов у потребителей.

6. Популярной упаковкой является – Тетра Пак. Данная упаковка пользуется популярностью у 90% потребителей из-за своих практических свойств. Производитель должен ориентироваться в первую очередь на упаковку Тетра Пак при производстве соковой продукции.

Приемлемая цена за 1 литр сока для кемеровчан 61–70 рублей. Для производителя данная цена является средней. Повышение/понижение цены ориентировано на поиск потребителя, отличающегося по параметрам от среднестатистического [9–10].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Удалова И.Б., Кириллова К.В. Современные маркетинговые исследования: понятие, основные классификации, традиционные маркетинговые исследования и онлайн-исследования // Экономика и предпринимательство. 2015. № 8-(1) (61–1). С. 942–944.
- 2 Кокова С.Ф., Коков З.Н. Совершенствование системы управления маркетинговыми исследованиями // Статья в сборнике трудовой конференции «Аграрная наука и образование в начале XXI века и проблемы современной аграрной экономики». 2013. С. 356–357.
- 3 Косинова Е.А., Драгунова Е.А. Российский рынок соков: состояние и перспективы развития. // Статья в сборнике трудовой конференции «Актуальные проблемы социально-экономического развития региона». 2016. С. 122–126.
- 4 Дубодел Н.П., Победа М.И., Шашин Д.Л. Маркетинговые исследования апельсиновых соков, представленных на российском рынке. // Пиво и напитки. 2015. № 1. С. 30–34.
- 5 Мурашкина С.Ю. Модернизация и инвестирование на рынке сока. // Инновационная наука. 2016. № 6–1. С. 164–168.
- 6 Нижельская К.О., Фицурина М.С. Анализ рынка и нектаров России и Краснодарского края. // Сборник статей «Сборник научных статей факультета экономики, управления и бизнеса». 2013. С. 71–73.
- 7 Барнова И.В., Дадыха Н.Н. Анализ рынка соков РФ. // Труды XIII международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество». 2016. С. 325–330.
- 8 Величко В.В. Современные тенденции развития рынка соков России. // Статья в сборнике трудов конференции «Экономические и информационные проблемы региона: оценка, тенденции, перспективы». 2016. С. 89–91.
- 9 Ивановская М.И. Маркетинговое исследование потребительского спроса на гранатовый сок на рынке г. Вологды. // Статья в сборнике трудов конференции «Первая ступень науки». 2014. С. 241–247.
- 10 Поминова К.А. Исследования качества и безопасности соков для детского питания. // Символ науки 2016. № 5 -3 (17). С. 69–72.
- 11 Bart J. Bronnenberg and Jean-Pierre Dubé. The Formation of Consumer Brand Preferences. *Annual Review of Economics*. 2017. № 9:1. P. 353-382.
- 12 Jean-Pierre Dubé, Günter J. Hitsch, Peter E. Rossi Do Switching Costs Make Markets Less Competitive? *Journal of Marketing Research*. 2009. V. 46. № 4. P. 435-445.
- 13 Xiang Bi, Zhifeng Gao, Lisa A. House, Danielle S. Tradeoffs between sensory attributes and organic labels: the case of orange juice. *International Journal of Consumer Studies*: March. 2015. V. 39. № 2. P. 162-171.
- 14 Byeong-il Ahn, Mo-Se Bae, Rodolfo M. Nayga Jr. Information Effects on Consumers' Preferences and Willingness to Pay for a Functional Food Product: The Case of Red Ginseng Concentrate // *International Journal of Consumer Studies*: June 2016. V. 30. № 2. P. 197-219.
- 15 Wunwisa K., Kamolnate K. Sensory characteristics and consumer acceptance of fruit juice containing probiotics beads in Thailand // *AU Journal of Technology*. 2010. № 14. P. 33-38.

REFERENCES

- 1 Udalova I.B., Kirillova K.V. Modern marketing research: concept, wasps mainly classification, traditional market research and online research. *Ekonomika I predprinimatel'stvo* [Economy and entrepreneurship] 2015. no 8-(1) (61–1). pp 942–944. (in Russian).
- 2 Kokova C.F., Kokov Z.N. Improving market research management system. *Agrarnaya nauka I obrazovanie* ["Agricultural science and education at the beginning of the twenty-first century and the challenges of modern agrarian economy"] 2013. pp 356–357. (in Russian).
- 3 Kosinov E.A., Dragunov E.A. Russian juice market: state and development prospects. *Aktual'nye problem regiona* [Article in the collection of labor conference "Actual problems of socio-economic development of the region"] 2016. pp 122–126. (in Russian).
- 4 Dubodel N.P., Winning M.I., Shashin D.L. Marketing research of orange juice on the Russian market. *Pivo I napitki* [Beer and beverages]. 2015. no 1. pp. 30–34. (in Russian).
- 5 Murashkina S.Y. Modernization and investment in the juice market. *Innovatsionnaya nauka* [Innovative science]. 2016. no 6–1. pp 164–168. (in Russian).
- 6 Nizhel'skaya K.O., Fitsurina M.C. Market analysis and nectars in Russia and the Krasnodar Territory. *Sbornik nauchykh statei fakul'teta ekonomiki* [Collection of articles «Collection of scientific articles of the Faculty of Economics, Management and Business.»] 2013. pp 71–73. (in Russian).
- 7 Barnov I.V., Dadyka N.N. Russian juice market analysis. *Pishcha. Ekologiya. Kachestvo* [Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference "Food. Ecology. Quality"] 2016. pp 325–330. (in Russian).
- 8 Velichko V.V., Modern trends development Russian juice market. *Ekonomicheskie I informatsionnye problemy* [An article in the collection of works of conference-nickname. The economic problems of the region and information: evaluation, trends and prospects] 2016. pp 89–91. (In Russian).
- 9 Ivanovo M.I. Marketing research of consumer demand for pomegranate juice on Vologda market. *Pervaya stupen' nauki* [An article in the Proceedings of the conference "The first stage of science."] 2014. pp 241–247. (in Russian)
- 10 Pominova K.A. Research quality and safety of juices for baby food. *Simvol nauki* [Symbol Science] 2016. no 5 -3 (17). pp. 69–72. (in Russian).
- 11 Bart J. Bronnenberg and Jean-Pierre Dubé. (2017) The Formation of Consumer Brand Preferences. *Annual Review of Economics* 2017. no. 9:1. pp. 353-382.
- 12 Jean-Pierre Dubé, Günter J. Hitsch, Peter E. Rossi Do Switching Costs Make Markets Less Competitive?. *Journal of Marketing Research*: August 2009, vol. 46, no. 4, pp. 435-445.
- 13 Xiang Bi, Zhifeng Gao, Lisa A. House, Danielle S. Tradeoffs between sensory attributes and organic labels: the case of orange juice. *International Journal of Consumer Studies*: March 2015, vol. 39, no. 2, pp. 162-171.
- 14 Byeong-il Ahn, Mo-Se Bae, Rodolfo M. Nayga Jr. Information Effects on Consumers' Preferences and Willingness to Pay for a Functional Food Product: The Case of Red Ginseng Concentrate*. *International Journal of Consumer Studies*: June 2016, vol. 30, no. 2, pp.197-219.
- 15 Wunwisa Krasaekoopt, Kamolnate Kitsawad. Sensory characteristics and consumer acceptance of fruit juice containing probiotics beads in Thailand. *AU Journal of Technology*. 2010. pp. 33-38

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна Ф. Киселева д.т.н., профессор, кафедра технологии бродильных производств и консервирования, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056, Россия, tf@kemtipp.ru

Елена А. Вечтомова к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных производств и консервирования, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056, Россия, vechtomowa.lena@yandex.ru

Наталья М. Егорова доцент, кафедра маркетинга и бизнеса коммуникации, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056, Россия, gukkkk@nextmail.ru

Анастасия В. Кожемяко аспирант, кафедра технологии бродильных производств и консервирования, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056, Россия, asy42@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна Ф. Киселева предложила методику проведения работы

Елена А. Вечтомова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

Наталья М. Егорова консультация в ходе исследования

Анастасия В. Кожемяко написала рукопись и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatiana F. Kiseleva doctor of technical sciences, professor, technology of fermentation and conservation department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Builders Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, tf@kemtipp.ru

Elena A. Vechtomova candidate of technical sciences, assistant professor, technology of fermentation and conservation department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Builders Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, vechtomowa.lena@yandex.ru

Natalia M. Egorova assistant professor, marketing and business communication department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Builders Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, gukkkk@nextmail.ru

Anastasia V. Kozhemyako graduate student, technology of fermentation and conservation department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Builders Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, asy42@bk.ru

CONTRIBUTION

Tatiana F. Kiseleva proposed a scheme of the study

Elena A. Vechtomova review of the literature on an investigated problem, performed computations

Natalia M. Egorova consultation during the study

Anastasia V. Kozhemyako wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.7.2017

ACCEPTED 9.18.2017

Перспективы развития современных систем холодоснабжения в условиях глобализации

Дмитрий А. Сьянов¹ saynov@ya.ru

Елена А. Соловьёва¹ solovyva25@yandex.ru

¹ Башкирский Институт Технологий и Управления (филиал) Московского Университета Технологий и Управления им. К.Г. Разумовского, ул. Смоленская, 34, г. Мелеуз, 453850, Республика Башкортостан, Россия

Реферат. Глобализация, стимулирующая мировую экономику, затрагивает в значительной степени и рынок продовольственных товаров Российской Федерации. Системы холодоснабжения имеют непосредственное отношение к решению задач обеспечения продовольственной безопасности страны. Искусственному охлаждению принадлежит ключевая роль в обеспечении и сохранении продуктов питания для населения. По данным Международного Института Холода (МИХ) искусственному охлаждению отводятся важные роли в социальной, экономической, экологической сферах. В Концепции долгосрочного развития холодильного машиностроения в аспекте энергосбережения и охраны окружающей среды ставятся задачи снижения потребления энергии на 30–50%, уменьшение утечек хладагентов в 2 раза. В 2015 г. доля холодильного оборудования, поставляемого по импорту или собираемого в России из импортных комплектующих составляла от 40 до 60%. Вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО), содействующей глобализации мировой экономики, дало определённый импульс развитию холодильной промышленности. Снижение таможенных пошлин на импортное оборудование привело к развитию российских компаний и снижению стоимости отечественного оборудования, повысился уровень сервисного обслуживания отечественного оборудования благодаря международному сотрудничеству. Наряду с положительными факторами, холодильное машиностроение получило и негативные. Все предприятия холодильного машиностроения России должны теперь работать по собственным запатентованным технологиям или платить за использование технологий, запатентованных в других странах, появились более жесткие требования по соблюдению международных соглашений по охране окружающей среды (ограничения на производство и использование галогеносодержащих углеводородов в качестве хладагентов и холодильного оборудования), что требует дополнительных инвестиций на переоборудование систем холодоснабжения и их производств. Однако следует отметить, что в условиях расширяющейся тенденции глобализации мировых экономик в целях обеспечения экономической безопасности защита интересов отечественного холодильного машиностроения становится весьма актуальной. Устойчивое финансирование научных исследований, а также опытно-конструкторских работ со стороны международных фондов, государств и крупных компаний, увеличение числа студентов по холодильному делу и повышение качества их подготовки позволят решить эту задачу.

Ключевые слова: глобализация, холодильная промышленность, системы холодоснабжения, искусственное охлаждение

Prospects for the development of modern cooling systems in the context of globalization

Dmitrii A. S'yanov¹ saynov@ya.ru

Elena A. Solov'yeva¹ solovyva25@yandex.ru

¹ Bashkir University of technology and Management (branch), Smolensk av., 34, Meleuz, 453850, Republic of Bashkortostan, Russia

Summary. Globalization stimulating the world economy affects to a large extent the food market of the Russian Federation. Cold supply systems are directly related to solving the problems of food supply security of the country. Artificial refrigeration has a key role in supplying and preserving food for the population. According to the International Institute of Refrigeration (IIR), artificial refrigeration plays an important role in the social, economic, and environmental spheres. The Concept of long-term development of refrigeration engineering with the purpose of energy saving and environmental protection sets the problem of reducing energy consumption by 30-50% decreasing refrigerant leaks twice. In 2015 the proportion of refrigeration equipment supplied by import or collected in Russia from imported components ranged from 40 to 60%. Russia's entry to the World Trade Organization (WTO), contributing to the globalization of the world economy, has given a rise to the development of the refrigeration industry. Reduction of customs duties on imported equipment led to the development of Russian companies and price cut of home equipment. The level of service maintenance of home equipment also has increased due to international cooperation. However, there are some drawbacks. Nowadays all factories of refrigeration engineering in Russia must use their own patented technologies or pay for the use of technologies patented in other countries. There are more stringent requirements in observance of international agreements on environmental protection, limit on the production and use of halogenated hydrocarbons as refrigerants and refrigeration equipment, which requires additional investment for refrigeration systems and their production. It should be noted that with the development of globalization of world economies, the protection of the interests of home refrigeration engineering in order to ensure economic security is becoming extremely important. Permanent financing of scientific research, as well as development projects from international funds, states and large companies, increasing the number of students in the refrigeration business and improving the quality of their training will solve this problem.

Keywords: globalization, industrial refrigeration, refrigeration system, with refrigeration

Для цитирования

Сьянов Д.А., Соловьёва Е.А. Перспективы развития современных систем холодоснабжения в условиях глобализации // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 228–231. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-228-231

For citation

Syanov D.A., Solovyeva E.A. Prospects for the development of modern cooling systems in the context of globalization. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 228–231. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-228-231

Введение

Последнее десятилетие XX столетия и начало XXI в. имеет тенденцию к глобализации, процессу роста взаимопроникновения и взаимозависимости экономик стран в условиях открытых политических и социальных систем на базе современных информационных и коммуникационных технологий. Глобализация превратилась в мощную силу, которая стимулирует мировую экономику, мировой миропорядок, распределение ресурсов, конкуренцию.

Мировая экономика в начале XXI в. развивалась быстрыми темпами. За период 2000–2015 гг. валовый мировой продукт (ВМП) в текущих ценах увеличился на 94,4%. Высокие темпы экономического роста показали Китай (267%), Испания (176%), Индия (144%). На 10 крупнейших стран мира приходится 64,4% приведенного ВМП в 2014 г. (около 23% ВМП производилось в США). Вырос ВВП на душу населения. Значительного роста достигла экономика РФ. За этот период внутренний валовый продукт (ВВП) увеличился в 6,2 раза. ВВП на душу населения возрос в 6,3 раза [1, 4].

Основная часть

Глобализация мировой экономики имеет как преимущества, так и недостатки. Наряду с углублением международного разделения труда, повышением темпов роста международной торговли и ускорения движения капитала, повышения роли международных регулирующих экономических и финансовых организаций (МВФ, ВТО и др.), при глобализации политические и экономические приоритеты перемещаются от локальных и национальных условий на региональные и международные. В этих условиях возрастает важность более эффективного международного сотрудничества с одной стороны, и возникают новые угрозы с другой. Глобализация затрагивает в значительной степени и рынок продовольственных товаров РФ.

Модернизация и структурная перестройка пищевой промышленности, снижение импортозависимости страны по основным продовольственным товарам и сырью, расширение диверсификации экономики только на основе механизма рыночного саморегулирования не может быть эффективно осуществлена. Для решения вопросов обеспечения продовольственной безопасности страны требуется целенаправленная государственная поддержка и госрегулирование экспортно-импортных отношений. Намерения правительства России по сокращению импорта РФ продовольственных товаров и сырья для их производства,

увеличение объемов производства отечественной импортозамещающей продукции нашли свое отражение в «Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» и «Доктрине о продовольственной безопасности РФ».

Системы холодноснабжения имеют непосредственное отношение к решению задач обеспечения продовольственной безопасности страны.

Искусственное охлаждение пищевых продуктов играет большую роль в обеспечении продуктами питания населения. По данным Международного Института Холода (МИХ) в 2014 году в мире производилось 5500 млн т продукции и только 1800 млн т (39%) продовольствия удавалось сохранить благодаря термической обработке при низких температурах [8]. В докладе МИХ на всемирном саммите по проблемам долгосрочного развития стран под эгидой ООН (Йоханнесбург, ЮАР) и принятой на ней Концепции указывалась роль искусственного холода в мире:

- в социальной сфере (создание рабочих мест в промышленности, торговле, сервисных службах, улучшение здоровья людей, благодаря улучшению качества и сохранности продуктов; создание комфортных условий жизни и трудовой деятельности благодаря системам кондиционирования);

- в экономической сфере (в мире насчитывается от до 1,5 млрд бытовых холодильников и 500 млн кондиционеров. Объем холодильных складов – 300 млн м³. Общий объем продаж холодильного оборудования равен 200 млрд долл., что составляет 30% от объема продаж в автомобильной промышленности) [1, 2, 7];

- с точки зрения экологии негативное влияние холодильной техники на окружающую среду состоит в выбросе озоноразрушающих хладагентов и влиянии на глобальное потепление. За последние 10 лет были приняты значительные меры по снижению этих негативных последствий (переход на озонобезопасные хладагенты HFC, NH₃, CO₂, углеводороды; расширение альтернативных способов получения холода. Это так называемые NIK (not-in-kind) технологии: абсорбционные холодильные машины (ХМ), солнцеексплуатирующие ХМ, воздушные ХМ, термоэлектрические холодильные установки и др. В последующие 20 лет в Концепции долгосрочного развития для парокомпрессионных холодильных машин в аспекте энергосбережения и охраны окружающей среды ставятся задачи снижения потребления энергии на 30–50%, уменьшение утечек хладагентов в 2 раза, улучшение на 30–50% показателей СССР [3, 5].

До экономической реформы 90-х гг. в стране заводами холодильного машиностроения производились все виды холодильного оборудования (все типоразмеры компрессоров и компрессорно-конденсаторных агрегатов, теплообменники, насосы, приборы автоматики, арматура и прочие комплектующие), которыми обеспечивались все отрасли национальной экономики (пищевая, химическая, торговля, транспорт и пр.). По импорту приобреталось холодильное оборудование в комплекте поставок с технологическим из других стран (например, для химических и нефтехимических производств). Согласно данным Федеральной службы государственной статистики РФ в 2015 г. доля холодильного оборудования, поставляемого по импорту (импортного производства) или собираемого в России из импортных комплектующих составляет от 40 до 60%. Основными поставщиками холодильного оборудования и комплектующих к ним на Российский рынок в настоящее время являются свыше 20 зарубежных компаний (Danfoss, Bitzer, Crasso, Теско и др.). Отечественными предприятиями, которым удалось сохранить и восстановить свои производственные мощности являются: ОАО «Казань компрессормаш», ОАО «Пензкомпрессормаш», ОАО «Машзавод» г. Чита, ОАО «Холодмаш» г. Ярославль, ОАО «Московский завод холодильного машиностроения» [4, 6].

Определенный интерес представляют вопросы развития холодильной промышленности РФ при вступлении ее во Всемирную торговую организацию (ВТО), содействующей глобализации мировой экономики. Глобализация экономики имеет как преимущества, так и недостатки.

При вступлении РФ в ВТО положительными факторами для отечественного холодильного машиностроения стали:

- снижение таможенных пошлин на импортное оборудование и его компонентов, что привело к развитию отдельных российских компаний и снижению стоимости отечественного оборудования;

- реформирование системы нетарифных барьеров содействовало упрощению процедур согласования соответствия разных типов холодильного оборудования требованиям мировых технических регламентов;

- повышение уровня сервисного обслуживания отечественного оборудования благодаря международному сотрудничеству в этой области;

- возможность получения выгодных контрактов на проектирование и изготовление

оборудования для крупных сложных систем холодоснабжения с использованием патентного и научного потенциала РФ (для химической и нефтехимической отраслей, медицины, космоса и т. д.).

Однако помимо положительных факторов, холодильное машиностроение получило и ряд негативных последствий:

- при ликвидации технических и экономических барьеров отечественным производителям холодильного оборудования (с их мелкосерийным производством) стало сложно конкурировать с импортными производителями, объемы производства которых достигают млн единиц в год;

- в условиях международной торговли стремление повысить качество продукции (надежность, степень автоматизации, уровень дизайна и т. д.) и приблизить ее к международным стандартам при мелкосерийном производстве привело к удорожанию выпускаемого отечественными предприятиями холодильного оборудования и снижению ее конкурентоспособности на внешнем и внутреннем рынках [9, 10];

- все предприятия холодильного машиностроения РФ должны теперь работать по собственным запатентованным технологиям или платить за использование технологий, запатентованных в других странах;

- появились более жесткие требования по соблюдению РФ международных соглашений по охране окружающей среды (ОС) (ограничения на производство и использование галогеносодержащих углеводородов в качестве хладагентов и холодильного оборудования), что требует дополнительных инвестиций на переоборудование систем холодоснабжения и их производств [11, 12].

Заключение

Резюмируя следует отметить, что в условиях расширяющейся тенденции глобализации мировых экономик в целях обеспечения экономической безопасности РФ вопросы снижения импортозависимости страны на основные продовольственные товары (и сырья для их производства) и защита интересов отечественного холодильного машиностроения становятся весьма актуальными. Устойчивое финансирование фундаментальных и прикладных научных исследований, а также опытно-конструкторских работ со стороны международных фондов, государств и крупных компаний, увеличение числа студентов по холодильному делу и повышение качества их подготовки позволят решить эту всеобъемлющую задачу.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бараненко А.В. Итоги работы МАХ. // Вестник Международной академии холода. 2016. № 2.
- 2 Бараненко А.В., Пекарев В.И. Фирма «Битцер» – производитель высокоэффективных холодильных компрессоров. // Холодильная техника. 2016. № 8.
- 3 Совершенствование энергопотребления холодильных складов. // Холодильная техника, 2013. № 8.
- 4 Цыганков А.В., Гримитлин А.М. Состояние и перспективы развития систем кондиционирования воздуха. // Вестник Международной академии холода. 2013. № 4.
- 5 Сусликов Д.В. Современные подходы в проектировании систем промышленного холодоснабжения на NH_3/CO_2 . // Холодильная техника. 2017. № 2
- 6 Никуленкова Т.Т., Лавриненко Ю.И., Ястина Г.М. Проектирование предприятий общественного питания. М.: Колос, 2014. С. 110–112
- 7 Руцкой А.В. Холодильная техника и технология. М.: ИНФРА-М, 2014. С. 140
- 8 Алексеев Г.В., Башева Е.П., Дерканосова А.А. Возможные направления компьютерного моделирования и проектирования технологических машин и оборудования пищевых производств // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 4(66). С. 22–27.
- 9 Memarzadeh F., Manning A. Thermal comfort, uniformity and ventilation effectiveness in patient rooms // ASHRAE Transactions. 2012. P. 48–61
- 10 Семенюк В.А. Термоэлектрическое охлаждение: состояние и перспективы // Холодильная техника и технология. 2013. №62. С. 16
- 11 Мазур В. Холодильные кристаллы: пролив в будущее // Одесские известия. 2014. С. 3–5
- 12 Л-стик – климатическое оборудование. URL: <http://www.l-stik.com.ua/>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий А. Сьянов к.т.н., кафедра Машины и аппараты пищевых производств, Башкирский Институт Технологий и Управления (филиал) Московского Университета Технологий и Управления им. К.Г. Разумовского, ул. Смоленская, 34, г. Мелеуз, 453850, Республика Башкортостан, Россия, saunov@ua.ru

Елена А. Соловьёва к.т.н., доцент, кафедра Машины и аппараты пищевых производств, Башкирский Институт Технологий и Управления (филиал) Московского Университета Технологий и Управления им. К.Г. Разумовского, ул. Смоленская, 34, г. Мелеуз, 453850, Республика Башкортостан, Россия, solovyva25@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Дмитрий А. Сьянов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Елена А. Соловьёва обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.09.2017

REFERENCES

- 1 Baranenko A.V. Results of the MACH. *Vestnik MAKH* [Proceedings of International Academy of refrigeration] 2016, no. 2. (in Russian)
- 2 Baranenko A.V., Pekarev V.I. Firm "Bitzer" – manufacturer of high-performance refrigeration compressors. *Kholodilnaya Tekhnika* [Refrigeration equipment] 2016, no. 8. (in Russian)
- 3 Improving the energy consumption of refrigerated warehouses. *Kholodilnaya Tekhnika* [Refrigeration equipment], 2013, no. 8. (in Russian)
- 4 Tsygankov A.V., Gritmitlin A.M. Status and prospects of development of air-conditioning systems. *Vestnik MAKH* [Proceedings of International Academy of refrigeration] 2013, no. 4. (in Russian)
- 5 Suslikov D.V. Modern approaches in the design of systems industry refrigeration NH_3/CO_2 . *Kholodilnaya Tekhnika* [Refrigeration equipment], 2017, no. 2 (in Russian)
- 6 Nikulenkova T.T., Lavrinenko Y.I., Astina G.M. *Proektirovanie predpriyatii* [Design of public catering enterprises] Moscow, Kolos, 2014. p. 110–112 (in Russian)
- 7 Rutskoi A.V. *Kholodil'naya tekhnika* [Refrigeration technique and technology] Moscow, INFRA-M, 2014. p. 140 (in Russian)
- 8 Alekseev G.V., Basheva E.P., Derkanosova A.A. Possible directions for computation modeling and design of technological machines and equipment for food production. *Vestnik VGUET* [Proceedings VSUET] 2015. no. 4(66). pp. 22–27. (in Russian)
- 9 Memarzadeh F., Manning A. "Thermal comfort, uniformity and ventilation effectiveness in patient rooms" ASHRAE Transactions 2012. pp. 48–61
- 10 Semenyuk V.A. Thermoelectric cooling: status and perspectives. *Kholodil'naya tekhnika* [Refrigeration technique and technology] 2013, vol.62. p. 16 (in Russian)
- 11 Mazur V. Cooling crystals: a breakthrough in the future. *Odesskie izvestiya* [Odessa news] 2014, pp. 3–5 (in Russian)
- 12 L-stik. Available at: <http://www.l-stik.com.ua> (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dmitrii A. S'yanov candidate of technical sciences, Machines and equipment for food production department, Bashkir University of technology and Management (branch), Smolensk av., 34, Meleuz, 453850, Republic of Bashkortostan, Russia, saynov@ya.ru

Elena A. Solov'eva candidate of technical sciences, assistant professor, Machines and equipment for food production department, Bashkir University of technology and Management (branch), Smolensk av., 34, Meleuz, 453850, Republic of Bashkortostan, Russia, solovyva25@yandex.ru

CONTRIBUTION

Dmitrii A. S'yanov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Elena A. Solov'eva review of the literature on an investigated problem

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.17.2017

ACCEPTED 9.21.2017

Экономико-математическое обоснование оптимизации использования видов технических средств, для выполнения задач в условиях неопределенности

Ирина В. Кукова¹ iris1982@yandex.ru
Виктор И. Мещеряков²

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

² ВВС, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, Воронеж, 396064, Россия

Реферат. В рамках настоящей статьи предлагается вариант экономико-математического обоснования оптимизации подходов к выбору средств, для обследования аэродромов, рассмотрен механизм использования группы статистических критериев по оптимальности и полезности принимаемых решений в этом вопросе, при действиях в условиях неопределенности. Последнее время в современном мире во многих социально-экономических областях жизнедеятельности человека частенько возникают тематические задачи принятия управленческих решений в конфликтной среде и конкурентной борьбы, когда несколько в общем случае разумно работающих субъектов выполняют коллективное принятие управленческих решений, причем выгода каждого зависит не только от отобранной им бизнес-стратегии, но и от управленческих решений других партнеров и успехов экспериментов. Поэтому необходима разработка и обоснование оптимальных вариантов принятия решений выбора сил и средств, для выполнения задач в условиях неопределенности, что также приемлемо для воинских формирований. Актуальной проблемой в настоящее время является оптимизация управления системой инженерно-аэродромного обеспечения, составляющие которой, выполняют свои задачи в условиях неопределенности. Анализ потенциальных возможностей технических средств (беспилотных летательных аппаратов) показывает, что при условии оснащения их соответствующей аппаратурой может быть рассмотрен вопрос о возможности их использования в качестве одной из составляющих комплекса технических средств, для обследования аэродромов после воздействия противника по взлетно-посадочной полосе. Поэтому научной задачей в статье ставится – рассмотреть возможности использования технических средств, для обследования аэродромов специалистами инженерно-аэродромной службы, а целью исследования является – с использованием математических методов обосновать выбор наиболее эффективного средства, с точки зрения экономических затрат на его внедрение и использование при выполнении задач в условиях неопределенности.

Ключевые слова: условия неопределенности, математические методы, беспилотные летательные аппараты, инженерно-аэродромная служба, теории принятия решений, статистические критерии полезности принимаемых решений

Economic-mathematical substantiation of optimizing the use of technical means, to perform tasks in conditions of uncertainty

Irina V. Kuksova¹ iris1982@yandex.ru
Viktor I. Meshcheryakov²

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

² Military training and research center air force “The air force academy named after the professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin”, Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia

Summary. In this article a variant of the economic-mathematical substantiation of optimization approaches choice of tools for the survey of airfields, the mechanism of the use of multiple statistical criteria for optimality and usefulness of the decisions taken in this matter, when operating in conditions of uncertainty. Lately in the modern world in many socio-economic areas of human life quite often there are thematic challenges of managerial decision-making in a conflict environment and competition, when several in the General case, reasonable working actors perform collective decision-making, and the benefits of each depends not only on the chosen business strategies, but also from management decisions of other partners and the success of the experiments. Therefore, it is necessary to develop and substantiation of optimum variants of decision of choice of forces and means to perform tasks in conditions of uncertainty, that is also acceptable for military units. The actual problem currently is to optimize system control engineering-airfield security, the components of which perform their tasks under conditions of uncertainty. Analysis of opportunities of technical means (unmanned aerial vehicles) shows that under the condition of equipping them with the appropriate equipment can be considered about the possibility of their use as part of a complex of technical means for inspection of airfields after the who enemy action in the runway. Therefore, the scientific goal in this article is to examine the possibilities of using technical means for inspection of airfield engineering and airfield services, and the aim of the study is using mathematical methods to justify the choice of the most effective means, from the point of view of economic cost of its introduction and use when performing tasks in conditions of uncertainty.

Keywords: conditions of uncertainty, mathematical methods, unmanned aerial vehicles, engineer-airfield service of the decision theory, statistical criteria for effective decisions

Для цитирования

Кукова И.В., Мещеряков В.И. Экономико-математическое обоснование оптимизации использования видов технических средств, для выполнения задач в условиях неопределенности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 232–237. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-232-237

For citation

Kuskova I.V., Meshcheryakov V.I. Economic-mathematical substantiation of optimizing the use of technical means, to perform tasks in conditions of uncertainty. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 232–237. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-232-237

Введение

Проблема практического учета фактора неопределенности в процессах управления в современных условиях становится все более актуальной и безотлагательной. Поэтому прогнозирование поведения системы инженерно-аэродромного обеспечения в будущем является необходимым условием того, что принятые решения по подготовке аэродрома обеспечат ее эффективное функционирование в течение заданного времени.

В своих трудах П.И. Иванов утверждает, командиру, принимающему решение для действий в условиях неопределенности, помогают выработать решение (вырабатывать рекомендации) теории статистических решений и экспертных оценок [3].

Прежде чем приступить к проведению экономико-математического анализа выбора средств для обследования аэродрома необходимо определиться с чьей точки зрения будет выполняться эта работа.

Практические обстоятельства, в которых необходимо принимать военные решения, бывают настолько неоднозначными, что даже небольшая поддержка со стороны математических методов является весьма значительной. Основанный на различных математических методах комплекс расчетных задач способен оказать прямое содействие командованию и штабам при нахождении ответов на определенную группу вопросов [4].

Решение любой задачи носит компромиссный характер. В связи с этим, чтобы принять наиболее правильное решение, необходимо рассмотреть возможные варианты, тщательно изучив состояние выбираемого объекта, тенденции его развития, влияние данного решения на перспективу. Вот почему экономико-математическое обоснование предполагает, прежде всего, отказ от субъективизма и переход к всесторонне обоснованным оценкам.

Понятие «решение» в современной жизни весьма многозначно. Оно понимается и как процесс, и как акт выбора, и как результат выбора. Основная причина неоднозначной трактовки этого понятия заключается в том, что каждый раз в него вкладывается смысл, соответствующий конкретному направлению исследований [5].

В рамках данной статьи необходимо выработать решение по выбору предпочтительного средства для обследования аэродрома, которое связано с решением многокритериальной задачи. Известно несколько способов ее решения, описанные в работе [6], с которыми можно согласиться.

Первый, основанный на использовании метода анализа иерархий и его модификаций. Применение указанного способа предусматривает возможность установления соотношения характеристик сравниваемых средств и сводится к нахождению коэффициента весомости и объединению нормированных единичных показателей в комплексный. Вторым способом нахождения коэффициентов весомости определяется с помощью метода ранжирования характеристик средств. Третий – известные экспертные способы оценки качества рассматриваемых средств, основанные на упрощении первых двух. К ним относятся способы, связанные с лексико-графическим методом, с методом усреднения единичных показателей, максиминным методом оценки качества, методом идеальной точки и другие. Четвертый способ основан на формировании обучающей выборки для создания шкалы оценки качества. Следует отметить, что всем рассмотренным способам выбора предпочтительного средства присущи определенные недостатки.

Экспертные исследования ситуации часто осуществляются с помощью экспертных систем, которые относятся к системам искусственного интеллекта. Различают механизмы проведения экспертиз с одним или многими экспертами, при которых стремятся достичь согласованной оценки одной и той же группы альтернатив ситуации за счет высокого значения коэффициента согласия независимых экспертов [7].

Авторы учли, что экспертный метод в значительной мере может обеспечить объективность, многосторонность, комплексность и компетентность принимаемых практических решений. На сегодня этот метод достаточно разработан и применяется у нас и за рубежом, как средство повышения надежности решения научных и управленческих проблем.

С.Ф. Викулов утверждает, что военно-экономический анализ имеет дело с количественной оценкой показателей. Метод измерения показателей не является единственно возможным способом получения количественной меры величины показателя [8].

Таким образом, весьма привлекательным выбором решения является оценка качества систем средств, объектов в условиях неопределенности с использованием в настоящее время в общей теории принятия решений следующих критериев принятия решения: максиминный критерий Вальда, минимаксный критерий Сэвиджа, критерий обобщенного максимума Гурвица, критерий Байеса-Лапласа и др. [3].

Основная часть

С целью повышения объективности и достоверности оценки качества рассматриваемых средств, авторами предлагается проводить выборку, состоящую из нормированных единичных показателей и на основе их совокупности выбрать средство для обследования аэродромов наиболее эффективное, с точки зрения экономичности его применения.

Обследование существующих аэродромов, согласно требований руководящих документов, производится аэродромно-разведывательной группой в целях определения их эксплуатационных характеристик, состояния, степени разрушения, возможности и целесообразности восстановления с определением видов и объемов работ на вертолете путем первоначального осмотра территории с воздуха с последующей посадкой на участки для их наземного обследования. В тех случаях, когда использование вертолетов не представляется возможным, инженерно-аэродромная разведка осуществляется на автомобилях повышенной проходимости.

Выбор оптимального плана достижения цели может считаться вполне обоснованным лишь в том случае, когда, как правило, имеется количественная оценка значений показателей и критериев [8].

Оптимизация плана использования выбранного средства предполагает получение максимума эффективности его применения с наименьшими затратами в определенный период. Поэтому постановку задачи оптимизации использования можно сформулировать следующим образом: определить, какой вид средства необходимо выбрать для выполнения задачи, чтобы получить максимальный экономический эффект от его использования в заданное время.

С точки зрения эффективности и экономико-математической оптимизации выбора и использования предпочтительного средства (самолет, вертолет, автомобиль, БЛА) для обследования существующих аэродромов, предполагается использовать следующие показатели (сравнительные характеристики): общие эксплуатационные затраты выбранного средства, с учетом технического обслуживания; себестоимость и трудоёмкость проводимых мероприятий; стоимость владения и амортизация оборудования во время выполнения задачи; экономические затраты на технологический процесс обследования объекта и обработку полученных материалов.

Для сохранения экономического смысла проводимых вычислений, необходимо перед

рассмотрением сути каждого критерия расположить их в форме таблицы. В терминах теории игр такая таблица называется «матрицей выигрышей» (или «платежной матрицей»), поскольку ее элементы характеризуют эффективность (как бы условный «выигрыш») исходов при выборе определенного варианта действий при нахождении среды (обстановки) в соответствующем состоянии [3].

Матрицы принятия решений (матрицы эффективности выбора средств) это строки которые соответствуют виду представленных средств, столбцы – возможным сравнительным характеристикам (ситуациям), а ее a_{ij} элементы равны значениям целевой функции (т. е. результатам или эффективности) при действиях по i -му варианту решения j -й ситуации (состоянии обстановки). Во многих случаях целевая функция a задается в табличной форме совокупностью ее значений a_{ij} (таблица 1).

Таблица 1.

Матрица «выигрышей»

Table 1.

Matrix of “winnings”

	Y_1	Y_2	...	Y_n
x_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
x_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...
x_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

Для проведения вычислений строится матрица исходных данных (таблица 2), где в исходных отношениях сравнительные характеристики оказывают опосредованное влияние на деятельность выбранных средств.

Таблица 2.

Матрица исходных данных

Table 2.

Initial Data Matrix

A_i (средства для обследования аэродрома means for inspection of the aerodrome)	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4
Самолет Aircraft				
Вертолет Helicopter				
Автомобиль Car				
БЛА UAV				

Первым шагом решения задачи будет упрощение матрицы, которое состоит в выявлении подчиненных или дублирующих стратегий и их отбрасывании. Однако упрощение (редукция) осуществляется только за оперирующую сторону.

На втором шаге, при недостаточной осведомленности об условиях, в которых осуществляется выбор решения, строим платежную матрицу. Дополняем исходную матрицу $\|a_{ij}\|$ столбцом максимумов построчных элементов – получим расширение матрицы. Используя формулу

$$r_{ij} = \beta_j - a_{ij},$$

где β_j – максимальный элемент строки, a_{ij} – элементы строки, получим платежную матрицу. Дополнив $\|r_{ij}\|$ матрицу столбцом

$$\sum_{j=1}^n r_{ij},$$

получим расширенную платежную матрицу, из которой получаем ответ, т. е. выбирается минимальный критерий среднего выигрыша.

Для определения оптимизации выбора стратегии в данной ситуации необходимо ввести дополнительные показатели. Используем группу критериев, которые должны выступать индикатором оптимальности в условиях полной статистической неопределенности.

В нашем случае выбираем первым максимальный критерий Вальда (критерий крайнего пессимизма). Лицо, принимающее решение, выбирает стратегию (средство), гарантирующую максимальное значение наихудшего выигрыша, то есть выбирает стратегию, которая максимизировала бы выигрыш (оптимального выбора и использования) в самой неблагоприятной ситуации.

Определить оптимальные варианты стратегий из множества решений, заданных матрицей решений $\|r_{ij}\|$ можно по формуле:

$$W = \max_i \min_j a_{ij} \quad (1)$$

и выбрать оптимальную стратегию в выбранном нами случае.

По критерию Сэвиджа (правило минимакс) рекомендует выбирать ту стратегию, при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации, т. е. такую, которая гарантирует минимум максимального риска:

$$W = \max_i \min_j (W_{\max} - W_{ij}) \quad (2)$$

Сущность критерия Сэвиджа состоит в том, чтобы любыми путями избежать большого риска. Применение данного критерия предполагает рассмотрение некоторой производной матрицы. Для построения матрицы риска используем платежную матрицу в конечном итоге получить результат по выбору предпочтительного средства для обследования аэродрома.

Критерий обобщенного максимума Гурвица рекомендует рассчитывать на нечто среднее между крайним пессимизмом и крайним оптимизмом. Он имеет вид:

$$W = \max_i [C \times \max_j r_{ij} + (1 - C) \times \min_j r_{ij}] \quad (3)$$

Как видно из формулы – это целое семейство правил, зависящих от параметра C , где $C \in [0; 1]$. В нашем случае у лица принимающего решение (по определению авторов), нет склонности принимать рискованные решения, то вполне логично в качестве C выбрать $C = 0,5 \Rightarrow 1 - C = 0,5$ и, в связи с этим

$$V_G = \max_i [0,5 \times (\max_j r_{ij} + \min_j r_{ij})].$$

В результате проводимых вычислений максимальное среднее значение будет ответом предпочтительности в выборе средств, для обследования аэродрома.

Критерий Байеса-Лапласа предъявляет к ситуации, в которой используется принцип недостаточного основания, когда вероятности ситуаций a_{ij} неизвестны и при отсутствии информации о действиях противоборствующей стороны принимаются одинаковыми [9]. Для этого критерия оценочная функция запишется так: $Z_{BL} = \max_i e_{ir}$ при равновесных состояниях:

$$F_{BL} = \max_i \sum_{j=1}^n a_{ij} q_j, \quad (4)$$

где a_{ij} – i -й элемент матрицы, q_j – вероятность j -й ситуации (появления внешнего состояния).

Так как состояния равновесные то, $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 0.25$. Каждый элемент матрицы умножаем на вероятность события q , которая в этой задаче равна 0.25, после этого полученные значения складываются построчно и записываются в дополнительный столбец.

Из дополнительного столбца выбирается максимальное ($\max$) значение – и есть ответ.

Исследование результирующей матрицы (таблица 3) является обобщающим результатом исследования оптимизации выбора и использования технических средств, для выполнения задач обследования аэродрома.

Таблица 3.
Сводная таблица полученных результатов исследования

Table 3.
Summary of the results of the study

№ п/п	Критерий Criterion	Стратегия
1	Расширенная платежная матрица Extended Payment Matrix	
2	Вальда Valda	
3	Сэвиджа Savage	
4	Гурвица Hurwica	
5	Байеса-Лапласа Bayes-Laplace	

Кроме того, она является наиболее важным фактором экономико-математического обоснования выбора наиболее эффективного средства, с точки зрения экономических затрат на его внедрение и использование при выполнении задач в условиях неопределенности.

Использование критериев принятия решения в условиях неопределенности на основе сформированных альтернатив (сравнительных характеристик) выбора позволяют охарактеризовать предпочтение в выборе средств, для обследования аэродрома.

Заключение

На основе полученной информации можно сделать выводы о том, что выбранные

средства в настоящее время могут решать задачи, поставленные перед инженерно-аэродромным обеспечением базирования авиации на высоком экономическом и передовом технологическом уровне.

Направления дальнейших исследований заключаются в разработке программы для ЭВМ в форме информационно-расчетного обеспечения поддержки принятия решений в условиях неопределенности.

В дальнейшем полученные данные предлагается ввести в практические рекомендации должностным лицам инженерно-аэродромной службы при восстановлении боеспособности аэродромов базирования авиации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Влацкая И.В., Нестеренко М.Ю., Полежаев П.Н. Разработка системы поддержки принятия решений в условиях неопределенности на основе игрового моделирования.

2 Обзор комплексов беспилотных летательных аппаратов представленных на российском и зарубежном рынках // ФКУ НИЦ «Охрана»: информационный обзор. 2011.

3 Иванов П.И. Основы и применение методов прикладной математики в военном деле: учебник; под ред. П.И. Иванова. Монино.: ВВА им. Ю.А. Гагарина, 1991. 512 с.

4 Мешеряков В.И., Власов А.Б., Перунов А.Г., Салов С.В. Обоснование оптимального варианта принятия решений при управлении силами и средствами, действующих в условиях неопределенности // Современные проблемы науки и образования: сетевой журн. 2015. URL: www.Science-education.ru/122-21022 (дата обращения: 01.07.2017).

5 Райзберг Б.А. Современный экономический словарь // Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. М.: ИНФРА-М, 2010. С. 58.

6 Черноскутов А.И., Тришкин В.С. Оценка качества сложных систем и средств при создании вооружения и военной техники // Военная мысль. 2016. № 6. С. 17–23.

7 Балашова Е.А., Битюкова В.В., Котов Г.И., Буданов А.В. Математическое моделирование процесса принятия решения о состоянии стохастических систем // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 118–124. DOI:10.20914/2310-1202-2016-2-118-124

8 Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ: учебник; под ред. С.Ф. Викулова. М.: Воениздат, 2000. 214 с.

9 Куксова И.В. Критерии оценки эффективности инновационной деятельности предприятий // Глобализация науки: проблемы и перспективы: сборник статей международной научно-практической конференции. 2015. С. 59–61

10 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.

11 Wenkel, K.O., Berg, M., Mirschel, W., et al., An inter active decision support system for climate change impact assessment and the analysis of potential agricultural land use adaptation strategies, J. Environ. Man age., 2013, vol. 127, pp. 168–183.

12 Rossignoli C, Gatti M, Agrifoglio R. Organizational Innovation and Change: Managing Information and Technology. Springer. 2016.

13. Cawsey T, Deszca G, Ingols C. Organizational Change: An Action-Oriented Toolkit. Thousand Oaks, Calif.: SAGE Publications. 2015 pp. 18–23.

14 Boje D. Organizational Change and Global Standardization: Solutions to Standards and Norms Overwhelming Organizations. Routledge Studies in Organizational Change and Development. Routledge. 2015. pp. 148–153.

15 Parry W. Big Change, Best Path: Successfully Managing Organizational Change with Wisdom, Analytics and Insight. Kogan Page. 2015. pp. 42–52.

REFERENCES

1 Vlatskaya I.V., Nesterenko M. Yu., Polezhaev P.N. Razrabotka sistemy podderzhki prinyatiya reshenii [The development of the system of support of decision-making under uncertainty on the basis of gaming simulation]. (in Russian)

2 Review of systems unmanned flying models on the Russian and foreign markets. FkU NITs "Okhrana" [PKU SIC "Protection": the information review] 2011. (in Russian).

3 Ivanov P.I. Osnovy i primeneniye metodov prikladnoi matematiki [Fundamentals and application of methods of applied mathematics in military Affairs: textbook] Monino.: VVA im. Yuri Gagarin, 1991. 512 p. (in Russian)

4 Meshcheryakov V.I., Vlasov A.B., Perunov A.G., Salov S.V. Substantiation of the optimal variant of decision-making at management Institute of forces and means operating in uncertain conditions. *Sovremennye problem nauki* [Modern problems of science and education: the network journal]. 2015. Available at: www.Science-education.ru/122-21022 (date accessed: 01.07.2017).

5 Raizberg B.A. Sovremennyyi ekonomicheskii slovar' [Modern economic dictionary] Moscow, INFRA-M, 2010. 58 p. (in Russian)

6 Chernoskutov A.I., Trishkin V. S. Estimation of quality of complex systems and means in the establishment of a weapons and military technology. *Voennaya mysl'* [Military thought] 2016. no. 6. pp. 17–23. (in Russian)

7 Balashova E.A., Bityukova V.V., Kotov G.I., Budanov A.V. Mathematical modeling of the decision-making process on the state of stochastic systems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the VSUET]. 2016. no. 2. pp. 118-124. (in Russian) DOI:10.20914/2310-1202-2016-2-118-124

8 Vikulov S.F. Voenno-ekonomicheskii analiz [Military-economic analysis: textbook; edited by S.F. Vikulov] Moscow, Military Publishing, 2000. 214. (in Russian)

9 Kuksova I.V. evaluation Criteria effectively for innovative activities of enterprises. *Glibalizatsiya nauki* [Globalization of science: problems and prospects: collection of articles of international scientific-practical conference] 2015. pp. 59–61 (in Russian)

10 Mystrov L.E., Derkanosova A.A. Methods of Information Impact in the Synthesis of Strategies for Managing Competitive Stability of Social and Economic

Organizations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 4 (58). pp. 282-288. (in Russian)

11 . Wenkel, K.O., Berg, M., Mirschel, W., et al., An inter active decision support system for climate change impact assessment and the analysis of potential agricultural land use adaptation strategies, *J. Environ. Man age.*, 2013, vol. 127, pp. 168–183.

12 . Cawsey T, Deszca G, Ingols C. Organizational Change: An Action-Oriented Toolkit. Thousand Oaks, Calif.: SAGE Publications. 2015 pp. 18–23.

13 Boje D. Organizational Change and Global Standardization: Solutions to Standards and Norms Overwhelming Organizations. Routledge Studies in Organizational Change and Development. Routledge. 2015. pp. 148–153.

14 Parry W. Big Change, Best Path: Successfully Managing Organizational Change with Wisdom, Analytics and Insight. Kogan Page. 2015. pp. 42–52.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Виктор И. Мещеряков к.в.н., доцент, ВВС, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54 а, Воронеж, 396064, Россия,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина В. Куксова консультация в ходе исследования

Виктор И. Мещеряков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina V. Kuksova doctor of economical sciences, assistant professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, iris1982@yandex.ru

Viktor I. Meshcheryakov candidate of military sciences, assistant professor, Military training and research center air force, “The air force academy named after the professor N.E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin”, Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia,

CONTRIBUTION

Irina V. Kuksova consultation during the study

Viktor I. Meshcheryakov 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 8.3.2017

ACCEPTED 9.11.2017

Экономическая безопасность Российской Федерации: современное состояние, уровень и угрозы

Виктория В. Григорьева	¹	vickierus@mail.ru
Геннадий Н. Струков	¹	g.strukov@inbox.ru
Юлия И. Слепокурова	¹	yuliya.orobinskaya@mail.ru
Алена А. Слепокурова	¹	alena_slepokurova@mail.ru

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

Реферат. В современных условиях глобализации и международной конкуренции за контроль над рынками сбыта, а также технологическими, информационными и природными ресурсами, обостряются проблемы обеспечения национальной и экономической безопасности страны. Россия сегодня прилагает все усилия для защиты своих позиций на мировой арене и улучшения жизни своих граждан. Несмотря на обострение в настоящее время экономико-политических и социальных разногласий в мире, Российская Федерация имеет свои национальные интересы, реализация которых возможна лишь на основе устойчивого развития системы экономической безопасности государства, которая традиционно определяет способность экономической системы страны поддерживать нормальные условия функционирования народного хозяйства и жизнедеятельности населения. Состояние уровня экономической безопасности государства возможно оценить, только используя продуманный инструментарий анализа показателей (индикаторов) экономического развития объекта и пороговых значений, способных определить качественную характеристику актуальной и максимально успешной модели функционирования экономики. Анализ современного положения российской экономики показал наличие ряда серьезных проблем, существующих на данный момент в экономике страны. Уровень экономической безопасности России, имеющий тенденцию к повышению в период 1998-2013 года, с 2014 года резко снижается до критических отметок, что говорит о необходимости применения мер по реструктуризации системы обеспечения экономической безопасности государства. На основе исследований выявлен список особо опасных угроз для современной отечественной экономики, который включает в себя: низкий уровень промышленного производства страны; зависимость экономики от импорта продукции и экспорта сырья; низкий уровень жизни населения; быстрый рост теневой экономики и коррупции; отсутствие развития гражданской науки и инноваций. Основные стратегические направления для повышения уровня экономической безопасности России сегодня и в будущем заключаются в полной реиндустриализации, основанной на инновациях и импортозамещении, в продуманной реструктуризации и обновлении всех ветвей власти и их представителей.

Ключевые слова: экономическая безопасность государства, уровень экономической безопасности, пороговые значения экономической безопасности государства, индикаторы экономической безопасности, угрозы экономической безопасности

Economic security of the Russian Federation: current status, level and threats

Viktoria V. Grigoryeva	¹	vickierus@mail.ru
Gennadij N. Strukov	¹	g.strukov@inbox.ru
Julija I. Slepokurova	¹	yuliya.orobinskaya@mail.ru
Alena A. Slepokurova	¹	alena_slepokurova@mail.ru

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

Summary. The problems of national and economic security maintenance is aggravating in modern conditions of globalization and international competition related to control of market channels, technological, information and natural resources. Today Russia is making all efforts to protect its position on the world stage and improve the lives of its citizens. Despite the worsening of the present economic, political and social differences in the world, the Russian Federation has its own national interests, which can be possible to fulfill only on the basis of sustainable development of the national economic security system. The latter traditionally determines the ability of the state economic system to maintain normal conditions for the national economy functioning and the population activity. The national economic security stability can be estimated only by the application of elaborate tools of the economic development indicators analysis and the threshold values examination aimed at the determination of the quality characteristic of actual and the most successful model of the economic activity. The analysis of the current Russian economic situation showed the presence of some serious problems existing in the national economy. The economic security level of Russia, having a tendency to increase in the period of 1998-2013, has been sharply reduced to critical points since 2014. So, it is necessary to take some measures to restructure the system of economic security of the state. Based on the research it was identified the list of the most dangerous threats to the modern Russian economy, which includes: low level of the country industrial production; the economy dependence on goods import and raw materials export; low living standards of the population; the rapid growth of the shadow economy and corruption; the lack of civil science and innovation development. The main strategic directions for economic security level increase in Russia today and in the future are aimed at the re-industrialization based on innovation and import substitution, on the perfect restructuring and renewal of all power branches and their representatives..

Keywords: economic security of the state, the level of economic security, the threshold values of the state's economic security, indicators of economic security, threats to economic security

Для цитирования

Григорьева В.В., Струков Г.Н., Слепокурова Ю.И., Слепокурова А.А. Экономическая безопасность Российской Федерации: современное состояние, уровень и угрозы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 238–252. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-238-252

For citation

Grigoryeva V.V., Strukov G.N., Slepokurova Ju.I., Slepokurova A.A. Economic security of the Russian Federation: current status, level and threats. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 238–252. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-238-252

Введение

Процессы глобализации, международная экономическая интеграция, повышение конкуренции на различных уровнях, влияние транснациональных корпораций в интересах своей страны – всё это заставляет всерьез задуматься о национальной экономической безопасности.

Экономическая безопасность традиционно рассматривается как важнейшая качественная характеристика экономической системы государства, которая определяет ее способность поддерживать нормальные условия жизнедеятельности населения, устойчивое обеспечение ресурсами развития народного хозяйства, а также последовательную реализацию национально-государственных интересов.

Начиная с 1990-х годов проблеме экономической безопасности стало уделяться повышенное внимание со стороны российских ученых [1, 3, 6]. Если проанализировать все существующие точки зрения, то можно сделать однозначный вывод о том, что экономическая безопасность является составной и неотъемлемой частью национальной безопасности страны.

Состояние экономической безопасности государства оценивается объективной системой параметров, критериев и индикаторов экономического развития объекта, определяющих пороговые значения успешного функционирования экономической системы. За пределами этих значений система теряет способность к динамическому росту и саморазвитию, конкурентоспособности на внутренних и внешних рынках, становится объектом экспансии транснациональных корпораций, страдает от внутреннего и внешнего грабежа национального богатства страны, процветания коррупции.

Экономическая безопасность сильного государства должна характеризоваться устойчивостью функционирования регионов и стабильной положительной тенденцией социально-экономического развития всей страны. Для оценки и прогнозирования необходимо создание и развитие эффективной системы показателей (индикаторов), основываясь на пороговых значениях которых, можно точно знать в каких направлениях стоит делать упор и на что необходимо обратить внимание.

Уровень экономической безопасности государства должен быть охарактеризован по определенным качественным критериям, которые отражают:

- экономическую и политическую стабильность общества;
- целостность государства;
- возможность противостоять влиянию внутренних и внешних угроз;
- устойчивость социально-экономической ситуации в стране и т. д.

Полный перечень индикаторов экономической безопасности государства насчитывает более 150 показателей.

Наиболее известными сторонниками метода введения одного порогового значения по индикатору являются академики С.Ю. Глазьев, чья система показателей включает в себя 22 показателя, ключевыми параметрами которой являются динамика производства, состояние национального бюджета страны и государственного долга, и В.К. Сенчагов, в системе которого 16 показателей, первые из которых характеризуют социальную сферу, а ключевое значение принадлежит таким индикаторам, как «доля населения с доходами ниже прожиточного минимума» и «отношение доходов 10% наиболее обеспеченного к доходам 10% наименее обеспеченного населения»). Полный перечень индикаторов экономической безопасности государства насчитывает около 150 показателей [2].

Основная часть

Основываясь на работах отечественных и зарубежных ученых [7–15] и перечне, предложенном Институтом экономики РАН, а также собственных исследованиях и работах в области экономической безопасности, была составлена система из 18 основных индикаторов экономической безопасности государства, а также их пороговых значений, сопоставление с которыми представляет возможность анализа различных составляющих безопасности национального хозяйства, применительно к условиям Российской Федерации (таблица 1).

Индикаторы, перечисленные в таблице 1 были использованы для расчета общего запаса экономической безопасности Российской Федерации. Для более наглядного анализа и упрощения подсчетов список был разделен на две части: мини-индикаторы и макси-индикаторы (таблица 2).

Таблица 1.

Основные индикаторы экономической безопасности РФ

Table 1.

The main indicators of economic security of the Russian Federation

Название показателя Name of the indicator	Пороговое значение Threshold value
1. Объем ВВП, млрд рублей GDP, billion rubles	28140
2. Валовый сбор зерновых, млн тонн Gross grain harvest, million tons	60
3. Доля инвестиций в основной капитал, % к ВВП The equity contribution of fixed asset formation, % of GDP	16
4. Доля расходов на оборону, % к ВВП The quota of defense expenditure, % of GDP	3
5. Доля затрат на "гражданскую" науку, % к ВВП The quota of civil science expenditure, % of GDP	1,5
6. Доля инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции, % The proportion of innovative products in total industrial production, in %	15
7. Доля машиностроения и металлообработки в промышленном производстве, % The proportion of machinery and metal processing in industrial production, %	25
8. Доля лиц с денежным доходом ниже прожиточного уровня во всей численности населения, % The proportion of people with substandard income related to the whole population, %	7
9. Децильный коэффициент дифференциации доходов населения The decile coefficient of the population income differentiation	8
10. Уровень безработицы, % к экономически активному населению Unemployment rate, % related to economically active population	8
11. Уровень монетизации, % к ВВП The level of monetization, % of GDP	25
12. Внешний долг, % к ВВП External public debt, % of GDP	40
13. Внутренний долг, % к ВВП Internal debt, % of GDP	25
14. Доля расходов бюджета на обслуживание государственного долга, % от общего объема расходов бюджета The share of government debt service expenditure, % of total budget expenditures	10
15. Дефицит федерального (центрального) бюджета, % к ВВП The deficit of the Federal (Central) budget, % of GDP	3
16. Уровень инфляции, % The rate of inflation, %	25
17. Объем золотовалютных резервов, % к ВВП The volume of Forex reserves, % of GDP	15
18. Доля продовольствия, поступившего по импорту, в общем объеме продовольственных ресурсов, % The proportion of imported food related to the total amount of food resources, %	20

Таблица 2.

Список мини-индикаторов и макси-индикаторов

Table 2.

List of mini-indicators and maxi-indicators

Мини-индикаторы Mini indicators
1. Объем ВВП, млрд рублей GDP, billion rubles
2. Валовый сбор зерновых, млн тонн Gross grain harvest, million tons
3. Доля инвестиций в основной капитал, % к ВВП The equity contribution of fixed asset formation, % of GDP
4. Доля расходов на оборону, % к ВВП The quota of defense expenditure, % of GDP
5. Доля затрат на «гражданскую» науку, % к ВВП The quota of civil science expenditure, % of GDP
6. Доля инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции, % The proportion of innovative products in total industrial production, in %
7. Доля машиностроения и металлообработки в промышленном производстве, % The proportion of machinery and metal processing in industrial production, %
8. Объем золотовалютных резервов, % к ВВП The volume of Forex reserves, % of GDP

Макси-индикаторы
9. Доля лиц с денежным доходом ниже прожиточного уровня во всей численности населения, % The proportion of people with substandard income related to the whole population, %
10. Децильный коэффициент дифференциации доходов населения The decile coefficient of the population income differentiation
11. Уровень безработицы, % к экономически активному населению Unemployment rate, % related to economically active population
12. Уровень монетизации, % к ВВП The level of monetization, % of GDP
13. Внешний долг, % к ВВП External public debt, % of GDP
14. Внутренний долг, % к ВВП Internal debt, % of GDP
15. Дефицит федерального (центрального) бюджета, % к ВВП The deficit of the Federal (Central) budget, % of GDP
16. Уровень инфляции, % The rate of inflation, %
17. Доля продовольствия, поступившего по импорту, в общем объёме продовольственных ресурсов, % The proportion of imported food related to the total amount of food resources, %
18. Доля расходов бюджета на обслуживание государственного долга, % от общего объёма расходов бюджета The share of government debt service expenditure, % of total budget expenditures

Мини-индикаторы показывают пороговый уровень минимально допустимого значения фактора, макси-индикатор – максимально допустимый, соответственно.

Совокупность 18 пороговых значений показателей (индикаторов) и значения самих

показателей экономической безопасности Российской Федерации с 1998 по 2016 гг. представлены в таблице 3. Данные открыты и официально опубликованы на сайте Федеральной службы государственной статистики.

Таблица 3.
Показатели экономической безопасности России в период 1998–2016 гг.

Table 3.

Indicators of economic security in Russia in the period 1998-2016

Наименование показателя Name of the indicator	Пороговое значение Threshold value	1998	2003	2008	2013	2016
1	2	3	4	5	6	7
Мини-индикаторы Mini indicators						
1. Объём ВВП, млрд рублей GDP, billion rubles	28140	2629,6	13208,2	41276,8	71055,4	86043,6
2. Валовый сбор зерновых, млн тонн Gross grain harvest, million tons	60	65,1	78,8	108,2	92,4	120,7
3. Доля инвестиций в основной капитал, % к ВВП The equity contribution of fixed asset formation, % of GDP	16	15	18,2	21,4	20,8	20,4
4. Доля расходов на оборону, % к ВВП The quota of defense expenditure, % of GDP	3	2,8	2,9	3,7	4,5	5,3
5. Доля затрат на "гражданскую" науку, % к ВВП The quota of civil science expenditure, % of GDP	1,5	0,24	0,31	0,39	1,06	1,16
6. Доля инновационной продукции в общем объёме промышленной продукции, % The proportion of innovative products in total industrial production, in %	15	4,4	5,5	5,1	14,1	7,6
7. Доля машиностроения и металлообработки в промышленном производстве, % The proportion of machinery and metal processing in industrial production, %	25	19,8	21,1	20	20,6	20,7
8. Объём золотовалютных резервов, % к ВВП The volume of Forex reserves, % of GDP	15	21,6	19,2	42,7	22,6	18,7

1	2	3	4	5	6	7
Макси-индикаторы Maxi indicators						
9. Доля лиц с денежным доходом ниже прожиточного уровня во всей численности населения, % The proportion of people with substandard income related to the whole population, %	7	23,4	20,3	13,4	10,8	13,6
10. Децильный коэффициент дифференциации доходов населения The decile coefficient of the population income differentiation	8	13,8	14,5	16,6	16,3	16,5
11. Уровень безработицы, % к экономически активному населению Unemployment rate, % related to economically active population	8	13,2	8,2	6,2	5,5	5,5
12. Уровень монетизации, % к ВВП The level of monetization, % of GDP	25	14,1	19	33	42,3	46,9
13. Внешний долг, % к ВВП External public debt, % of GDP	40	146,4	44,7	34,2	31,1	25,0
14. Внутренний долг, % к ВВП Internal debt, % of GDP	25	19,4	23,5	12,4	13,1	13,5
15. Дефицит федерального (центрального) бюджета, % к ВВП The deficit of the Federal (Central) budget, % of GDP	3	5,3	1,3	4,9	1,3	3,6
16. Уровень инфляции, % The rate of inflation, %	25	84,5	11,99	13,28	6,45	5,4
17. Доля продовольствия, поступившего по импорту, в общем объеме продовольственных ресурсов, % The proportion of imported food related to the total amount of food resources, %	20	21,8	17,7	17,9	13,7	10,6
18. Доля расходов бюджета на обслуживание государственного долга, % от общего объема расходов бюджета The share of government debt service expenditure, % of total budget expenditures	10	17,7	4,9	1,3	4,1	4,0

Сравнение фактических значений с пороговыми позволяет судить о динамике изменения уровней составляющих экономической безопасности в период с 1998 по 2016 год.

Для выявления динамики изменений по каждому году сначала считается абсолютное отклонение по формулам:

$$\min = X_n - X_o \quad (1)$$

$$\max = X_o - X_n \quad (2)$$

где $\min$ – абсолютное отклонение мини-индикатора;
 X_o – пороговое значение индикатора;
 X_n – значение индикатора в определенном году;
 $\max$ – абсолютное отклонение макси-индикатора.

Относительная разница каждого года к пороговому значению находится с помощью формул:

для мини-индикаторов:

$$\frac{\Delta \min}{X_n} \quad (3)$$

для макси-индикаторов:

$$\frac{\Delta \max}{X_o} \quad (4)$$

Абсолютная и относительная разницы показателей 1998, 2003, 2008, 2013 и 2016 годов соответственно показаны в таблице 4.

В таблице 5 представлено среднее арифметическое относительных отклонений каждого индикатора по выбранному периоду и рассчитанный коэффициент общего запаса экономической безопасности РФ в период с 1998 по 2016 гг. (ОЗЭБ РФ)

Таблица 4.

Анализ показателей уровня экономической безопасности России в период 1998–2016 гг.

Table 4.

Analysis of indicators of the level of economic security in Russia in the period 1998–2016.

Наименование показателя Name of the indicator	1998		2003		2008		2013		2016	
	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мини-индикаторы Mini indicators										
1. Объем ВВП, млрд рублей GDP, billion rubles	-25510,4	-970,1	-14931,8	-113,0	13136,8	31,8	42915,4	60,4	57903,6	67,3
2. Валовый сбор зерновых, млн тонн Gross grain harvest, million tons	5,1	7,8	18,8	23,9	48,2	44,5	32,4	35,1	60,7	50,3
3. Доля инвестиций в основной капитал, % к ВВП The equity contribution of fixed asset formation, % of GDP	-1	-6,7	2,2	12,1	5,4	25,2	4,8	23,1	4,4	21,6
4. Доля расходов на оборону, % к ВВП The quota of defense expenditure, % of GDP	-0,2	-7,1	-0,1	-3,4	0,7	18,9	1,5	33,3	2,3	43,4
5. Доля затрат на "гражданскую" науку, % к ВВП The quota of civil science expenditure, % of GDP	-1,26	-525,0	-1,19	-383,9	-1,11	-284,6	-0,44	-41,5	-0,34	-29,3
6. Доля инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции, % The proportion of innovative products in total industrial production, in %	-10,6	-240,9	-9,5	-172,7	-9,9	-194,1	-0,9	-6,4	-7,4	-97,4
7. Доля машиностроения и металлообработки в промышленном производстве, % The proportion of machinery and metal processing in industrial production, %	-5,2	-26,3	-3,9	-18,5	-5	-25,0	-4,4	-21,4	-4,3	-20,8
8. Объем золотовалютных резервов, % к ВВП The volume of Forex reserves, % of GDP	6,6	30,6	4,2	21,9	27,7	64,9	7,6	33,6	3,7	19,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Макси-индикаторы Maxi indicators										
9. Доля лиц с денежным доходом ниже прожиточного уровня во всей численности населения, % The proportion of people with substandard income related to the whole population, %	-16,4	-234,3	-13,3	-190,0	-6,4	-91,4	-3,8	-54,3	-6,6	-94,3
10. Децильный коэффициент дифференциации доходов населения The decile coefficient of the population income differentiation	-5,8	-72,5	-6,5	-81,3	-8,6	-107,5	-8,3	-103,8	-8,5	-106,3
11. Уровень безработицы, % к экономически активному населению Unemployment rate, % related to economically active population	-5,2	-65,0	-0,2	-2,5	1,8	22,5	2,5	31,3	2,5	31,3
12. Уровень монетизации, % к ВВП The level of monetization, % of GDP	10,9	43,6	6	24,0	-8	-32,0	-17,3	-69,2	-21,9	-87,6
13. Внешний долг, % к ВВП External public debt, % of GDP	-106,4	-266,0	-4,7	-11,8	5,8	14,5	8,9	22,3	15	37,5
14. Внутренний долг, % к ВВП Internal debt, % of GDP	5,6	22,4	1,5	6,0	12,6	50,4	11,9	47,6	11,5	46,0
15. Дефицит федерального (центрального) бюджета, % к ВВП The deficit of the Federal (Central) budget, % of GDP	-2,3	-76,7	1,7	56,7	-1,9	-63,3	1,7	56,7	-0,6	-20,0
16. Уровень инфляции, % The rate of inflation, %	-59,5	-238,0	13,01	52,0	11,72	46,9	18,55	74,2	19,6	78,4
17. Доля продовольствия, поступившего по импорту, в общем объеме продовольственных ресурсов, % The proportion of imported food related to the total amount of food resources, %	-1,8	-9,0	2,3	11,5	2,1	10,5	6,3	31,5	9,4	47,0
18. Доля расходов бюджета на обслуживание государственного долга, % от общего объема расходов бюджета The share of government debt service expenditure, % of total budget expenditures	-7,7	-77,0	5,1	51,0	8,7	87,0	5,9	59,0	6	60,0

Таблица 5.

Общий запас экономической безопасности в период 1998–2016 гг.

Table 5.

The total economic security stockpiles in the period 1998-2016.

Среднее значение относительного отклонения для The average value of the relative deviation for	1998	2003	2008	2013	2016
Мини-индикаторов Mini indicators	-217,2	-79,2	-39,8	14,5	6,9
Макси-индикаторов Maxi indicators	-97,2	-8,4	-6,2	9,5	-0,8
Общий запас экономической безопасности (ОЗЭБ) The total economic security stockpiles (TESS)	-157,2	-43,8	-23,0	12,0	3,0

Проанализировав данные, можно выявить наиболее позитивно влияющие факторы (таблица 6).

Негативно влияющими в период 1998–2013 гг. становятся следующие факторы (таблица 7).

Используя коэффициенты из таблицы, можно наглядно показать динамику общего запаса экономической безопасности (ОЗЭБ) Российской Федерации по всем 18 факторам, начиная с 1998 года и заканчивая концом 2016 года (рисунок 1).

Таблица 6.

Положительно влияющие факторы на экономическую безопасность России в период 1998–2016 гг.

Table 6.

Positively influencing factors on the economic security of Russia in the period 1998-2016.

Наименование показателя Name of the indicator	1998	2003	2008	2013
Валовый сбор зерновых, млн тонн Gross grain harvest, million tons	8,5	23,9	44,5	35,1
Объём золотовалютных резервов, % к ВВП The volume of Forex reserves, % of GDP	44	21,9	64,9	33,6
Доля расходов бюджета на обслуживание государственного долга, % от общего объёма расходов бюджета The share of government debt service expenditure, % of total budget expenditures	11,5	75,5	93,5	92
Внутренний долг, % к ВВП Internal debt, % of GDP	35,3	21,7	58,7	73
Запас экономической безопасности The total economic security stockpiles	24,8	35,7	65,4	58,4

Таблица 7.

Негативно влияющие факторы на экономическую безопасность России в период 1998–2016 гг.

Table 7.

Negative influencing factors on the economic security of Russia in the period 1998-2016.

Наименование показателя Name of the indicator	1998	2003	2008	2013
Доля затрат на «гражданскую» науку, % к ВВП The quota of civil science expenditure, % of GDP	-84	-383,9	-284,6	-134,4
Доля инновационной продукции в общем объёме промышленной продукции, % The proportion of innovative products in total industrial production, in %	-70,7	-172,7	-194,1	-6,4
Доля лиц с денежным доходом ниже прожиточного уровня во всей численности населения, % The proportion of people with substandard income related to the whole population, %	-234,3	-190	-91,4	-54,3
Децильный коэффициент дифференциации доходов населения The decile coefficient of the population income differentiation	-72,5	-81,3	-107,5	-103,8
Запас экономической безопасности The total economic security stockpiles	-115,4	-207	-169,4	-74,7

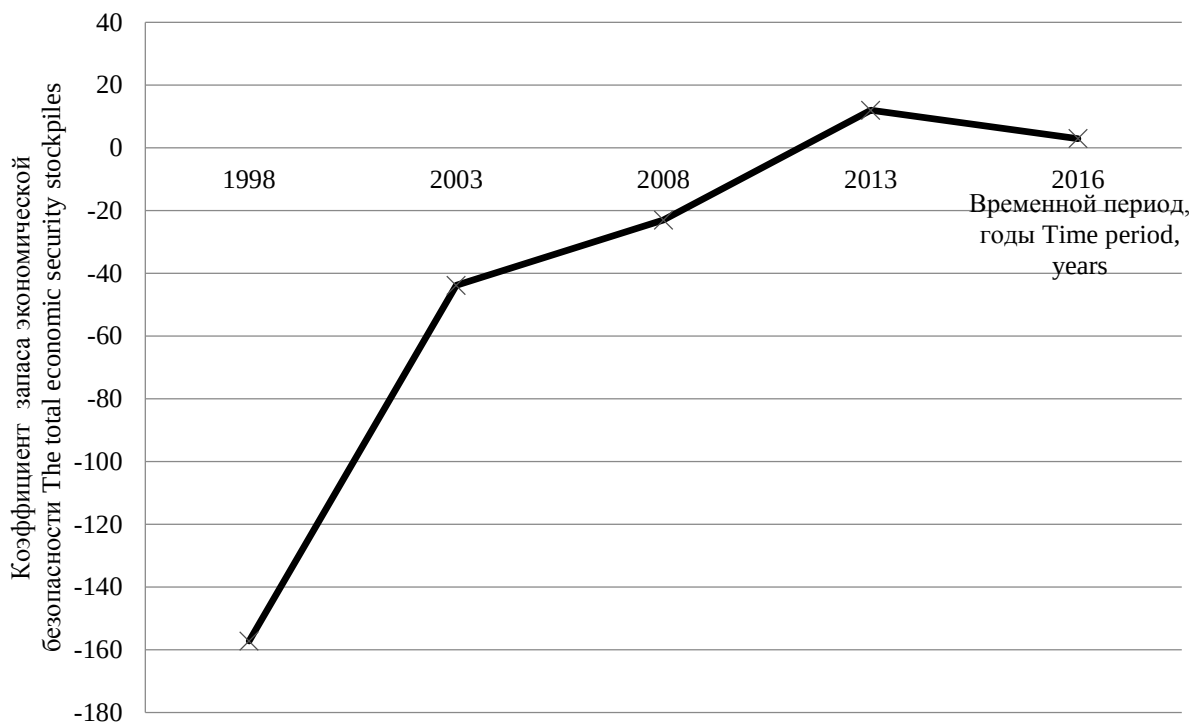


Рисунок 1. Запас экономической безопасности России в период 1998–2016 гг.

Figure 1. The total economic security stockpiles in Russia in the period 1998–2016

Кризис 1998 года считается одним из самых тяжелых экономических кризисов в истории страны. Сдерживание инфляции за счет отказа от эмиссионного финансирования государственного бюджета и необоснованно раздутые бюджеты, принятые государственной думой и президентом, создали кризис, для стабилизации которого, пришлось идти на экстраординарные меры. Кризис был краткосрочным и сменился весьма масштабным подъемом в связи со сменой власти.

На рисунке 1 видно, что в период с 1998 по 2013 год совокупный уровень экономической безопасности РФ имеет положительную тенденцию.

С 2013 года начинается резкий спад общего уровня экономической безопасности. Такое влияние на график может произвести как резкое снижение отдельных показателей, так и равномерное совокупное уменьшение большинства из 18 показателей национальной экономики.

Для детального анализа рассчитаем ЗЭБ в периоде с 2013 по 2016 гг. по 18 показателям. В таблице 8 представлены пороговые значения

индикаторов ЭБ РФ и ежегодные значения самих показателей российской экономики в период с 2013 по 2016 годы. Данные были взяты с сайта Федеральной службы государственной статистики, где они ежегодно официально публикуются.

Федеральная служба государственной статистики (Росстат) – федеральный орган исполнительной власти, формирующий официальную статистическую информацию о социальном, экономическом, демографическом и экологическом положении России, а также контролирующий и надзирающий за государственной статистической деятельностью на территории Российской Федерации.

Абсолютное и относительное сравнение с пороговыми значениями за 2013, 2014, 2015 и 2016 год, основываясь на данных Росстата, показано в таблице 9. Для наглядной оценки динамики ОЗЭБ РФ в период 2013–2016 гг. был составлен рисунок 2 на основе рассчитанных коэффициентов экономической безопасности 2013–2016 гг. (таблица 10).

Пороговые значения экономической безопасности России в период 2013-2016 гг.

Table 8.

Threshold values of economic security in Russia in the period 2013-2016.

Наименование показателя Name of the indicator	Пороговое значение Threshold value	2013	2014	2015	2016
Мини-индикаторы Mini indicators					
1. Объем ВВП, млрд рублей GDP, billion rubles	28140	71055,4	79199,7	83232,6	86043,6
2. Валовый сбор зерновых, млн тонн Gross grain harvest, million tons	60	92,4	105,3	104,3	120,7
3. Доля инвестиций в основной капитал, % к ВВП The equity contribution of fixed asset formation, % of GDP	16	20,8	20,5	19,6	20,4
4. Доля расходов на оборону, % к ВВП The quota of defense expenditure, % of GDP	3	4,5	3,5	4,0	5,3
5. Доля затрат на "гражданскую" науку, % к ВВП The quota of civil science expenditure, % of GDP	1,5	1,06	1,07	1,10	1,16
6. Доля инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции, % The proportion of innovative products in total industrial production, in %	15	14,1	11,5	8,9	7,6
7. Доля машиностроения и металлообработки в промышленном производстве, % The proportion of machinery and metal processing in industrial production, %	25	20,6	19,7	20,9	20,7
8. Объем золотовалютных резервов, % к ВВП The volume of Forex reserves, % of GDP	15	22,6	19,6	19,0	18,7
Макси-индикаторы Maxi indicators					
9. Доля лиц с денежным доходом ниже прожиточного уровня во всей численности населения, % The proportion of people with substandard income related to the whole population, %	7	10,8	11,2	13,1	13,6
10. Децильный коэффициент дифференциации доходов населения The decile coefficient of the population income differentiation	8	16,3	16,3	16,4	16,5
11. Уровень безработицы, % к экономически активному населению Unemployment rate, % related to economically active population	8	5,5	5,2	5,6	5,5
12. Уровень монетизации, % к ВВП The level of monetization, % of GDP	25	42,3	40,3	39,7	46,9
13. Внешний долг, % к ВВП External public debt, % of GDP	40	31,1	29,0	39,0	25,0
14. Внутренний долг, % к ВВП Internal debt, % of GDP	25	13,1	13,4	9,1	13,5
15. Дефицит федерального (центрального) бюджета, % к ВВП The deficit of the Federal (Central) budget, % of GDP	3	1,3	2,6	1,3	3,6
16. Уровень инфляции, % The rate of inflation, %	25	6,45	11,4	12,9	5,4
17. Доля продовольствия, поступившего по импорту, в общем объеме продовольственных ресурсов, % The proportion of imported food related to the total amount of food resources, %	20	13,7	12,3	11,4	10,6
18. Доля расходов бюджета на обслуживание государственного долга, % от общего объема расходов бюджета The share of government debt service expenditure, % of total budget expenditures	10	4,1	4,5	3,8	4,0

Анализ индикаторов экономической безопасности России в период 2013–2016 гг.

Table 9.

Analysis of indicators of economic security in Russia in the period 2013-2016.

Наименование показателя Name of the indicator	2013			2014		2015		2016	
	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %	Абсолютное Absolute	Относительное, % Relative, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Мини-индикаторы Mini indicators									
1. Объём ВВП, млрд рублей GDP, billion rubles	42915,4	60,4	51059,7	64,5	55092,6	66,2	57903,6	67,3	
2. Валовый сбор зерновых, млн тонн Gross grain harvest, million tons	32,4	35,1	45,3	43,0	44,3	42,5	60,7	50,3	
3. Доля инвестиций в основной капитал, % к ВВП The equity contribution of fixed asset formation, % of GDP	4,8	23,1	4,5	22,0	3,6	18,4	4,4	21,6	
4. Доля расходов на оборону, % к ВВП The quota of defense expenditure, % of GDP	1,5	33,3	0,5	14,3	1	25,0	2,3	43,4	
5. Доля затрат на "гражданскую" науку, % к ВВП The quota of civil science expenditure, % of GDP	-0,44	-41,5	-0,43	-40,2	-0,4	-36,4	-0,34	-29,3	
6. Доля инновационной продукции в общем объёме промышленной продукции, % The proportion of innovative products in total industrial production, in %	-0,9	-6,4	-3,5	-30,4	-6,1	-68,5	-7,4	-97,4	
7. Доля машиностроения и металлообработки в промышленном производстве, % The proportion of machinery and metal processing in industrial production, %	-4,4	-21,4	-5,3	-26,9	-4,1	-19,6	-4,3	-20,8	
8. Объём золотовалютных резервов, % к ВВП The volume of Forex reserves, % of GDP	7,6	33,6	4,6	23,5	4	21,1	3,7	19,8	
Макси-индикаторы Maxi indicators									
9. Доля лиц с денежным доходом ниже прожиточного уровня во всей численности населения, % The proportion of people with substandard income related to the whole population, %	-3,8	-54,3	-4,2	-60,0	-6,1	-87,1	-6,6	-94,3	
10. Децильный коэффициент дифференциации доходов населения The decile coefficient of the population income differentiation	-8,3	-103,8	-8,3	-103,8	-8,4	-105,0	-8,5	-106,3	
11. Уровень безработицы, % к экономически активному населению Unemployment rate, % related to economically active population	2,5	31,3	2,8	35,0	2,4	30,0	2,5	31,3	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12. Уровень монетизации, % к ВВП The level of monetization, % of GDP	-17,3	-69,2	-15,3	-61,2	-14,7	-58,8	-21,9	-87,6
13. Внешний долг, % к ВВП External public debt, % of GDP	8,9	22,3	11	27,5	1	2,5	15	37,5
14. Внутренний долг, % к ВВП Internal debt, % of GDP	11,9	47,6	11,6	46,4	15,9	63,6	11,5	46,0
15. Дефицит федерального (центрального) бюджета, % к ВВП The deficit of the Federal (Central) budget, % of GDP	1,7	56,7	0,4	13,3	1,7	56,7	-0,6	-20,0
16. Уровень инфляции, % The rate of inflation, %	18,55	74,2	13,6	54,4	12,1	48,4	19,6	78,4
17. Доля продовольствия, поступившего по импорту, в общем объеме продовольственных ресурсов, % The proportion of imported food related to the total amount of food resources, %	6,3	31,5	7,7	38,5	8,6	43,0	9,4	47,0
18. Доля расходов бюджета на обслуживание государственного долга, % от общего объема расходов бюджета The share of government debt service expenditure, % of total budget expenditures	5,9	59,0	5,5	55,0	6,2	62,0	6	60,0

Таблица 10.

Запас экономической безопасности России в период 2013–2016 гг.

Table 10.

The reserve of economic security of Russia in the period 2013-2016.

Среднее значение относительного отклонения для: The average value of the relative deviation for:	2013	2014	2015	2016
Мини-индикаторов Mini indicators	14,5	8,7	6,1	6,9
Макси-индикаторов Maxi indicators	9,5	4,5	5,5	-0,8
Общий запас экономической безопасности (ОЗЭБ) The total economic security stockpiles (TESS)	12,0	6,6	5,8	3,0

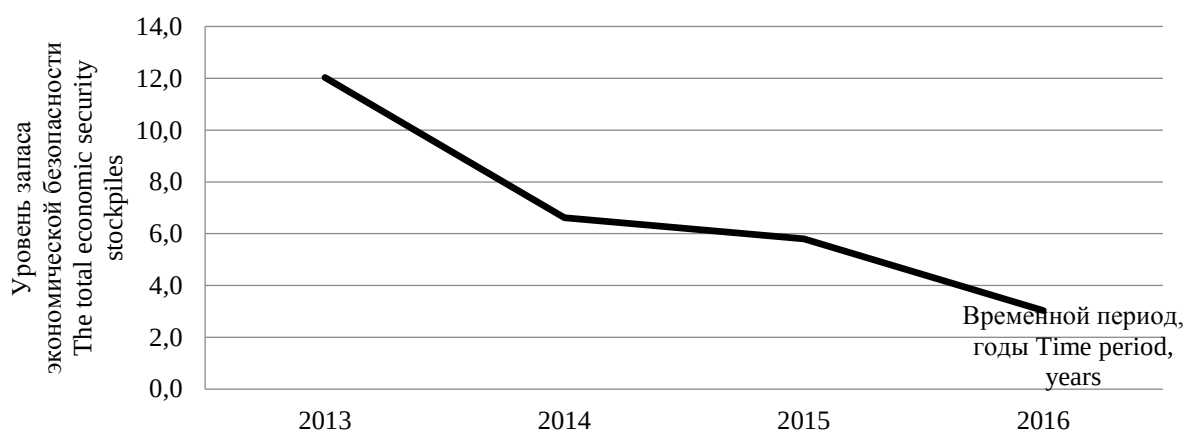


Рисунок 2. Запас экономической безопасности России в период 2013–2016 гг.

Figure 2. The total economic security stockpiles of Russia in the period 2013-2016.

Согласно данным Росстата наиболее негативными факторами национальной экономики в период 2013–2016 гг. являются:

- доля инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции;
- объем золотовалютных резервов;
- доля лиц с денежным доходом ниже прожиточного минимума;
- децильный коэффициент;
- уровень инфляции;
- дефицит федерального бюджета.

Постоянно положительную тенденцию в период 2013–2016 гг. показывают:

- объем ВВП;
- валовый сбор зерновых;
- доля расходов бюджета на обслуживание государственного долга;
- доля затрат на гражданскую науку;
- снижение импортного продовольствия в общем объеме продовольствия.

Из рисунка 2 видно, что с 2013 по 2014 гг. запас экономической безопасности страны упал почти в два раза, что свидетельствует о начале кризисной ситуации национальной экономики. В период с 2014 по 2015 гг. падение продолжилось, но уже в замедленном режиме. По итогам 2016 года запас экономической безопасности упал еще в два раза и на данный момент приближается к нулевой отметке, т. е. показатели

индикаторов стремятся к пороговым значениям, что говорит о необходимости срочного реагирования. В противном случае, не только экономическая, но и национальная безопасность России под угрозой.

Мониторинг, анализ и диагностика угроз экономической безопасности государства на основе показателей (индикаторов) социально-экономического развития страны является первостепенной задачей в современных реалиях. Полученные результаты служат достойным основанием для создания стратегий дальнейшего развития национальной экономики и поддержания социальной стабильности.

Современная макроэкономическая политика Российской Федерации заключается в концепции державности, которая заключается в сохранении собственных интересов и приоритетов развития при отсутствии разрушения и ущемления суверенитета других государств, основой которой является принцип гармонизации интересов каждого человека независимо от национальной и социальной группы [4].

На основе исследований был выявлен оборот наиболее опасных угроз экономической безопасности Российской Федерации с 1998 года по настоящее время. Он представлен на рисунке 3 и отражает не только обобщенный анализ, но и взаимозависимость всех угроз друг от друга.

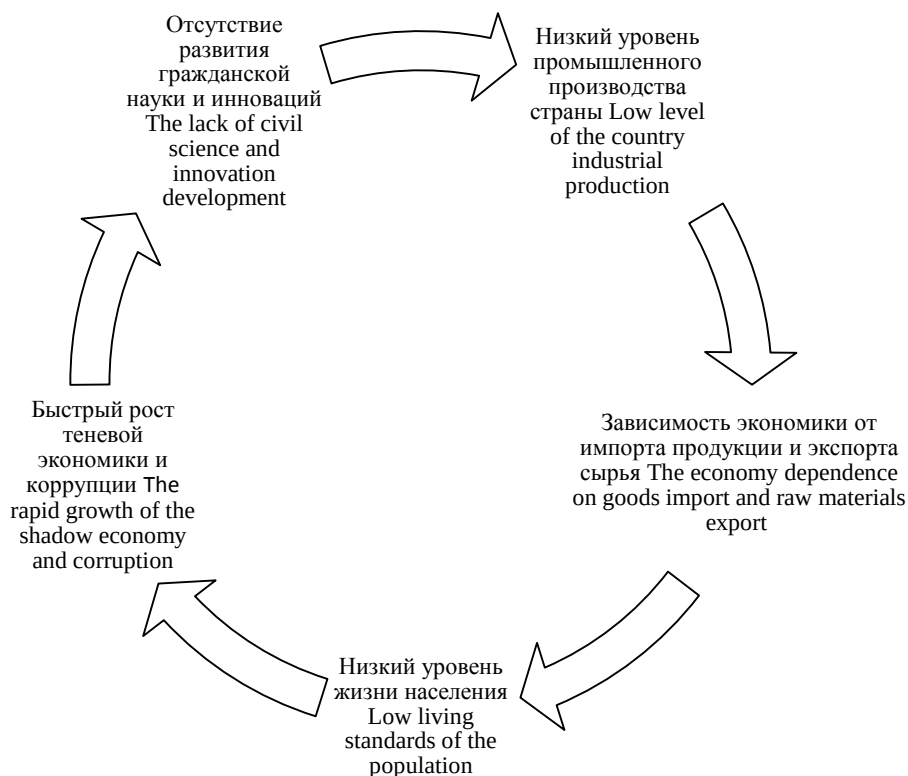


Рисунок 3. Оборот угроз экономической безопасности РФ с 1998 года

Figure 3. Turnover of threats to the economic security of the Russian Federation since 1998

Заключение

Подводя итоги анализа угроз экономической безопасности Российской Федерации, можно сделать вывод, что главной обобщающей угрозой для национальной экономики и государства в целом, является отсутствие совокупных перестроек экономической, политической, социальной и духовной структур. Это проявляется в отсутствии развития новейших отраслей и подъема развалившегося производства после распада

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Богомолов В.А., Эриашвили Н.Д. Экономическая безопасность: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности экономики и управления. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2012. С. 295.
- 2 Глазьев С.Ю. Геноцид. Россия и новый мировой порядок. Стратегия экономического роста на пороге XXI века: учебное пособие // Вестник Иркутской государственной экономической академии, 2013. № 2. С. 78.
- 3 Гончаренко Л.П., Акулинин Ф.В. Экономическая и национальная безопасность: учебник. М.: Юрайт. 2014. С. 18.
- 4 Журавлева Г.П., Смагина В.В. Угрозы экономической безопасности государства. Серия: Гуманитарные науки // Вестник Тамбовского университета, 2013. № 9. С. 41.
- 5 Кормишин Е.Д., Горин В.А. Исследование проблемы модернизации экономики // Интернет – журнал: Науковедение, 2013. № 6 (19). С. 49.
- 6 Ким Н.В. Национальная экономическая безопасность: проблемы и оценка // Вестник Челябинского государственного университета, 2013. № 32. С. 3–4.
- 7 Кардашов И.Б., Баканов Д.В. О проблемах исследования обеспечения национальной безопасности // Административное право и процесс, 2014. № 5. С. 7.
- 8 Просолов В.В. Государственная стратегия экономической безопасности. Тамбов, 2014. № 7. С. 14.
- 9 Сенчагов В.К. Экономическая безопасность России: Общий курс, учебник. М.: Дело, 2005. С. 896.
- 10 Сеньков М.И. Проблемы экономической безопасности в условиях финансовой нестабильности // Журнал экономики и финансов, 2010. № 6. С. 12.
- 11 Воропай Н.И., Сендеров С.М., Рабчук В.И. Стратегические угрозы экономической безопасности России // ЭКО. 2014. С. 3.
- 12 Переверзева Е.С., Макринова Е.И., Григорьева В.В., Капустина И.Ю. и др. Теоретические основы обеспечения экономической безопасности и финансовой устойчивости страны // Фундаментальные исследования, 2015. № 10–1. С. 189–192.
- 13 Степичева О.А., Чернова В.В., Котельникова М.А. Целевая функция и угрозы экономической безопасности личности // Социально-экономические явления и процессы, 2015. № 2. С. 11.
- 14 Кормишин Е.Д., Кормишина Л.А., Саушева О.С. Экономическая безопасность (государство, регион, предприятие): учебное пособие. Издательство Мордовского университета, 2007. 136 с.
- 15 Grigoryeva V.V., Gorkovenko E.V., Platonova I.V., Borshevskaya E.P. et al. Formation of concept of provision of economic security of organization: personnel aspect // European Research Studies Journal. 2016. V. 19. № 2 Special Issue. P. 46–54.

СССР, отсутствии обеспечения армии новейшим вооружением и его разработки, закрытии космических проектов. С 1992 года альтернативами всего этого считается экспорт нефтегазового сырья, импорт необходимого продовольствия и оборудования, увеличение налогов и огромная разница между богатыми коррупционерами и обычным населением страны, что на прямую вредит общему уровню экономической безопасности Российской Федерации сегодня и в ближайшей перспективе.

REFERENCES

- 1 Bogomolov V. A., Eriashvili N. D. Ekonomicheskaya bezopasnost' [Economic security: textbook for University students, training on specialty of Economics and management] Moscow, YUNITI-DANA. 2012. 295 p. (in Russian)
- 2 Glazyev S. Y. Genocide. Russia and the New World Order. The strategy of economic growth on the threshold of XXI century: textbook. Vestnik IGEU [Proceedings of Irkutsk State Economic Academy] 2013. no. 2. pp. 78. (in Russian)
- 3 Goncharenko L. P. Ekonomicheskaya bezopasnost' [Economic and National Security] Moscow, Yurayt. 2014. pp. 18. (in Russian)
- 4 Zhuravleva G. P. Threats to the economic security of the state. Series: Humanities. Vestnik TGU [Proceedings of Tambov University] 2013. no. 9. pp. 41. (in Russian)
- 5 Karmishin E. D., Gorin V. A. Study of economy modernization problems. Sotsiologicheskie nauki [Sociology of Science] 2013. no.6 (19). pp. 49. (in Russian)
- 6 Kim N.V. National economic security: problems and assessment. Vestnik ChGU [Proceedings of the Chelyabinsk state University] 2013. no 32. pp. 3-4. (in Russian)
- 7 Kardashov I. B., Bakanov D. V. About the problems of the national security research. Administrativnoe pravo [Administrative law and process] 2014. no. 5. pp. 7. (in Russian)
- 8 Prosolov V.V. Gosudarstvennaya strategiya [State strategy of economic security] Tambov, 2014. p. 14. (in Russian)
- 9 Senchagov V. K. Ekonomicheskaya bezopasnost' [Economic security of Russia: General course, textbook] Moscow, Business. 2005. 896 p. (in Russian)
- 10 Senkov M. I. Problems of economic security in the conditions of financial instability. Zhurnal ekonomiki i finansov [Journal of Economics and Finance] 2010. no. 6. pp. 12. (in Russian)
- 11 Voropai N. I., Senderov S. M., Rabchuk V. I. Strategic threats to the economic security of Russia. EKO [EKO] 2014. pp. 3. (in Russian)
- 12 Pereverzeva E. S. Theoretical bases of economic security and financial stability of the country. Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. 2015. no. 10-1. pp. 189-192. (in Russian)
- 13 Stepicheva O. A. The objective functions and threats to the economic security of a person. Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya [Socio-economic phenomena and processes] 2015. no. 2. pp. 11. (in Russian)
- 14 Kormishin E. D. Ekonomicheskaya bezopasnost' [Economic security (a state, a region, an enterprise): a textbook] Saransk, Publishing house of Mordovian University, 2007. 136 p. (in Russian)
- 15 Grigoryeva V.V., Gorkovenko E.V., Platonova I.V., Borshevskaya E.P. et al. Formation of concept of provision of economic security of organization: personnel aspect. European Research Studies Journal. 2016. vol. 19. no 2 Special Issue. pp. 46–54.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виктория В. Григорьева к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vickierus@mail.ru

Геннадий Н. Струков к.э.н., доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, g.strukov@inbox.ru

Юлия И. Слепокурова к.э.н., доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yuliya.orobinskaya@mail.ru

Алена А. Слепокурова студент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alena_slepokurova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Виктория В. Григорьева написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Геннадий Н. Струков консультация в ходе исследования

Юлия И. Слепокурова консультация в ходе исследования

Алена А. Слепокурова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Viktoria V. Grigoryeva candidate of economical sciences, assistant professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vickierus@mail.ru

Gennadij N. Strukov candidate of economical sciences, assistant professor, management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, g.strukov@inbox.ru

Julija I. Slepokurova candidate of economical sciences, assistant professor, management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yuliya.orobinskaya@mail.ru

Alena A. Slepokurova student, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alena_slepokurova@mail.ru

CONTRIBUTION

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

Gennadij N. Strukov consultation during the study

Julija I. Slepokurova consultation during the study

Alena A. Slepokurova review of the literature on an investigated problem, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.14.2017

ACCEPTED 9.4.2017

Теоретико-методологические аспекты формирования социальной экономики на мезоуровне

Олег И. Водяненко¹ vodio@mail.ru

¹ Саратовский Социально-экономический институт РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. Радищева, 89, Саратов, 410003, Россия

Реферат. Рассматривается разноразмерность социальной экономики. Анализируется мезоуровень социальной экономики. Сквозь призму социальной экономики раскрываются такие понятия, как региональная структура, отраслевая структура, воспроизводственная структура, региональная устойчивость социально-экономической системы. Раскрываются компоненты региональной структуры социальной экономики. Рассматривается зарубежный опыт социально-экономического регионального развития. Анализируется устойчивость региональных социально-экономических систем. По критерию устойчивости ранжируются регионы России. Обосновывается вывод о неоднородности социально-экономической политики развития регионов. При этом самую большую группу образуют регионы с уровнем экономической устойчивости ниже среднего. Делается вывод о недостаточной устойчивости региональных социально-экономических систем и необходимости формирования инструментария управления данными процессами на субфедеральном уровне. Систематизируются причины неоднородности. Предлагаются меры относительно выравнивания регионального развития. Анализируются правительственные инновационные программы. Предлагаются меры по повышению устойчивости инвестиционного климата региона. Рассматривается зарубежный опыт в области социально-экономического развития регионов. Регионы ранжируются и по критерию внешнеэкономической деятельности. Выделяются группы регионов с внешнеэкономическим потенциалом от наивысшего до слабого. Противоречивость и значительная разница во внешнеэкономическом статусе субъектов Российской Федерации обуславливает необходимость его дальнейшего формирования и повышения. Также для процесса формирования и функционирования социальной экономики неотъемлемым моментом становится соотношение между потреблением и накоплением, так как это – ключевое звено расширенного воспроизводства. Делается заключение о том, что программа социально-экономического развития – это интегрированная система целевых программ развития, всесторонние и комплексно обеспечивающая разработку и реализацию ресурсов и организацию мероприятий развития различных элементов региона.

Ключевые слова: социальная экономика, мезоэкономика, социальная политика, воспроизводственная структура, территориальная структура, социальная сфера

Theoretic and methodological aspects of the formation of social economics on the mezo-level

Oleg I. Vodyanenko¹ vodio@mail.ru

¹ Saratov Social Economic Institute REU named after G.V. Plekhanov, Radischeva, 89, Saratov, 410003, Russia

Summary. The different levels of the social economy are considered. The mezo level of the social economy is analyzed. Such concepts as regional structure, branch structure, reproduction structure, regional stability of social and economic system are revealed through the prism of social economy. The components of the regional structure of the social economy are revealed. The foreign experience of socio-economic regional development is considered. The stability of regional socio-economic systems is analyzed. Regions of Russia are ranked according to the stability criterion. The conclusion about heterogeneity of social and economic policy of development of regions is substantiated. The largest group is formed by regions with a level of economic stability below the average. It is concluded that the regional socio-economic systems are inadequate and that the tools for managing these processes at the sub-federal level are needed. The causes of heterogeneity are systematized. Measures are proposed for equalizing regional development. Government innovative programs are analyzed. Government innovative programs are analyzed. Measures are proposed to increase the stability of the investment climate in the region. The foreign experience in the field of social and economic development of regions is considered. Regions are ranked according to the criterion of foreign economic activity. Groups of regions with external economic potential from the highest to the weakest are singled out. The contradiction and significant difference in the external economic status of the subjects of the Russian Federation necessitates its further formation and enhancement. Also for the process of formation and functioning of the social economy, the ratio between consumption and accumulation becomes an indispensable moment, since this is a key element of expanded reproduction. It is concluded that the program of social and economic development is an integrated system of targeted development programs that comprehensively and comprehensively ensures the development and implementation of resources and the organization of development activities for various elements of the region.

Keywords: social economy, mesoeconomics, social policy, reproduction structure, territorial structure, social sphere

Введение

В России осуществляются процессы реформирования экономической системы, в результате которых идет процесс превращения индустриальной державы в страну с социально-

ориентированным хозяйством. В современных условиях, когда основной характеристикой развития экономики должна стать её социальная направленность, перед экономической наукой стоят задачи нового осмысления проблем

Для цитирования

Водяненко О.И. Теоретико-методологические аспекты формирования социальной экономики на мезоуровне // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 253–260. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-253-260

For citation

Oleg I. Vodyanenko Theoretic and methodological aspects of the formation of social economics on the mezo-level. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 253–260. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-253-260

модернизации экономики, социальной сферы и социальной политики, и в целом формирование социальной экономики на всех уровнях хозяйствования.

Разноуровневость социальной экономики связана с направлениями деятельности субъектов по регулированию социально-экономических условий жизнедеятельности общества, через изменение региональной, отраслевой и воспроизводственной структур экономики. Под региональной структурой следует понимать ранжирование экономических объектов по региональным признакам. Изменения в региональной структуре происходят менее заметно, чем в отраслевой структуре, так как основные компоненты региональной структуры сильно привязаны к конкретной территории [1]. По мнению Н.Н. Косинова и А.А. Чекалкина «Регион в общем представляет из себя, целостную систему со структурой, функциями, связями, историей, культурой, условиями жизни населения» [2].

Более широкий подход отражен в работе О.В. Козловской, для которой «развитый промышленный потенциал способствует обеспечению регионами конкурентных преимуществ в виде образованной производственной базы; большого количества прикладных разработок, повышающих вероятность возникновения действующего инновационного производства в большом количестве; не длинный инновационный процесс; с большей долей принадлежности объектов интеллектуальной собственности принадлежит предприятиям» [3]. Первостепенной задачей органов власти в регионах можно назвать поддержание жизнеспособности территорий в рамках определенных параметров устойчивости посредством имеющихся региональных ресурсов.

Не следует забывать и об изучении зарубежного опыта в области социально-экономического развития регионов. Так, по словам А.С. Новоселова и А.С. Маршальной: «с опорой на опыт стран, где негосударственные организации бизнесменов участвуют в управлении социально-экономическим развитием региона, могут быть созданы аналогичные организации в России как на региональном, так и на межрегиональном уровне» [4]. Опыт зарубежных стран также свидетельствует о том, что необходимо изыскивать резервы экономического роста внутри регионов. Так, по мнению И.И. Кохановской: «региональная устойчивость – это постоянное, прочное положение социально-экономической системы, обеспечивающееся существующими механизмами саморегуляции

и управления» [5]. С.Н. Ключко и Н.С. Школина понимают устойчивость региональной социально-экономической системы как «ее способность функционировать в рамках заданных ресурсных ограничений в условиях постоянных внешних и внутренних возмущающих воздействий» [6]. В.Н. Лексин к признакам региональной устойчивости относит «длительность существования потенциала территории (ее социальной, природно-ресурсной, экологической, хозяйственной и других составляющих) в режиме сбалансированности и эколого-социальной ориентации» [7].

Самую большую группу образуют регионы с уровнем экономической устойчивости ниже среднего, снизившимся в результате экономического кризиса. Это говорит о недостаточной устойчивости региональных социально-экономических систем и необходимости формирования инструментария управления данными процессами на субфедеральном уровне. В связи с этим, как констатирует Т.В. Мартышина «одним из перспективных инструментов является адаптивная система управления социально-экономической устойчивостью региона. Адаптивная система более успешно преодолевает кризисы, обусловленные трансформацией внешней среды, в меньшей степени нуждаясь в корректировке, более успешно достигая цели регионального развития» [8].

Социальная политика в регионах осуществляется путем выявления социальных проблем, определения необходимости, приоритета их решения, учета материальных и нематериальных ресурсов, а также социальных последствий экономических процессов и политических решений [9]. С этой целью проводятся совместные встречи, круглые столы с участием представителей региональных общественных объединений и органов власти. Так, по мнению Холостовой Е.И.: «социальная политика субъектов Российской Федерации по своей структуре и содержанию сочетает в себе общегосударственные начала и региональные особенности. Ее своеобразие в регионе можно объяснить различными факторами. Следует учитывать географические, климатические различия субъектов Российской Федерации, влияющие на условия деятельности и образ жизни населения, его численность и социально-культурные особенности, которые продуцируют специфические формы социальной поддержки» [10]. В данном моменте региональный подход позволяет нам учитывать региональную самостоятельность, традиции, обычаи, культуру различных групп и слоев общества. В рамках

регионального подхода социальная политика строится на основе потребностей жителей данной территории и руководствуется законодательной базой субъекта федерации. Говоря о региональной социальной политике, необходимо учитывать социальную адаптацию. В данном случае под социальной адаптацией понимается «процесс психологического и поведенческого освоения индивидами того социального пространства, которое реально формируется сегодня во всей его противоречивости и обусловленности национальным, историческим и прочими контекстами» [11]. Практически во всех регионах действует Управление социальной защиты населения, Комитеты по делам молодежи, семьи и многие другие социальные организации.

Территориальное взаимодействие отраслей и производств формируется благодаря влиянию таких факторов, как обеспеченность данной территории минерально-сырьевыми, топливно-энергетическими, трудовыми и материальными ресурсами. Все эти факторы теснейшим образом переплетаются между собой, оказывая определенное воздействие на размещение предприятий и отраслей экономики. В процессе производства складываются различные формы территориальной организации. Так, обозначают промышленные районы, крупные экономические зоны, промышленные центры и промышленные пункты.

В России в последнее время наблюдается модернизация и создание новых экономических структур в регионах страны. Важной особенностью современного этапа проводимых экономических реформ является их регионализация и ориентация на собственные ресурсы, особенно в условиях введенных санкций в отношении России странами ЕС и США. Поэтому необходима целенаправленная, избирательная и адресная поддержка государством регионов, создание на их территориях инновационных фирм, независимых от зарубежных ресурсов.

Как справедливо отмечает С.В. Казанцев: «для защиты от антироссийских санкций субъектам Федерации и хозяйствующим единицам желательно изменить географическую структуру торговли..., увеличить в структуре экспорта удельный вес товаров с высокой долей добавленной стоимости» [12].

Для всех регионов, имеющих инновационные предприятия необходимо обеспечить опережающий процесс подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров в промышленности, так как по статистическим данным стран Европы и США 80% вновь образующихся предприятий становятся банкротами

в течение года, а в 98% по причине плохого менеджмента, и всего 2% по причинам независящим от предприятия. Так же следует продумать комплекс мероприятий по продвижению региональной продукции на рынок под контролем органов власти государственного и регионального управления. На наш взгляд, в этом и заключается реальный путь спасения интеллектуального и творческого потенциала регионов [13].

Основными конкурентными преимуществами с учетом всех этих условиях для экономики региона можно выделить:

- природно-ресурсный потенциал;
- развитие научных исследований;
- профессионализм.

По словам А.С. Новоселова и А.С. Маршаловой: «Глобальная информатизация усиливает интеграционные процессы посредством обмена коммерческой, производственной, научно-технической информацией, резко возрастает роль знаний и инноваций в управлении экономическим развитием регионов и обеспечении их устойчивой конкурентоспособности» [14].

Основная часть

Заметим, что социально-экономическая политика развития регионов неоднородна. Всю совокупность причин неоднородности можно подразделить на две большие группы:

Первая группа – это причины, не зависящие от региона. Сюда относятся такие показатели как, инфляция, размер и стабильность тарифов на услуги естественных монополий, ставка рефинансирования Центрального Банка, государственное регулирование экономического территориального развития и многие другие причины.

Вторая группа – это внутренние причины, к которым следует отнести: накопленный экономический потенциал региона, совокупный региональный спрос, степень развития в регионе коммуникаций, степень развития в регионе отраслевой социальной инфраструктуры, обеспеченность региона трудовыми и природными ресурсами.

Также значительное влияние на состояние экономики регионов оказывают и объективные факторы:

- природно-климатические условия региона и его географическое положение;
- система размещения населения и инфраструктура;
- налаженность коммуникаций в стране в целом [15].

Провести анализ реформирования социально-экономической сферы региона можно с помощью мониторинга. Мониторинг социально-трудовой сферы региона предусматривает:

- обнаружение изменений в социально-трудовой сфере региона и факторы их определяющие;
- исследование анализа ведущих показателей социально-трудовой сферы в регионе и их итоговой оценки;
- изучение и анализ реализации программ развития социально-трудовой сферы региона;
- эффективность и работоспособность в регионе законодательной базы по социально-трудовым спорам;
- внедрение положительного опыта и дальнейшее развитие социально-трудовых процессов.

В соответствии с проделанной работой по мониторингу делаются соответствующие выводы и даются рекомендации по дальнейшему развитию социально-трудовой сферы.

Информацией для проведения работ по мониторингу служат статистические данные государственной и ведомственной отчетности, социологические опросы респондентов, которые проводятся по программе региональными отделениями.

В ходе реформирования региональной структуры также нужен и анализ ситуации на территории региона. Для этого составляются такие экономические характеристики, которые смогут определить структурную политику на территории региона. В современном экономическом словаре дается следующее определение структурной политики. Это проводимая правительством страны, регионов, администрацией предприятий политика в отношении отраслевой, региональной, производственной структуры экономики в целом и отдельных ее частей, а также структуры доходов и расходов, потребления, накопления, экспорта и импорта [16]. Как отмечают В.Т. Тарасов, И.И. Бойко и В.Г. Харитонova: «сбережение народа представляет собой важнейший критерий общественного развития...» [17]. Для процесса формирования и функционирования социальной экономики неотъемлемым моментом становится соотношение между потреблением и накоплением, так как это – ключевое звено расширенного воспроизводства.

Немаловажный вопрос, который решается на этапе реформирования – это регулирование в области бюджетной и инвестиционной сферах взаимоотношений федеральных органов власти и регионов. Инвестиционная привлекательность

регионов остается достаточно высокой как для зарубежных, так и для отечественных инвесторов. Планируются к реализации инвестиционные объекты в различных секторах экономики: в топливно-энергетическом кластере; в химическом и нефтехимическом кластере; машиностроительном кластере; индустриально-строительном кластере; металлургическом кластере.

Но в основном, на наш взгляд, инвестирование идет не в промышленность, а в финансы, кредит, страхование и коммерческую деятельность, так как эти отрасли на сегодняшний день остаются наиболее привлекательными.

Несомненно, необходимо поддерживать инноваторов для повышения конкурентоспособности технологий, проектов, продукции, а также имиджа региона. Выстроенное взаимодействие власти и инвесторов во многом определяет отношение бизнеса, как российского, так и зарубежного, к инвестиционной привлекательности региона [18].

Для устойчивости инвестиционного климата региона необходимо:

- «во-первых, добиваться инвестиционной привлекательности региона в долгосрочной перспективе;
- во-вторых, органы государственной власти должны понимать, что государственное регулирование должно иметь совершенно четкие границы;
- в-третьих, взаимоотношения власти и бизнеса должны строиться на партнерских взаимоотношениях – власти выгодно иметь в регионе доходный бизнес, формирующий бюджетные и социальные эффекты, следовательно, власть должна содействовать привлечению и развитию любого бизнеса, а не только крупного;
- в-четвертых, в рамках мер по повышению инвестиционного климата в регионе следует разработать технологии и алгоритмы эффективной интеграции бизнеса за счет комплексного развития территории: создания индустриальных парков, особых экономических зон, кластеров» [19].

Следует отметить, что в последнее время формируются инструменты интеграции интересов государства и бизнес-структур и инвестиций как для создания инновационных разработок, так и для их реализации как на территории России, так и за рубежом.

Следует согласиться с Арзамасовым С.С. что «важнейшим механизмом стимулирования инновационного развития региона и основой

инновационной политики являются *правительственные инновационные программы*. Существует множество различных программ, которые различаются по уровню создания, т. е. действие их происходит на муниципальном, региональном или федеральном уровнях. Данный механизм является наиболее широко используемым» [20].

По мнению, Н.С. Ивашиной «Основными формами финансовой поддержки со стороны государства являются: гранты (безвозмездная субсидия предприятиям, организациям и физическим лицам в денежной или натуральной форме на проведение научных или других исследований, опытно-конструкторских работ, на обучение, лечение и другие цели с последующим отчетом об их использовании); субсидии (пособие, преимущественно в денежной форме, предоставляемое государством за счет средств

государственного бюджета местным органам власти, юридическим и физическим лицам, другим государствам); пособия отдельным талантливым молодым ученым» [21].

Следует сказать, что внешнеэкономическая деятельность позволяет субъектам Российской Федерации получать более высокие доходы от ее осуществления и соответственно активно влиять на социально-экономическое развитие территорий. Это обуславливает заинтересованность каждого региона в повышении его внешнеэкономического статуса.

Вследствие объективных причин регионы Российской Федерации по уровню внешнеэкономического потенциала условно классифицируются по следующим показателям (таблица 1):

Таблица 1.

Классификация внешнеэкономического потенциала регионов

Table 1.

Classification of external economic potential of regions

Потенциал Potential	Субъекты Федерации Subjects of the Federation
Наивысший Highest	Московская область, Тюменская область, Республика Саха Moscow Region, Tyumen Region, Republic of Sakha
Высокий High	Ленинградская область, Самарская область, Иркутская область, Хабаровский край, Краснодарский край Leningrad Region, Samara Region, Irkutsk Region, Khabarovsk Territory, Krasnodar Territory
Средний Average	Белгородская область, Липецкая область, Ярославская область, Вологодская область, Калининградская область, Республика Татарстан Belgorod Region, Lipetsk Region, Yaroslavl Region, Vologda Region, Kaliningrad Region, Republic of Tatarstan
Низкий Low	Все остальные регионы All other regions
Слабый Weak	Чукотский автономный округ, Чеченская республика Chukotka Autonomous District, Chechen Republic

Противоречивость и значительная разница во внешнеэкономическом статусе субъектов Российской Федерации обуславливает необходимость его дальнейшего формирования и повышения.

В программе социально-экономического развития РФ на период до 2020 г. предусматривается межрегиональное разделение труда и специализация субъектов Федерации по конкурентным направлениям деятельности.

Таким образом, программу социально-экономического развития в регионе точнее обозначить как интегрированную систему целевых программ развития, которая комплексно обеспечивает разработку и реализацию ресурсов и организацию мероприятий развития различных элементов региона [22]. Региональные характеристики развития социальной инфраструктуры, предопределяющие условия жизни в регионе,

делают его более или менее притягательным для проживания, определяют мобильность рабочей силы, влияют на мотивацию экономической деятельности.

Заметим, что перед учебными организациями, имеющимися в регионах, дополнительно к задачам образования и научных исследований может быть поставлена третья задача – содействие силами и средствами вуза региональному развитию [23].

В учебный процесс региональных университетов можно внедрить создание межфакультетских групп студентов, разрабатывающих в качестве дипломных реальные коммерческие проекты, что даст возможность осуществления полного инновационного цикла – от идеи до коммерческого освоения результатов и внедрения в экономику.

Серьезным тормозом развития становится расслоение общества по социальным группам. Экономические стимулы к труду вступают в противоречие с индивидуальными, как правило, эгоистичными интересами, развитие конкуренции противостоит тенденциям коллективизма, при отсутствии параметров качества и уровня жизни, адекватных современной ступени развития, несформированности новых объективных критериев социальной структуризации общества [24].

Следует указать на следующие моменты.

Во-первых, в обществе отсутствуют четкие ориентиры и критерии качественного изменения личности. Не вызывает сомнения, что если целевые установки не сформулированы на долгосрочную перспективу и не получили реальных объективных оценок в стратегии и тактике, не целесообразно ожидать от личности общественной активности.

Во-вторых, воспроизводственные процессы не могут обслуживаться только за счет бюджетных расходов и поддержки бюджетной сферы. Обязателен учет движения всего валового внутреннего продукта, который используется на потребление и накопление, на новые рабочие места, которые соответствуют современным требованиям рынка.

В-третьих, вместо призывов к достижению совместимости социальных интересов определенная договоренность должна строиться на основе баланса интересов различных групп населения. Реальным фактором баланса интересов должна являться доходная сбалансированность деятельности групп. Необходимо искать конкретные параметры и характеристики реальных возможностей совместимости интересов деятельности людей, что и будет являться первым признаком достижения социального стандарта социально ориентированного строя. Такой подход реализуется только при условии, повышения уровня жизни всего населения страны [25].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Cooke P. Municipal Enterprise. Growth Coalitions and Social Justice\ Local Economy, 1988. № 3.
- 2 Косинова, Н.Н. Чекалкина А.А. Оценка инвестиционного потенциала регионов на примере Южного федерального округа // Экономика развития региона. 2011. № 12. С. 298.
- 3 Козловская О.В. Анализ мер государственной поддержки в сфере инновационной деятельности в регионах // ЭКО. 2013. № 11. С. 74.
- 4 Новоселов А.С., Маршалова А.С. Инновационный подход к региональному и муниципальному управлению. // Регион: экономика и социология. 2015. № 1 (83). С. 63.

Исходя из имеющихся противоречий общественного развития становится очевидным, что модели, которые первостепенно выдвигают институциональные, конкурентные и финансовые инструменты трансформации, а второстепенное место отводят – производственно-технической, инвестиционно-структурной, инновационной, воспроизводственной и организационной деятельности подавляющей части населения, в данном аспекте не могут восприниматься как стратегически эффективными.

Заключение

В рамках социальной экономики необходимо четко использовать меры налогового регулирования. В данном случае, необходима не просто защита местных товаропроизводителей, а опережающее, а не догоняющее развитие экономики всего региона.

Необходима активизация структурной политики, и цель ее заключается в содействии опережающим темпам развития производства и экспорта готовой продукции, нанотехнологий, то совершенно правильно взять за основу организации воспроизводства общественных благ, следующие принципы:

- 1) в сферу финансирования воспроизводства общественных благ наряду с государством должны быть вовлечены частные инвесторы, благотворительные организации, граждане; в этой связи государственная поддержка должна заключаться в относительно небольших размерах финансирования;
- 2) государством активно должно поддерживаться производство тех общественных благ, которые признаны как общественно необходимые именно на этом этапе развития. Структура общественных благ должна меняться с учетом динамики уровня жизни населения, изменения социальных приоритетов, формирования новых общественных интересов, мотивов и стимулов деятельности.

5 Каховская И.И. Задачи управления устойчивостью региональной социально-экономической системы. // Вестник Башкирского университета. 2006. № 4.

6 Клочко С.Н., Школина Н.С. Региональный менеджмент устойчивости экономической системы. // Балтийский экономический журнал. 2006. № 1. С. 66

7 Лексин В.Н. Государство и регион Теория и практика государственного регулирования территориального развития. М.: УРСС. 2003. С. 180

8 Мартышина Т.В. Совершенствование системы управления региональной устойчивостью в условиях нестабильной внешней среды. // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие экономики АПК: теория, история и современная практика». Оренбург. 2013. С. 72

9 Baldock J., Manning N., Miller S., Vickerstaff S. Social Policy. N.Y.: Oxford University Press, 1999

10 Холостова Е.И. Социальная политика. Учебное пособие. М. ИНФРА-М. 2001. С. 31

11 Готлиб А.С., Запорожец О.Н., Хасаев Г.Р. Социально-экономическая адаптация в постсоветской России: публичные и частные практики. // Социологические исследования. 2004. № 8. С. 56.

12 Казанцев С.В. Антироссийские санкции и угрозы для субъектов Российской Федерации. // Регион: экономика и социология. 2015. № 1 (83). С. 32–33.

13 Suri T., Booser M.A. & Ranis G., Stewart F. Paths to Success: The Relationship Between Human Development and Economic Growth. // World Development 2011. V. 39, N. 4, P. 506–522, 2011.

14 Новоселов А.С., Маршалова А.С. Инновационный подход к региональному и муниципальному управлению. // Регион: экономика и социология. 2015. № 1 (83). С. 58.

15 Jones G. The Economics of Education. L.: Macmillan, 1993

16 Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. М.: ИНФРА-М, 2007. С. 396.

17 Тарасов В.Т., Бойко И.И., Харитонов В.Г. Неравномерность модернизации регионов Приволжского федерального округа. // Социологические исследования. 2015. № 1. С. 13.

18 Hoskins L., Eiras A. Property Rights: The key to Economic Growth. // 2002 Index of Economic Freedom. Washington and New York. The Heritage Foundation and The Wall Street Journal, 2002, p. 37–48.

19 Мошкова Л.Е. Активизация инвестиционной политики на территории присутствия в современных условиях. // Вестник Тверского государственного университета. Серия № Экономика и управление» 2015. № 4. С. 182.

20 Арзамасов С.С. Классификация и фрагментация целей и задач инвестиционной стратегии региона. // КУБГАУ. 2014. № 98. С. 54.

21 Ивашина Н.С. Влияние инновационного развития на конкурентоспособность региона / Н.С. Ивашина. // Инвестрегион. 2013. № 4. С. 26.

22 Тодосийчук А. Государственное и рыночное регулирование инновационной экономики. // Экономист. 2014. № 11. С. 34.

23 Русановский В.А. Фактор урбанизации в пространственных моделях экономического роста: оценка и особенности в российской федерации // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2015. № 7 (147). С. 113–124.

24 Русановский В.А. Проблемы и перспективы профессионального образования в условиях присоединения России к ВТО // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2013. № 2 (46). С. 28–34.

25 Русановский В.А. Проблемы и перспективы профессионального образования в условиях присоединения России к ВТО / В.А. Русановский, В.И. Долгий // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2013. № 2 (46). С. 28–34.

REFERENCES

1 Cooke P. Municipal Enterprise. Growth Coalitions and Social Justice. Local Economy, 1988. no. 3.

2 Kosinova, N. N. Chekalkina A. assessment of the investment potential of the regions of the South Federal district. *Ekonomika razvitiya* [Economy development of the region.]2011. no. 12. pp. 298. (in Russian)

3 Kozlovskaya O. V. Analysis of measures of state support in the sphere of innovative activities in the regions *EKO* [EKO]. 2013. no. 11. pp. 74. (in Russian)

4 Novoselov A. S. Marshalova A. S. Innovative approach to regional and municipal management. *Region* [Region: Economics and sociology]. 2015. no. 1 (83). pp. 63. (in Russian)

5 Kakhovskaya I. I. Management Tasks abutment-very robust over regional socio-economic system. *Vestnik BGU* [Bulletin of the Bashkir University]. 2006. no. 4. (in Russian)

6 Klochko S. N., Shkolina N. With. Regional sustainability management economic system. *Baltiiskii ekonomichskii* [Baltic economic journal. 2006. no. 1. pp. 66 (in Russian)

7 Leksin V. N. Gosudarstvo I region [The state and region Theory and practice of state regulation territorial development] Moscow, URSS. 2003. 180 p. (in Russian)

8 Martyshina T. V. Improvement of management of regional stability in the volatile environment. *Innovatsionnoe razvitie ekonomiki* [Materials of international scientific-practical conference "Innovative development of economy of agroindustrial complex: theory, history and contemporary practice"] Orenburg. 2013. P. 72

9 Baldock J., Manning N., Miller S., Vickerstaff S., Social Policy. N. Y.: Oxford University Press, 1999

10 Kholostova E. I. Sotsial'naya [Social policy. Textbook]. Moscow, INFRA-M., 2001. 31 p. (in Russian)

11 Gottlieb, A. S., Zaporozhets O. N., Khasaev G. R. Socio-economic adaptation in post-Soviet Russia: public and private practices. *Sotsiologicheskie issledovaniya* [Sociological researches]. 2004. no. 8. pp. 56. (in Russian)

12 Kazantsev S. V. Anti-Russian sanctions and threats for the subjects of the Russian Federation. *Region* [Region: Economics and sociology]. 2015. no. 1 (83). pp. 32–33. (in Russian)

13 Suri, T., Booser, M. A. & G. Ranis, F. Stewart Paths to Success: The Relationship Between Human Development and Economic Growth. *World Development* 2011. vol. 39, no. 4, pp 506–522, 2011.

14 Novoselov A. S., Marshalova A. S. Innovative approach to regional and municipal management. *Region* [Region: Economics and sociology]. 2015. no. 1 (83). pp. 58.

15 Jones G. The Economics of Education. L.: Macmillan, 1993

16 Raizberg B. A., *Sovremennyya slovar'* [Modern economic dictionary] Moscow INFRA-M, 2007. P. 396. (in Russian)

17 Tarasov V. T., Boiko, I. I., Kharitonov V. G. the Unevenness of modernization of regions in Volga Federal district. *Sotsiologicheskie* [Sociological research]. 2015. no. 1. pp.13. (in Russian)

18 Hoskins L., Eiras A. Property Rights: The key to Economic Growth. *Index of Economic Freedom*. Washington and New York. The Heritage Foundation and The Wall Street Journal, 2002, pp. 37–48.

19 Moshkova L. E. Activation of investment policy in the regions in modern conditions. *Vestnik TGU* [Proceedings of Tver state University. Series Economics and management"] 2015. no. 4. pp. 182. (n Russian)

20 Arzamasov S. S. Classification and fragmentation of the goals and objectives of the investment strategy of the region. *KubGAU* [KubSAU]. 2014. no. 98. pp. 54. (in Russian)

21 Ivashina N. S. The impact of innovation development on the competitiveness of the region. *Investregion*. [Investregion.]2013. no. 4. pp. 26. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Олег И. Водяненко к.э.н., доцент, кафедры экономической теории, Саратовский Социально-экономический институт РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. Радищева, 89, Саратов, 410003, Россия, vodio@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Олег И. Водяненко Полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.09.2017

22 Todosichuk A. State and market regulation of the innovation economy. *Ekonomist* [Economist]. 2014. no. 11. pp. 34. (in Russian)

23 Rusanovskiy V. A. the Factor of urbanization in the spatial models of the economic growth of TA: assessment and features in the Russian Federation. *Vestnik TGU* [Bulletin of Tambov universities. Series: Humanitarian Sciences] 2015. no. 7 (147). pp. 113-124. (in Russian)

24 Rusanovskiy V. A. Problems and prospects of professional education in conditions of Russia's accession to WTO. *Vestnik SGSEU* [Proceedings of the Saratov state socio-economic University]. 2013. no. 2 (46). pp. 28-34. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oleg I. Vodyanenko candidate of economical sciences, assistant professor, economic theory department, Saratov Social Economic Institute REU named after G.V. Plekhanov, Radischeva, 89, Saratov, 410003, Russia, vodio@mail.ru

CONTRIBUTION

Oleg I. Vodyanenko Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.4.2017

ACCEPTED 9.4.2017

Концептуальные основы создания кластера в сельскохозяйственном комплексе региона

Надежда А. Серебрякова¹ nad.serebryakova@mail.ru
Татьяна А. Зубова¹

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

Реферат. Статья посвящена рассмотрению актуальных вопросов внедрения кластерного подхода в экономику региона. Исследованы специфические черты и проблемы развития сельскохозяйственного комплекса Брянской области. Обосновано, что внедрение кластерного подхода способствует получению синергетического эффекта от использования бизнес-компетенций предприятий, составляющих кластер, и организаций, осуществляющих его коммерческое, инфраструктурное, правовое, институциональное обслуживание. Рассмотрена система нормативных актов Брянской области; отмечено их разнонаправленное действие, не обеспечивающее получение синергетики от скоординированного функционирования технологически взаимосвязанных предприятий и субъектов рынка. Таким образом, в связи с отсутствием согласованной системной политики в сфере производства и переработки сельхозпродукции, требуется разработка методического обеспечения кластерного развития, учитывающего интересы всех участников рынка. Представлены цели, задачи и рекомендации концептуального характера по внедрению кластерной политики в сельском хозяйстве Брянской области по следующим направлениям: формирование условий для стимулирования создания кластеров в сельском хозяйстве; формирование условий для развития агропромышленных кластеров в Брянской области; формирование условий для объективной оценки эффективности и анализа функционирования кластера. Определяя методические основы создания регионального агропромышленного кластера в Брянской области, авторами учтены объективные предпосылки для этого в регионе, в том числе: наличие рынков сбыта продукции кластера (главным образом, внешних, ввиду ограниченности ёмкости внутреннего рынка); наличие ресурсной составляющей для функционирования кластера (трудовых, финансовых, материальных, информационных и проч.); уровень «разинтегрированности» агропромышленного комплекса, проявляющийся в степени сложности для отдельно взятых предприятий создания крупных производств без взаимодействия с другими предприятиями.

Ключевые слова: региональная экономика, региональный кластер, кластерный подход, сельскохозяйственный комплекс региона

Conceptual foundations for the creation of a cluster in the agricultural complex of the region

Nadezhda A. Serebryakova¹ nad.serebryakova@mail.ru
Tat'yana A. Zubova¹

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

Summary. The article is devoted to the consideration of topical issues of introducing a cluster approach into the economy of the region. The authors studied the specific features and problems of the development of the agricultural complex in the Bryansk region. It is substantiated that the introduction of the cluster approach contributes to obtaining a synergistic effect from the use of the business competencies of the enterprises that make up the cluster. The system of normative acts of the Bryansk region is considered. Their multidirectional action is noted that does not ensure the acquisition of synergies from the coordinated functioning of technologically interconnected enterprises and market entities. Thus, there is no agreed policy in the sphere of production and processing of agricultural products. The authors believe that the development of methodological support for cluster development is required. It must take into account the interests of all market participants. The goals, tasks and recommendations on the implementation of cluster policy in the agriculture of the Bryansk region are presented. The following directions are singled out: the formation of conditions for stimulating the creation of clusters in agriculture; formation of conditions for the development of agro-industrial clusters in the Bryansk region; the formation of conditions for an objective evaluation of the effectiveness and analysis of the functioning of the cluster. The authors determined the prerequisites for the creation of a regional agro-industrial cluster in the Bryansk region: the availability of commodity markets for cluster products (mainly external, due to the limited capacity of the domestic market); the availability of a resource component for the functioning of the cluster (labor, financial, material, information, etc.); level of complexity for individual enterprises to create large-scale productions without interacting with other enterprises.

Keywords: regional economy, regional cluster, cluster approach, agricultural complex of the region

Введение

Исследователи отмечают [1, 2, 5, 6], что полноценное внедрение принципов кластерного развития в регионе позволяет получить синергетический эффект от использования бизнес-компетенций предприятий, составляющих кластер, и организаций, осуществляющих его коммерческое, инфраструктурное, правовое, институциональное обслуживание.

В сельском хозяйстве Брянской области отмечается ряд значимых проблем:

— недостаточные темпы обновления основных фондов в сельском хозяйстве региона, в сравнении с другими видами экономической деятельности, что указывает на несбалансированность региональной политики в части учёта специфики данной территории;

— отставание темпов инвестирования в основной капитал сельскохозяйственных предприятий от динамика производства пищевой продукции;

Для цитирования

Серебрякова Н.А., Зубова Т.А. Концептуальные основы создания кластера в сельскохозяйственном комплексе региона // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 261–268. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-261-268

For citation

Serebryakova N.A., Zubova T.A. Conceptual foundations for the creation of a cluster in the agricultural complex of the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 261–268. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-261-268

— существенный, но несколько более низкий в сравнении с другими регионами, рост потребительских цен на продовольственную продукцию;

— значительное увеличение потребления продуктов питания, в том числе мяса, тем не менее, не всегда соответствующее нормативам потребления;

— высокий уровень самообеспеченности региона отдельными видами сельскохозяйственной продукции и положительный баланс практических всех товарных категорий – что свидетельствует о необходимости формирования кластера с ориентацией на межрегиональный экспорт.

Учёт данных тенденций, составляющих специфические черты функционирования и развития сельскохозяйственного производства и потребления в Брянской области, должен быть положен в основу программных документов по кластерному развитию региона.

Современную политику региональных властей Брянской области в отношении развития сектора производства и переработки мяса нельзя считать сбалансированной и единой. Так, в области принят ряд нормативных актов разнонаправленного действия, не обеспечивающих получение синергетики от скоординированного функционирования технологически взаимосвязанных предприятий и субъектов рынка. Принятые программы поддержки имеют совершенно разную направленность, при этом сложно однозначно сказать об их взаимосвязи и взаимодополнении друг друга (то есть системном характере политики в сфере производства и переработки мясoproдукции). Так, на сегодняшний день в сфере производства и переработки мяса в Брянской области действуют следующие региональные программы поддержки:

- Развитие мясного скотоводства Брянской области на 2013–2016 гг.;
- Развитие семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств в Брянской области;
- Развитие первичной переработки скота в Брянской области и др.

Учитывая представленные выше особенности и текущее состояние сельского хозяйства в Брянской области, предвечать формирование методические основ создания регионального мясного кластера в сфере производства потребления, на наш взгляд, должно определение концептуальных направлений кластерного развития сельского хозяйства в регионе. С учетом публикаций по данной тематике [3, 4, 7, 8], нами разработаны направления, цели, задачи и рекомендации концептуального характера по внедрению кластерной политики в сельском хозяйстве Брянской области (таблица 1).

Определяя методические основы создания регионального агропромышленного кластера по производству мясoproдукции, важно учитывать наличие объективных предпосылок для этого в регионе, в том числе:

— наличие рынков сбыта продукции кластера (главным образом, внешних, ввиду ограниченности ёмкости внутреннего рынка);

— наличие ресурсной составляющей для функционирования кластера, в том числе трудовых, финансовых, материальных, информационных и прочих видов ресурсов;

— уровень «разинтегрированности» агропромышленного комплекса, проявляющийся в степени сложности для отдельно взятых предприятий создания крупных производств без взаимодействия с другими предприятиями (как по общности технологических процессов, так и по общности ресурсного обеспечения и рынков сбыта).

Процесс создания мясного кластера должен осуществляться с привлечением всех заинтересованных сторон:

1. Органов региональной и муниципальной власти;

2. Потенциальных предприятий, которые могут быть отобраны для формирования ядра мясного кластера (производители и переработчики мясного сырья);

3. Предприятий и организации – крупнейшие потребители мяса, в том числе: крупнейших предприятий оптовой и розничной торговли региона, а также межрегиональных организаций; предприятий и организаций общественного питания; предприятий социальной и бюджетной сферы; организаций, входящих в потребительскую кооперацию.

1. Поставщиков сырья и оборудования, в том числе: кормов и комбикормов; фуражного зерна; оборудования для производства и переработки мяса; поставщиков тары и упаковочных материалов.

5. Научно-исследовательских и образовательных организаций.

6. Организаций финансового блока: кредитные учреждения; страховые организации; лизинговые компании.

7. Обслуживающих подсистемы и организаций: организаций сервисной инфраструктуры; организаций транспортной инфраструктуры; организаций, обеспечивающих информационно-техническое обеспечение; организаций, оказывающих консалтинговые услуги; организаций, оказывающих строительные услуги; организаций, оказывающих логистические услуги и др.

Создание мясного кластера должно осуществляться в рамках рабочей группы с привлечением специалистов из максимально возможного перечня представленных групп, которые будут в той или иной степени вовлечены в работу кластера.

В таблице 2 представлены стратегические интересы каждой потенциальной группы участников, а также их возможный вклад в функционирование кластера.

Таблица 1.

Table 1.

Концептуальные основы внедрения кластерной политики в сельском хозяйстве Брянской области

Conceptual framework for the implementation of cluster policy in agriculture in the Bryansk region

Направление Direction	Цель goal	Задачи Tasks	Рекомендации Recommendations
1	2	3	4
Формирование условий для стимулирования создания кластеров в сельском хозяйстве Formation of conditions for stimulating the creation of clusters in agriculture	Создать организационно-экономическую, институциональную, правовую среду для эффективного взаимодействия технологий, взаимовыгодных и взаимозависимых предприятий для повышения конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции региона.	– обеспечение условий для формирования кластерных инициатив в различных сферах агропродовольственного комплекса региона; – совершенствование правовой базы региона; – разработка методических основ для развития кластера. – provision of conditions for the formation of cluster initiatives in various areas of the region's agro-industrial complex; – improvement of the legal framework of the region; – development of methodological bases for cluster development.	1. Определение критериев попадания коммерческих предприятий и некоммерческих организаций в кластер должно исходить из строгой необходимости учёта специфики Брянской области и соблюдения сбалансированного характера развития сельскохозяйственного комплекса субъекта; 2. Формируемая кластерная политика должна быть интегрирована с федеральными программами и взаимосвязанными региональными целевыми программами для снижения необоснованных расходов бюджета; 3. Должны применяться как стандартные, так и новые способы государственного стимулирования создания кластеров, в том числе: – обеспечение привлекательных налоговых условий для участников кластера; – оптимизация тарифной политики в области энергетики; – возможности получения экономических и организационных привилегий во взаимоотношениях сельскохозяйственных производителей с банками; – инструменты прямого субсидирования отдельных предприятий кластера. 1. The definition of the criteria for the entry of commercial enterprises and non-profit organizations into the cluster must proceed from the strict need to take into account the specifics of the Bryansk region and respect the balanced nature of the development of the agricultural complex of the subject; 2. The formed cluster policy should be integrated with federal programs and interrelated regional target programs to reduce unreasonable budget expenditures; 3. Both standard and new ways of state stimulation of cluster creation should be applied, including: - ensuring attractive tax conditions for cluster members; - Optimization of the tariff policy in the field of energy; - the possibility of obtaining economic and organizational privileges in the relations of agricultural production with banks; - instruments of direct subsidization of individual cluster enterprises.

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Формирование условий для развития агропромышленных кластеров в Брянской области Formation of conditions for the development of agro-industrial clusters in the Bryansk region	Создание механизмов и инструментов, позволяющих субъектам управления кластером в текущем режиме увеличивать его эффективность, совершенствовать функции всех элементов кластерной системы.	Creation of mechanisms and tools that allow the subjects of cluster management in the current regime to increase its efficiency, improve the functioning of all elements of the cluster system.	– разработка и четкое распределение функций участников агропромышленного кластера; – создание механизмов выбора управляющих органов и координационных советов по развитию кластеров; – развитие условий для эффективного кооперирования коммерческого сектора с некоммерческими организациями, в том числе ВУЗами, научно-исследовательскими организациями. - development and precise distribution of functions of participants in the agro-industrial cluster; - creation of mechanisms for selecting governing bodies and coordinating councils for the development of clusters; - development of conditions for effective cooperation of the commercial sector with non-profit organizations, including universities, research organizations.	1. Необходимо создание региональных центров подготовки специалистов для работы в кластерах. 2. Разработка и внедрение системы управления финансовыми и коммерческими рисками участников кластера. 3. Усиление работы в направлении создания благоприятного инвестиционного климата в Брянской области. 4. Формирование стандартов по потребительским свойствам агропромышленной продукции, выпущенной в Брянской области как условие развития «бренда» региона в области производства сельскохозяйственной продукции. 5. Обеспечение необходимой открытости функционирования участников кластера как условие его продвижения в масштабе рынков сбыта ЦФО и других регионов.	1. It is necessary to create regional centers for training specialists for working in clusters. 2. Development and implementation of a financial and commercial risk management system for cluster participants. 3. Strengthening the work towards creating a favorable investment climate in the Bryansk region. 4. Formation of standards on consumer properties of agro-industrial products, issued in the Bryansk region as a condition for the development of the "brand" of the region in the production of agricultural products. 5. Ensuring the necessary openness of the functioning of cluster participants as a condition for its promotion on the scale of the sales markets of the Central Federal District and other regions.
Формирование условий для объективной оценки эффективности и анализа функционирования кластера. Formation of conditions for an objective assessment of efficiency and analysis of the functioning of the cluster.	Разработка механизма оценки и мониторинга эффективности кластера, а также текущей корректировки его отдельных элементов	Development of a mechanism for assessing and monitoring the effectiveness of the cluster, as well as the current adjustment of its individual elements	– формирование критериев и индикаторов эффективности; – разработка механизма мониторинга эффективности; – создание подсистем кластера, позволяющих осуществлять сбор информации для оценки эффективности функционирования. - formation of criteria and indicators of effectiveness; - Development of a monitoring mechanism for effectiveness; - Creation of cluster subsystems that allow collecting information to assess the effectiveness of its operation.	1. Создать технические и организационные условия для формирования единого информационного пространства участников кластера. 2. Определить периоды мониторинга ключевых показателей эффективности функционирования кластера.	3. Определить ответственные за реализацию мониторинга структуры (координационный совет, компетентные органы государственной власти).

Таблица 2.

Стратегические интересы и потенциальный вклад в методическое обеспечение развития кластера в рамках рабочей группы

Table 2.

Strategic interests and potential contribution to the methodological support of cluster development within the framework of the working group

Группа Group		Стратегические интересы группы Strategic interests of the group		Потенциальный вклад в развитие кластера в рамках рабочей группы Potential contribution to cluster development within the framework of the working group	
1	2	3			
Органы региональной и муниципальной власти Regional and municipal authorities					
1. Экономические: – увеличение налоговых доходов в бюджеты разных уровней; – повышение макроэкономических показателей эффективности региональной политики; – повышение эффективности использования региональных земель сельхозпроизводителями; – повышение эффективности использования государственных ассигнований в тех или иных формах; – повышение инвестиционной привлекательности региона; – увеличение внешних инвестиций в регион и др. 2. Социальные: – улучшение ситуации на рынке труда путём создания дополнительных рабочих мест; – повышение качества жизни населения и соблюдение норм потребления мясной продукции в регионе; – повышение среднего уровня доходов населения в регионе; – рост численности населения и др.	1. Economic: - increase in tax revenues to budgets of different levels; - Increase of macroeconomic indicators of regional policy effectiveness; - Increasing the efficiency of the use of regional lands by agricultural producers; - Increasing the efficiency of the use of state appropriations in various forms; - increase of investment attractiveness of the region; - increase in foreign investment in the region, etc. 2. Social: - Improvement of the situation in the labor market by co-building additional workplaces; - Improvement of the quality of life of the population and compliance with the standards of consumption of meat products in the region; - increase in the average income level of the population in the region; - population growth, etc.	– обеспечение организационных механизмов управления кластером; – определение возможностей и направлений совершенствования правовой базы в части землепользования и земельных владения, налоговой политики, прочих важных для развития кластера вопросов; – определение наиболее оптимальных способов территориального размещения участников кластера; – устранение или минимизация административных и законодательных барьеров; – определение возможностей развития институциональной среды в регионе; – определение перспективных рынков сбыта с участием социальных и бюджетных потребителей как в Брянской области, так и в соседних регионах и др.	– provision of organizational mechanisms for cluster management; – identification of opportunities and directions for improving the legal framework for land use and land tenure, tax policy, other issues important for the development of the cluster; – Determination of the most optimal ways of territorial placement of cluster members; – elimination or minimization of administrative and legislative barriers; – identification of opportunities for development of the institutional environment in the region; – Definition of perspective sales markets with participation of social and budgetary consumers both in the Bryansk region, and in neighboring regions, etc.		
Предприятия, образующие ядро мясного кластера (производители мясной продукции) Enterprises that form the core of the meat cluster (producers of meat products)					
– повышение ключевых показателей финансово-экономической эффективности (рентабельности, выручки, прибыли); – расширение рынков сбыта и увеличение доли на внутреннем и внешних рынках; – обновление основных фондов; – повышение инновационности производства; – привлечение дополнительных инвестиционных ресурсов; – обеспечение стабильных поставок сырья и оборудования; – рост капитализации предприятия и др.	- increase of key indicators of financial and economic efficiency (profitability, revenue, profit); - expansion of sales markets and increase in the share of domestic and foreign markets; - renewal of fixed assets; - Increasing the innovativeness of production; - Attraction of additional investment resources; - ensuring stable supplies of raw materials and equipment; - Growth of the company's capitalization, etc.	– определение типичных проблем производства мясной продукции по основным группам взаимодействия в рамках кластера; – определение возможных направлений решения проблем с применением правовых, организационных, экономических, технических инструментов и механизмов; – определение отраслевых критериев и индикаторов функционирования ядра кластера; – определение потенциальных производственных мощностей и ассортимента выпуска мясoproducts и др.	- Identification of typical problems in the production of meat products by the main interaction groups within the cluster; - Identification of possible directions for solving problems using legal, organizational, economic, technical instruments and mechanisms; - definition of sectoral criteria and indicators of the functioning of the core of the cluster; - determination of potential production capacities and assortment of output of meat products, etc.		

Продолжение табл. 2

1	2	3
Предприятия и организации-крупнейшие потребители мяса Enterprises and organizations-the largest consumers of meat		
- стабилизация поставок отечественной продукции; - снижение себестоимости реализуемой продукции за счёт создания производства в регионе; - повышение основных показателей финансово-экономической эффективности.	- stabilization of supplies of domestic products; - reduction of the cost price of the sold products due to the creation of production in the region; - Raising the main indicators of financial and economic efficiency.	- определение ёмкости внутрирегиональных рынков сбыта; - определение потенциальной ёмкости внешних рынков сбыта мясной продукции; - определение необходимых корректировок ассортимента ряда с точки зрения потребности целевых рынков сбыта и др.
Поставщики (сырьё, оборудование и др.) Suppliers (raw materials, equipment, etc.)		
- обеспечение надёжных рынков сбыта сырья и оборудования; - повышение основных показателей финансово-экономической эффективности; - привлечение дополнительных инвестиционных ресурсов; - возможность обновления основных фондов и др.	- ensuring reliable markets for raw materials and equipment; - Raising the main indicators of financial and economic efficiency; - attraction of additional investment resources; - the possibility of renewing fixed assets, etc.	- определение типичного круга проблем при поставке сырья и оборудования; - определение направлений возможного решения проблем; - обеспечение оптимальной логистики сырья и оборудования с точки зрения расщеплённости предприятий, образующих ядро кластера и др.
Научно-исследовательские и образовательные организации Research and educational organizations		
- продвижение бренда научно-исследовательской или образовательной организации; - повышение их популярности; - возможность получения заказов на осуществление научно-исследовательских работ в области производства потребительской продукции; - повышение финансово-экономической результативности деятельности.	- promoting the brand of a research or educational organization, increasing their popularity; - the possibility of receiving orders for research in the production of consumer products; - Increase financial and economic performance.	- определение инструментов научной поддержки деятельности участников кластера.
Организации финансового блока (кредитные учреждения, страховые организации, лизинговые компании) The organizations of the financial block (credit institutions, insurance organizations, leasing companies)		
- повышение ключевых показателей финансово-экономической эффективности (рентабельности, выручки, прибыли); - расширение рынков сбыта финансовых продуктов; - привлечение дополнительных инвестиционных ресурсов; - расширение клиентской базы.	- increase of key indicators of financial and economic efficiency (profitability, revenue, profit); - expansion of commodity markets for financial products; - attraction of additional investment resources; - the expansion of the customer base.	- определение возможностей адаптации финансовых инструментов к деятельности предприятий ядра кластера с привлечением государственного финансирования.
Обслуживающие подсистемы и организации Serving subsystems and organizations		
- повышение финансово-экономической результативности; - обеспечение стабильных рынков сбыта услуг и работ.	- increase of financial and economic performance; - ensuring stable markets for the sale of services and works.	- identification of potential problems of interaction with servicing organizations and directions for their solution.

Заключение

Внедрение принципов кластерного подхода в совершенствование функционирования агропромышленного комплекса Брянской области должно в наиболее общем плане решать следующие задачи:

1. Развитие механизмов внутри- и, при необходимости, межрегионального взаимодействия предприятий.

2. Формирование инструментов эффективного управления бизнес-процессами предприятий кластера.

3. Стимулирование процессов кооперации и взаимодействия при объединении на основе

единых технологических параметров, а также общих поставляемых материалов и рынков сбыта.

4. Формирование эффективной системы взаимодействия научно-образовательного потенциала региона с коммерческими и государственными структурами.

5. Внедрение действенной системы стратегического планирования и контроллинга реализации задач функционирования агропромышленных кластеров.

6. Создание и запуск системы мониторинга эффективности функционирования кластера.

ЛИТЕРАТУРА

1 Железняков С.С., Рисин И.Е. Мониторинг результатов регулирования асимметрии в социально-экономическом пространстве региона // Регион: системы, экономика, управление. 2017. № 1 (36). С. 50–54.

2 Колмыкова Т.С. Организационно-экономический механизм структурных преобразований экономики: монография. Курск, 2010.

3 Колмыкова Т.С., Ключева Е.В. Бюджетное планирование в разработке перспектив развития региона // Известия Юго-Западного государственного университета. 2015. № 1 (58). С. 106–113.

4 Петрова С.Ю., Фролова О.А. Оценка экономической эффективности работы сельскохозяйственных организаций с учетом использования государственной поддержки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 10. С. 126–129.

5 Преображенский Б.Г. Анализ и оценка проекта региональной схемы развития и размещения производительных сил (на примере Воронежской области) // Регион: системы, экономика, управление. 2015. № 3 (30). С. 157–163.

6 Сироткина Н.В. Методы и приемы эффективного индикативного управления // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2008. № 2. С. 69–71.

7 Сироткина Н.В. Управление человеческими ресурсами в условиях низкой мотивационной восприимчивости. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2012. 216 с.

8 Серебрякова Н.А. Основные проблемы планирования инновационного развития хозяйственных систем // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014. № 4 (9). С. 115–116.

9 Kolmykova T., Telizenko A., Lukianykhin V. Problems of modernization and development priorities for industrial complex // Problems and Perspectives in Management, 2013. V. 11, № 4, P. 27–33

REFERENCES

1 Zheleznyakov S. S., Risin I. E. Monitoring of the results of the regulation of asymmetry in socio-economic space of the region. *Region* [Region: systems, Economics, management. 2017. no. 1 (36). pp. 50–54. (in Russian)

2 Kolmykova T. S. Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm [Organizational-economic mechanism of the structural transformation of the economy: monograph] Kursk, 2010. (in Russian)

3 Kolmykova T. S., Klyuev E. V. the Budgetary planning in the development of prospects of development of region *Izvestiya YuZGU* [News of southwest state University]. 2015. no. 1 (58). pp. 106–113. (in Russian)

4 Petrov S. Yu., Frolova O. A. Estimation of economic efficiency of agricultural organizations taking into account the use of state support. *Vestnik AltGU* [Bulletin of Altai state agrarian University] 2013. no. 10. pp. 126–129. (in Russian)

5 Preo brazhenskii B.G. Analysis and evaluation of the project of the regional scheme of development and placing of productive forces (on the example of Voronezh region). *Region* [Region: systems, Economics, management]. 2015. no. 3 (30). pp. 157–163. (in Russian)

6 Sirotkina N. V. Methods and techniques of effective benchmarking management. *Vestnik BGUKEP* [Proceedings of Belgorod University of cooperation, Economics and law] 2008. no. 2. pp. 69–71. (in Russian)

7 Sirotkina N. V. Upravlenie chelovecheskimi resursami [Human resource management in conditions of low motivational susceptibility] Voronezh: IPC "Science book", 2012. 216 p. (in Russian)

8 Serebryakova N.A. Main issues of planning of innovative development of economic systems. *Ekonomika. Innovatsii* [Economy. Innovation. The management of quality] 2014. no. 4 (9). pp. 115–116 (in Russian)

9 Kolmykova T., Telizenko A., Lukianykhin V. Problems of modernization and development priorities for industrial complex. *Problems and Perspectives in Management*, 2013. vol. 11, no. 4, pp. 27–33

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Надежда А. Серебрякова д.э.н., доцент, кафедра теории товароведения и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nad.serebryakova@mail.ru

Татьяна А. Зубова соискатель, кафедра теории товароведения и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Надежда А. Серебрякова консультация в ходе исследования

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nadezhda A. Serebryakova doctor of economical sciences, assistant professor, Department of the theory of commodity science and accounting policies, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nad.serebryakova@mail.ru

Tat'yana A. Zubova applicant, Department of the theory of commodity science and accounting policies, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,

CONTRIBUTION

Nadezhda A. Serebryakova consultation during the study

Tat'yana A. Zubova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.4.2017

ACCEPTED 9.4.2017

Инновационный ваучер в системе инструментов региональной инновационной политики

Марина В. Леденёва¹ mledenjova@yandex.ru
Мария В. Парфенова¹ pvv_65@mail.ru

¹ Волжский гуманитарный институт (филиал) Волгоградского государственного университета, ул. 40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия

Реферат. В статье рассмотрены инструменты стимулирования инновационной деятельности малых и средних предприятий (МСП) на региональном уровне, причем особое внимание уделено Волгоградской области. Авторами предложено внедрение инновационного ваучера в целях стимулирования спроса на инновации со стороны МСП, а также их сотрудничества с научно-исследовательскими организациями. Вместе с тем, инновационные ваучеры должны быть интегрированы в более широкую инновационную стратегию, в которой фирмы, воспользовавшиеся инновационными ваучерами, могли бы быть направлены к дальнейшим этапам бизнес-инноваций. В эту стратегию целесообразно включить инструменты сотрудничества МСП и научно-исследовательских организаций (инновационные сети и кластеры, технопарки, различные формы сотрудничества между вузами и МСП, поддержка деятельности профессиональных ассоциаций и др.), а также стимулы инновационной активности (инновационный налоговый кредит, инновационный лизинг, финансирование стартапов, институт наставничества). Авторы рассматривают зарубежный опыт стимулирования инновационной деятельности и возможности его применения в России. Часть рассмотренных инструментов в той или иной мере уже используются в Волгоградской области, однако большинство их не направлено на поддержку именно инновационных МСП. Авторами сделан вывод о необходимости стимулирования сотрудничества между МСП и научно-исследовательскими организациями Волгоградской области как одним из приоритетных направлений государственной экономической политики региональных властей. На базе этого сотрудничества в дальнейшем могут быть созданы такие структуры, как инновационные сети, кластеры и технопарки. Одним из первых шагов в данном направлении могло бы стать внедрение в Волгоградской области инновационного ваучера.

Ключевые слова: инновационная деятельность, стимулирование инновационной активности, эффективность стимулирования, МСП, инновационный ваучер

Innovation voucher in the system of regional innovation policy tools

Marina V. Ledeneva¹ mledenjova@yandex.ru
Mariya V. Parfenova¹ pvv_65@mail.ru

¹ Volzhsky Institute of Humanities affiliate of Volgograd State University, 40 let Pobedy str., 11, Volzhsky, 404133, Russia

Summary. In the article, the tools for stimulating the innovation activity of small and medium-sized enterprises (SMEs) at the regional level are considered, with special attention paid to the Volgograd region. The authors proposed the introduction of an innovative voucher in order to stimulate the demand for innovation by SMEs, as well as their cooperation with research organizations. At the same time, innovative vouchers should be integrated into a broader innovation strategy in which firms using innovative vouchers could be directed to further stages of business innovation. It is appropriate to include in this strategy the instruments of cooperation between SMEs and research organizations (innovative networks and clusters, technology parks, various forms of cooperation between universities and SMEs, support for professional associations, etc.), as well as incentives for innovative activity (innovative tax credit, innovative leasing, financing of start-ups, mentoring institute). The authors consider the foreign experience of innovation activity stimulating and the possibility of its application in Russia. Some of the instruments considered are already used in one way or another in the Volgograd region, but most of them are not aimed at supporting exactly innovative SMEs. The authors concluded that it is necessary to stimulate cooperation between SMEs and research organizations of the Volgograd region as one of the priority directions of the state economic policy of regional authorities. On the basis of this cooperation in the future, such structures as innovative networks, clusters and technoparks can be created. One of the first steps in this direction could be the introduction of an innovative voucher in the Volgograd region.

Keywords: innovation activity, stimulation of innovation activity, incentive efficiency, SMEs, innovative voucher

Введение

С целью действенного стимулирования инновационной активности МСП используемые на федеральном и региональном уровнях государственные стимулы должны проходить проверку на эффективность. Система государственных стимулов должна избавляться от неэффективных инструментов и пополняться новыми стимулами, в том числе доказавшими свою

эффективность за рубежом или в одном из субъектов РФ. Точная «настройка» указанных инструментов, основанная на их оптимизации, дает возможность целенаправленно изменять параметры и научно обосновывать пути повышения эффективности государственного стимулирования инновационной деятельности.

С этой точки зрения представляет интерес возможность внедрения в РФ инновационных

Для цитирования

Леденёва М.В., Парфенова М.В. Инновационный ваучер в системе инструментов региональной инновационной политики // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 269–276. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-269-276

For citation

Ledeneva M.V., Parfenova M.V. Innovation voucher in the system of regional innovation policy tools. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 269–276. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-269-276

ваучеров. Инновационный ваучер – это документ, удостоверяющий право его держателя, малого или среднего предприятия, получить услуги от научно-исследовательской организации в пределах номинала ваучера. Цель инновационного ваучера – стимулировать спрос на инновации, а также сотрудничество между МСП и научно-исследовательскими организациями. Новые связи между МСП и научно-исследовательскими организациями будут стимулировать непосредственную передачу знаний, а также выступать в качестве катализатора для формирования долгосрочных более глубоких отношений сотрудничества, формируя, тем самым, некий социальный капитал. Сущность, преимущества, особенности использования инновационных ваучеров, факторы их успеха и риска, возможности внедрения в Волгоградской области рассмотрены в [1, 2].

Из-за недостаточной законодательной базы (в настоящее время такой формы финансового обеспечения государственной поддержки инноваций, как инновационный ваучер, законодательством РФ не предусмотрено) внедрение инновационных ваучеров целесообразно начать на региональном уровне, т. к. согласно п. 3 ст. 16 Федерального закона № 209-ФЗ от 24.07.2007 г. «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» поддержка субъектов МСП органами государственной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления может осуществляться как в формах, предусмотренных самим законом, так и в формах, самостоятельно выбираемых субъектами РФ и муниципальными образованиями и реализуемых ими за счет средств собственных бюджетов.

Однако поскольку инновационный ваучер стимулирует разовое внедрение инноваций и его эффективность в долгосрочном периоде не доказана, для стимулирования инновационной деятельности МСП в долгосрочной перспективе он должен быть дополнен другими инструментами. В отрыве от других инструментов инновационные ваучеры не могут переломить сложившиеся отношения между МСП и исследовательскими организациями. Таким образом, инновационные ваучеры должны стать частью инновационной стратегии, в которой фирмы, воспользовавшиеся инновационными ваучерами, могут быть стимулированы к дальнейшим этапам бизнес-инноваций путем использования различных инструментов (субсидии, гранты, налоговые льготы, совместные исследовательские программы, инновационные кластеры и сети и др.).

Основная часть

Рассмотрим инструменты, непосредственно стимулирующие сотрудничество МСП и научно-исследовательских организаций, и инструменты, стимулирующие инновационную активность МСП.

1.1 Инструменты, стимулирующие сотрудничество МСП и научно-исследовательских организаций

Инновации требуют большой системы взаимосвязанных предприятий. Раскрытие потенциала предприятий малых форм хозяйствования возможно через использование инновационного потенциала, который стимулирует создание инфраструктурных инновационных объектов – бизнес-инкубаторы, технопарки, техноцентры, на базе которых происходит создание инновационного кластера.

Кластер – это фактически целый комплекс взаимодополняющих друг друга компаний – производственных, научно-исследовательских, образовательных, поставщиков оборудования и услуг, которые начинают вместе работать на конкретной территории для увеличения конкурентных преимуществ конечного продукта. В этой связи основной задачей для центров кластерного развития становится создание условий для тесного взаимодействия участников территориальных кластеров [3, с. 26].

В соответствии со Стратегией социально-экономического развития Волгоградской области и Стратегией социально-экономического развития ЮФО на период до 2020 года в Волгоградской области запланировано создание химико-фармацевтического кластера, кластера по альтернативной энергетике, текстильного кластера и кластера информационных технологий.

К 2020 году планируется завершить реализацию проекта создания химико-фармацевтического промышленного кластера. Цель создания химико-фармацевтического кластера – лекарственное обеспечение населения стратегически важными и высокоэффективными инновационными отечественными препаратами, реализуя тем самым концепцию национальной безопасности. Химико-фармацевтической промышленный кластер Волгоградской области будет состоять из образовательной, научной, производственной и социальной функциональных зон. Основными участниками кластера станут ведущие научно-исследовательские организации Волгоградской области: Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоградский научно-исследовательский медицинский центр Администрации Волгоградской области, НИИ фармакологии ВолгГМУ, а также крупнейшие химические предприятия региона – ВОАО «Химпром», АО «Каустик» и АО «Волжский оргсинтез» [4].

Достигнуты договоренности между администрацией Волгоградской области и компанией РУСАЛ о создании нового производственного кластера. Концепция проекта Волгоградской технологической долины предусматривает создание новых предприятий в непосредственной близости от производства первичного алюминия с возможностью прямых поставок жидкого металла. Планируется выпуск продукции высоких переделов, а также конечной, в том числе строительных материалов, автокомпонентов, сооружений и конструкций на базе алюминиевого профиля [5].

Целесообразно включение в вышеперечисленные кластеры также МСП, которые могли бы выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заказу крупных компаний.

В перспективе целесообразно формирование в Волгоградской области инновационного территориального кластера на базе химической промышленности, фармацевтики, электроники, металлургии, информационных технологий и др.

Инновационные сети представляют собой комплекс взаимосвязанных исследовательских, проектных, конструкторских, маркетинговых учреждений и промышленных предприятий, организованных по принципу сети [6, с. 10]. Основное предназначение сети – обеспечение информационного обмена между разработчиками и потенциальными заказчиками НИОКР, а также поиск партнеров для кооперации.

Государственные органы власти играют важную роль в формировании сетей. Например, в 2000–06 гг. в Германии была реализована программа InnoRegio, инициированная Федеральным министерством образования и исследований. Цель этой программы – создать эффект совместных действий для компаний – участников инновационной сети. Кроме того, программа была призвана устранить одну из слабостей германской экономики – недостаточно развитого сотрудничества на региональном уровне в новых федеральных землях между компаниями, исследовательскими учреждениями и организациями, связанными с промышленностью. Согласно программе InnoRegio на конкурсной основе были отобраны 23 региональные ассоциации промышленных компаний и исследовательских институтов, согласившихся скооперироваться в инновационные сети. Им было предоставлено финансирование из федерального бюджета. Результатом данной программы стал рост занятости на предприятиях инновационной сети [6, с. 14].

Формирование инновационных сетей возможно и внутри региона. Созданию инновационной

сети может способствовать также создание открытых патентных обзоров. Применительно к Волгоградской области координаторами при трансфере технологий могли бы выступить, например, региональное отделение ВОИР или Центр инжиниринга Волгоградской области.

Технопарк – это имущественный комплекс, в котором объединены научно-исследовательские институты, объекты индустрии, деловые центры, выставочные площадки, учебные заведения, а также обслуживающие объекты: средства транспорта, подъездные пути, жилые поселки, охрана. Одна из целей, которую преследует технопарк – развитие малого бизнеса инновационной направленности.

Основной целью технопарка является стимулирование «потока» новых проектов и стартапов. Активно действуют технопарки в сфере высоких технологий, что позволяет снижать издержки компаний-резидентов и производство нематериальных активов, когда кластерные инициативы, в свою очередь, способствуют софинансированию инновационных и новейших проектов между предприятиями крупного, малого и среднего бизнеса.

В Волгоградской области, начиная с 2006 г., когда начала реализовываться комплексная программа «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий», осуществлялись попытки создать технопарк, которые пока не увенчались успехом. В 2014 г. были подготовлены четыре площадки для создания технопарков: на базе ВолГТУ, на свободном участке земли в районе ТЭЦ-2, на территории Волжского трубного завода, на территории завода «Волга-Бас». Волгоградской областной думой был подготовлен проект закона об областных агропромышленных, индустриальных, туристско-рекреационных и технологических парках.

Технополис представляет собой целостную научно-производственную структуру, созданную на базе отдельного города, в экономике которого заметную роль играют технопарки и инкубаторы. Новые товары и технологии, разработанные в научных центрах, используются для решения всего комплекса социально-экономических проблем города. Технополисы могут быть образованы как на основе новых городов, так и на основе реконструирующихся. Существуют также технополисы «размытого» типа, обычно они возникают на базе больших городов, которые при отсутствии четко очерченных высокотехнологичных зон, тем не менее, располагают развитыми инновационными структурами [7, с. 66].

Различные формы сотрудничества между вузами и МСП. Формы сотрудничества между вузами и МСП включают в себя консалтинг, когда преподаватели, аспиранты, успешные студенты консультируют бизнес; взаимодействие с бизнесом в форме стажировок для студентов, а также контракты студентов с частным сектором для проведения общих исследований. Такие формы сотрудничества развиты, в частности в Бразилии. Взаимодействие между вузами и МСП создает культуру, позволяющую основать новые компании [8].

В этой связи представляет интерес опыт Великобритании, где действует Ассоциация бизнес-школ, стимулирующая взаимодействие между МСП и бизнес-школами: подготовка и представление планов развития малого бизнеса, проведение консультаций, направление высококвалифицированных выпускников на предприятия малого бизнеса. При многих колледжах работают специализированные центры развития бизнеса, целью которых является повышение квалификации персонала и усовершенствование технологий. Обмен знаниями между местными предприятиями и университетами осуществляется посредством Совета по техническим стратегиям и Партнерств по обмену знаниями. Национальная ассоциация колледжских и университетских предпринимателей (NACUE) – британская организация, поддерживающая молодёжное предпринимательство, совместно с Министерством предпринимательства, инноваций и ремесел Великобритании, работает над созданием стартовых площадок для МСП [3, с. 72].

В Волгоградской области инструментом, стимулирующим сотрудничество между вузами и МСП, может выступать конкурс государственных научных грантов Волгоградской области. Грант предназначен для финансирования затрат на проведение прикладных научных исследований и (или) опытно-конструкторских работ по областям знаний, определяемым Администрацией Волгоградской области, в целях реализации научных, научно-технических и инновационных проектов, направленных на социально-экономическое развитие Волгоградской области. Ежегодно выдаются 10 грантов стоимостью 500 тыс. руб. каждый.

Содействие межфирменному распространению и трансферу технологий осуществляется за счет **поддержки деятельности профессиональных ассоциаций** (например, региональных инженеров), обладающих как профессиональными знаниями, так и неформальными связями

с представителями различных организаций в рамках одной сферы деятельности. Деятельность включает услуги: предоставление информации о последних улучшениях технологий, изменении законодательства, сетевых взаимодействиях; проведение бенчмаркинга для выявления конкурентных преимуществ организации; консультирование по вопросам качества управления, сертификации, развития персонала, стратегического менеджмента; профессиональная переподготовка производственного и административного персонала; реализация совместных проектов с привлечением НИИ для решения специализированных задач производства и управления [9, с. 3].

В РФ действует Всероссийская организация изобретателей и рационализаторов (ВОИР), имеющая региональные отделения, в т. ч. в Волгоградской области. В числе приоритетных задач ВОИР: коммерциализация отечественных изобретений, рационализаторских предложений; содействие полноценному формированию рынка интеллектуальной собственности в РФ; вывод на рынок новых отечественных инновационных товаров; создание высокотехнологичных производств; социальная и правовая поддержка изобретателей и рационализаторов; повышение престижа и популяризация изобретательской и рационализаторской деятельности; выявление и воспитание молодых и талантливых новаторов, способных достойно представить Россию на международных рынках; формирование поколения изобретателей и рационализаторов новой формации, обладающих компетенциями и навыками инновационного предпринимательства и др.

1.2 Инструменты, стимулирующие инновационную активность МСП

К стимулам для НИОКР можно отнести создание специальных фондов (могут создаваться государством или действовать совместно с крупными корпорациями, банками или как самостоятельные организации), государственные гранты, инструменты банковского финансирования (льготное кредитование инновационных проектов или финансирование через гарантийные фонды), инструменты налогового стимулирования инноваций и др. Максимальное влияние на объем финансирования НИОКР оказывает такой фактор, как получение денежных грантов и налоговых льгот.

Перспективным инструментом стимулирования инновационной деятельности МСП является **инновационный лизинг**, который охватывает все новые сферы, стимулируя тем

самым техническое перевооружение и развитие значительного числа инновационных предприятий. Инновационный лизинг – это определенный, специфический вид экономических отношений между их субъектами: лизингодателем, лизингополучателем и продавцом лизингового имущества по поводу объектов движимого и недвижимого имущества, относящегося к основным средствам в процессе инновационной деятельности [10, С. 39]. Решая задачу повышения доступности лизинга для субъектов малого и среднего бизнеса, ориентированных на инновационный тип развития, федеральный или региональный бюджет субсидирует часть затрат, связанных с уплатой процентов по лизинговым договорам и уплатой первого взноса при заключении договора лизинга оборудования. Следующим этапом поддержки лизингополучателей, по мнению М.А. Агаджанова, должно стать возмещение инновационным компаниям, а также предприятиям стратегических отраслей части лизинговых платежей при покупке нового технологического оборудования, в том числе и импортного, при условии, что аналогичное оборудование не производится на территории России. Кроме возмещения в финансовой форме такие сделки могут поддерживаться в форме предоставления гарантий со стороны субъектов федерации, на территории которых реализуются программы развития [11].

Следует отметить, что в Волгоградской области осуществляется финансовая поддержка МСП через субсидирование части затрат на плату по договорам лизинга, а также части затрат, связанных с приобретением оборудования в целях создания, развития или модернизации производства. Финансовая поддержка через субсидирование предоставляется субъектам МСП, осуществляющим приоритетные виды деятельности, в форме субсидий для возмещения понесенных затрат. Предоставляется два вида субсидий:

- субсидия на возмещение затрат субъектам малого и среднего предпринимательства, связанных с уплатой первого взноса (аванса) при заключении договора лизинга – из расчета фактически произведенных затрат на уплату первого взноса (аванса) по договору лизинга, но не более 1 млн руб.;
- субсидия на возмещение части затрат субъектов МСП, связанных с приобретением оборудования в целях создания, развития либо модернизации производства товаров, работ, услуг – из расчета 50% затрат на приобретение оборудования в собственность, но не более 1 млн руб.

В качестве инструмента налогового стимулирования инноваций активно применяются налоговые кредиты. Законодательством РФ предусмотрен *инвестиционный налоговый кредит* – это форма изменения срока исполнения налогового обязательства, при которой налогоплательщику предоставляется возможность уменьшить платежи по налогу с последующей уплатой суммы кредита и процентов. Согласно ст. 67 Налогового кодекса РФ, основаниями для предоставления инвестиционного налогового кредита являются, в частности, осуществление организацией внедренческой или инновационной деятельности, в том числе создание новых или совершенствование применяемых технологий, создание новых видов сырья или материалов; проведение организацией научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ либо технического перевооружения собственного производства.

Инвестиционный налоговый кредит предоставляется на срок от года до 5 лет по налогу на прибыль организации, а также по региональным (налог на имущество организаций, транспортный налог) и местным налогам (земельный налог). Проценты на сумму кредита определяются по ставке не менее $\frac{1}{2}$ и не превышающей $\frac{3}{4}$ ставки рефинансирования Центрального банка России. В случае если организация включена в реестр резидентов зоны территориального развития, то срок предоставления инвестиционного налогового кредита может быть увеличен до 10 лет, а процентная ставка будет составлять – 0%.

Вместе с тем, как отмечают Е.А. Ермакова и Н.А. Ларионов, данный инструмент в России фактически не работает. За последние 10 лет по линии федеральных налогов не было выдано ни одного инвестиционного налогового кредита. По состоянию на 1 января 2007 г. всего пять организаций получили такой кредит на сумму 219,5 млн руб., причем 97% суммы было предоставлено за счет региональных и местных средств. Основные причины этого: 1) инвестиционный налоговый кредит распространяется только на налог на прибыль, а также региональные и местные налоги, значение которых для предприятия невелико; 2) регионы не заинтересованы в предоставлении инвестиционных налоговых кредитов, т. к. выпадающие доходы не компенсируются им из федерального бюджета; 3) отбор получателей инвестиционного налогового кредита непрозрачен; 4) разрешительная процедура провоцирует риски коррупции [12, с. 9–10].

Согласно ст. 9 закона Волгоградской области «О государственной поддержке инвестиционной деятельности на территории Волгоградской области» № 2010-ОД от 2 марта 2010 г., инвестиционный налоговый кредит предоставляется инвесторам в порядке, установленном законодательством РФ.

Финансирование стартапов. В настоящее время существует несколько форм финансирования стартапов: субсидии, гранты, благотворительность, бизнес-ангелы и инвесторы.

Государственную поддержку инновационного стартапа в РФ можно получить через участие в программах Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере: «Умник», «Старт», «Бизнес-старт», «Развитие» и «Коммерциализация». В Волгоградской области действует Некоммерческое партнерство «Волгоградский Центр Трансфера Технологий» (НП ВЦТТ). Данная организация является Представительством Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по Волгоградской области и оператором проекта «Стимулирование молодежного инновационного предпринимательства в Российской Федерации» по Волгоградской области.

В то же время, лишь небольшое количество предприятий Волгоградской области получают поддержку по данной программе. Так, на первом, «посевном» этапе в 2015 г. лишь пять субъектов малого бизнеса Волгоградской области стали победителями конкурса «Старт-1», в 2014 г. – семь субъектов малого бизнеса. До третьего этапа – коммерциализации, дошли еще меньшее количество участников. Программа «Коммерциализация» направлена на поддержку субъектов малого предпринимательства, завершивших стадию НИОКР и планирующих создание или расширение производства инновационной продукции. Ее участниками стали шесть субъектов малого бизнеса Волгоградской области в 2015 г. и два – в 2014 году. Таким образом, целесообразно усилить финансирование стартапов на региональном уровне.

Институт наставничества (менторства) представляет собой управленческое и консультационное сопровождение компаний на самых сложных этапах раннего развития и включает в себя консультации по развитию компании, тренинги для основателей стартапов, помощь в поиске потенциальных инвесторов. Помощь наставника способствует повышению квалификации и управленческих компетенций основателей стартапа, более быстрому и успешному развитию компании, улучшает

доступ к источникам финансирования. Такая помощь является бесплатной для субъектов МСП.

Институт наставничества способен минимизировать влияние основных проблем, связанных с дискретностью финансирования и высокой неопределенностью среды, в которой функционируют инновационные стартапы [13].

Целесообразно внедрение данного инструмента через Региональный центр инжиниринга Волгоградской области, который частично уже осуществляет перечисленные функции, в частности, антикризисный консалтинг, разработку инвестиционных проектов создания МСП, оказание маркетинговых услуг, услуг по брендингу, позиционированию и продвижению новых продуктов. Кроме того, Центр поддержки предпринимательства ГАУ «Волгоградский областной бизнес инкубатор» на базе ЧОУ ВО «Волгоградский институт бизнеса» проводит бесплатное обучение для субъектов малого и среднего предпринимательства Волгоградской области по программе профессиональной переподготовки «Управление персоналом».

Следует отметить, что важные стимулы инновационной активности действуют и на федеральном уровне. Так, с 2011 г. в РФ действует льгота по закону на прибыль предприятий для компаний, осуществляющих НИОКР. Согласно ст. 262 НК РФ, налогоплательщик, осуществляющий расходы на НИОКР по перечню НИОКР, установленному Правительством Российской Федерации, вправе включать указанные расходы в состав прочих расходов того отчетного (налогового) периода, в котором завершены такие исследования или разработки (отдельные этапы работ), в размере фактических затрат с применением коэффициента 1,5.

Действует также ускоренная амортизация нематериальных активов. Однако компании почти не пользуются этими льготами по налогу на прибыль из-за нечетких формулировок перечня расходов и угрозы доначисления невыплаченных налогов со стороны государства. Кроме того, данными льготами не могут воспользоваться компании, не получающие прибыли, т. е. эта льгота не стимулирует инвесторов к увеличению инвестиций.

В РФ применяются пониженные ставки взносов в государственные внебюджетные фонды для производителей определенных видов продукции, в том числе для малых инновационных компаний при вузах или научных учреждениях, а также пониженные ставки взносов в государственные внебюджетные фонды для IT-компаний, аккредитованных в Минкомсвязи России.

АО «Российский Банк поддержки малого и среднего предпринимательства» разрабатывает и реализует программы государственной поддержки малого и среднего инновационного бизнеса через факторинг. Необходимость этого инструмента обусловлена тем, что дорогостоящая инновационная продукция способна формировать большую величину дебиторской задолженности на длительном временном отрезке. В этом случае эффективным инструментом увеличения финансов инновационных предприятий становится договор факторингового обслуживания.

Заключение

Таким образом, инновационный ваучер предназначен для стимулирования спроса на инновации со стороны МСП, а также для завязывания сотрудничества между вузами и МСП, которое может явиться фундаментом для последующих инноваций, формирования инновационных сетей, кластеров, создания технопарков. Цель органов власти – превратить такое сотрудничество в долгосрочное, для чего необходимо применять инструменты, стимулирующие инновационную активность МСП,

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Леденёва М.В., Парфенова М.В. Зарубежные модели инновационных ваучеров: общее и особенное // Финансовое право и управление. 2016. № 3. С. 193–207.
- 2 Леденёва М.В. Внедрение инновационных ваучеров в Волгоградской области // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2017. № 1 (38). С. 36–42.
- 3 Факторы стимулирования предпринимательства в России и мире // Опора России. М., 2014. 184 с.
- 4 Волгоградский химико-фармацевтический кластер // Аккредитация в образовании. URL: http://www.akvobr.ru/volgogradskii_himiko_farmaceuticheskii_klaster.html (дата обращения: 03.09.2017 г.).
- 5 Алюминиевый кластер: Волгоградская технологическая долина URL: <http://my34region.ru/alyuminievyy-klaster-volgogradskaya-tehnologicheskaya-dolina/> (дата обращения: 03.09.2017 г.).
- 6 Шевченко И.В., Салмина О.А. Глобальные инновационные сети в постиндустриальной экономике: открытость и научное сотрудничество // Финансы и кредит. 2011. № 47 (479). С. 10–18.
- 7 Харин А.А., Коленский И.Л., Рождественский А.А. Управление инновационными процессами. М.: Директ-Медиа, 2016. 472 с.
- 8 Государство и университеты должны дополнять друг друга в социальной политике. НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/news/205015187.html> (дата обращения: 03.09.2017 г.).
- 9 Бельский В.В. Инструменты стимулирования инновационной деятельности для нужд развития регионального рынка научно-технической продукции // Молодой ученый. 2015. № 10.2(90.2). С. 2–5.

а также их сотрудничество с научно-исследовательскими организациями.

Обзор представленных в статье инструментов позволяет сделать вывод, что часть из них в той или иной степени уже используются в Волгоградской области, например, услуги Регионального центра инжиниринга; субсидирование части затрат на плату по договорам лизинга, а также части затрат, связанных с приобретением оборудования; инвестиционный налоговый кредит. Вместе с тем, большинство этих инструментов напрямую не имеет целью поддержку именно инновационных предприятий. Что же касается сотрудничества между вузами и МСП, в Волгоградской области оно недостаточно стимулируется со стороны государственных органов. Поэтому именно этому направлению стимулирования инновационной деятельности следует уделить особое внимание. Одним из первых шагов в данном направлении могло бы стать внедрение в Волгоградской области инновационного ваучера.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Отделения гуманитарных и общественных наук РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта «Инновационный ваучер как инструмент развития инновационного предпринимательства в Волгоградской области» (проект № 16-12-34007).

10 Аюпов А.А. Инновационный лизинг в банке. Казань: Издательский центр ТИСБИ. 2002. 160 с.

11 Агаджанов М.А. Государственная поддержка российского лизинга // URL: <http://www.kommersant.ru/doc/2171699> (дата обращения: 03.09.2017 г.).

12 Ермакова Е.А., Ларионов Н.А. Налоговые кредиты в системе стимулирования инновационной активности // Управленец. 2015. № 2(54). С. 4–10.

13 Баринаева В. Ваучеры и наставники: как помочь инновационным компаниям // URL: <http://www.forbes.ru/mneniya-column/gosplan/290435-vauchery-i-nastavniki-kak-pomoch-innovatsionnym-kompaniyam> (дата обращения: 03.09.2017 г.).

REFERENCES

- 1 Ledeneva M.V., Parfenova M.V. Foreign models of innovative vouchers: general and special. *Finansovoe pravo* [Financial law and management] 2016. no. 3. pp. 193–207. (in Russian)
- 2 Ledeneva M.V. Introduction of innovative vouchers in the Volgograd region. *Vestnik VIB* [Business. Education. Right. Bulletin of the Volgograd Institute of Business]. 2017. no. 1 (38). pp. 36–42. (in Russian)
- 3 Business incentives in Russia and in the world. *Opora Rossii* [All-Russian public organization of small and medium-sized business «Support of Russia»] 2014. 184 p. (in Russian)
- 4 Volgograd chemical and pharmaceutical cluster. *Akkreditatsiya v obrazovanii* [Accreditation in education] URL: http://www.akvobr.ru/volgogradskii_himiko_farmaceuticheskii_klaster.html (accessed 03.09.2017) (in Russian)
- 5 Alyuminievyyi klaster [Aluminum cluster: Volgograd technological valley]. URL: <http://my34region.ru/alyuminievyy-klaster-volgogradskaya-tehnologicheskaya-dolina/> (accessed 03.09.2017) (in Russian)

6 Shevchenko I.V., Salmina O.A. Global innovative networks in the post-industrial economy: openness and scientific cooperation. *Finansy i kredit* [Finance and credit] 2011. no. 47 (479). pp. 10–18. (in Russian)

7 Kharin A.A., Kolensky I.L., Rozhdestvenskiy A.A. *Upravlenie innovatsionnymi* [Management of innovation processes] Moscow: Direct Media, 2016. 472 p. (in Russian)

8 Gosudarstvo i universitety [The state and universities should complement each other in social policy] URL: <https://issek.hse.ru/news/205015187.html> (accessed 03.09.2017) (in Russian)

9 Belsky V.V. Instruments of stimulation of innovation activity for the development of the regional market of scientific and technical production. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist] 2015. no 10.2. pp. 2–5. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Марина В. Леденёва д.э.н., доцент, кафедра экономической теории и управления, Волжский гуманитарный институт (филиал) Волгоградского государственного университета, ул. 40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия, mledenjova@yandex.ru

Мария В. Парфенова к.э.н., доцент, кафедра финансов и кредита, Волжский гуманитарный институт (филиал) Волгоградского государственного университета, ул. 40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия, pvv_65@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.09.2017

10 Ayupov A.A. *Innovatsionnyi lizing* [Innovative leasing in a bank]. Kazan: TISBI Publishing Center. 2002. 160 p. (in Russian)

11 Agadzhanov M.A. *Gosudarstvennaya podderzhka rossiiskogo* [State support of Russian leasing] URL : <http://www.kommersant.ru/doc/2171699> (accessed 03.09.2017) (in Russian)

12 Ermakova E.A., Larionov N.A. Tax credits in the system of stimulation of innovation activity. *Upravlenets* [Manager] 2015. no. 2 (54). pp. 4–10. (in Russian)

13 Barinova V. *Vauchery i nastavniki* [Vouchers and mentors: how to help innovative companies] URL: <http://www.forbes.ru/mneniya-column/gosplan/290435-vauchery-i-nastavniki-kak-pomoch-innovatsionnym-kompaniyam> (accessed 03.09.2017) (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Marina V. Ledeneva doctor of economical sciences, associate professor, economic theory and management department, Volzhsky Institute of Humanities affiliate of Volgograd State University, 40 let Pobedy str., 11, Volzhsky, 404133, Russia, mledenjova@yandex.ru

Mariya V. Parfenova candidate of economical sciences, associate professor, finance and credit department, Volzhsky Institute of Humanities affiliate of Volgograd State University, 40 let Pobedy str., 11, Volzhsky, 404133, Russia, pvv_65@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.8.2017

ACCEPTED 9.4.2017

Импортозамещение и его роль в обеспечении продовольственной безопасности и развитии АПК региона

Екатерина В. Пастушкова¹ pas-ekaterina@yandex.ru
Ольга В. Чугунова¹ chugun.ova@yandex.ru

¹ Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия

Реферат. В статье представлен анализ обеспечения продовольственного рынка в период 2010-2015 г. с учетом современных условий экономики Российской Федерации. Объемы выпуска (производства) основных видов пищевых продуктов в РФ в период за 2010-2015 гг. свидетельствуют о увеличении отечественного производства пищевых продуктов, таких как мясные продукты, рыба и рыбные продукты, замороженная плодовоовощная продукция, молоко и молочные продукты. Важнейшими категориями микроэкономического анализа является спрос и предложение на отдельных рынках. На основании сведений о рационах питания населения на душу населения региона и РФ в целом, выявлено, что потребление мяса и мясных продуктов, яиц соответствует установленным нормам. Проблема формирования спроса на пищевые продукты является актуальной и обусловлена тем, что потребление и спрос на продовольствие у значительной части населения страны сформированы еще на недостаточном уровне из-за низких доходов населения. В ходе изучения доли импортной продукции на продовольственном рынке РФ было выявлено, что существует зависимость по следующим товарным ресурсам: говядины (доля импорта 57,3%), масла животного (34,4%) и сыров (37,3%). В условия современного развития экономики страны немаловажным фактором является государственная поддержка импортозамещения выступающая неким стимулом для развития и защиты собственного производства пищевых продуктов. Оценка динамики внешнеторгового оборота торговли региона способствует выявлению направлений в развитии отношений региона. Анализ показателя внешней торговли УрФО в период 2012-2016 претерпевал незначительные изменения, данный факт обусловлен введением зарубежных санкций. Импортозамещение является одним из основных факторов, способствующих осуществить масштабную и глубокую модернизацию отечественного АПК, обуславливающую при этом использование опережающих технологий.

Ключевые слова: импортозамещение, агропромышленный комплекс, регион, продовольственная безопасность, пищевая, перерабатывающая промышленность, производство, экспорт, импорт

Import substitution and its role in food security and agricultural development in the region

Ekaterina V. Pastushkova¹ pas-ekaterina@yandex.ru
Olga V. Chugunova¹ chugun.ova@yandex.ru

¹ Urals state university of economics address for correspondence, 8 Marta/Narodnoy voli str., 62/45, Ekaterinburg, 620144, Russia

Summary. The article presents the analysis of the security of the food market during the period 2010-2015, with an account of modern conditions of economy of the Russian Federation. The volume of production (manufacturing) of major food products in Russia in the period 2010-2015 indicate the increase in domestic production of food products such as meat products, fish and fish products, frozen fruits and vegetables, milk and dairy products. Key categories of micro-economic analysis is supply and demand in selected markets. On the basis of information about the diets of the population per capita in the region and Russia as a whole, revealed that the consumption of meat and meat products, eggs complies with the standards. The problem of formation of demand for food products is relevant due to the fact that consumption and demand for food in large parts of the population formed at an insufficient level due to low incomes. In examining the share of imported products in the food market of the Russian Federation, it was identified that there is a dependency on the following inventory: beef (import share of 57.3%), animal oil (34.4 per cent) and cheese (37.3 per cent). In the conditions of modern development of the economy another important factor is the state support of import substitution advocating a kind of incentive for the development and protection of own food production. Assessment of the dynamics of foreign trade turnover of trade in the region helps to identify trends in the development of relations in the region. The analysis of the index of foreign trade of the Urals Federal district in the period 2012-2016 has undergone minor changes, this fact is due to the introduction of foreign sanctions. Import substitution is one of the main factors contributing to implement large-scale and deep modernization of the domestic agricultural sector, causing the use of leading technology.

Keywords: import substitution, agro-industrial complex, region, food security, food and processing industry, production, export, import

Введение

Проблема обеспечения продовольственными товарами по структуре и объему, доступности их по цене затрагивает интересы каждого человека, определяет уровень его жизни,

социальную мотивацию трудовой деятельности, динамику развития рыночных отношений, и, в итоге, народнохозяйственный потенциал и социально-политическую обстановку в регионе [1, 2].

Для цитирования

Пастушкова Е.В., Чугунова О.В. Импортозамещение и его роль в обеспечении продовольственной безопасности и развитии АПК региона // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 277–285. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-277-285

For citation

Pastushkova E.V., Chugunova O.V. Import substitution and its role in food security and agricultural development in the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 277–285. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-277-285

Цель и методика исследований

В последнее время продовольственную безопасность всё чаще связывают с импортозамещением. Рассмотрение реальных угроз и является целью нашего исследования. Как известно, для оценки продовольственной безопасности страны используется множество индикаторов, среди которых выделим важнейшие. По нашему мнению, таковыми являются:

- потребление пищевых продуктов в расчете на душу населения;
- объемы и динамика производства сельскохозяйственной и рыбной продукции, сырья и продовольствия;
- удельный вес отечественной сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия в общем объеме товарных ресурсов;
- качество продовольственной продукции (эта проблема требует отдельного исследования);
- доступность продовольственных продуктов для населения.

Проблема обеспечения продовольственной безопасности, безусловно, многогранна. Это не только развитие собственно агропромышленного производства и отраслей промышленности, поставляющих ресурсы для сельского хозяйства, но и проблемы повышения доходов населения, формирование такой структуры питания, которая бы способствовала сохранению активного здорового образа жизни различных групп населения, экологические проблемы и т. д. Исходя из понимания, что продовольственная безопасность — это обеспечение за счет собственного производства и созданных запасов (в том числе за счет ввоза) бесперебойной физической, социальной и экономической доступности для всех слоев населения качественных, безопасных основных продуктов питания в количестве соответствующем медицинским нормам, позволяющим вести здоровую, активную, полноценную жизнедеятельность каждому человеку, необходимо особое внимание уделять рассмотрению таких вопросов как: физическая и экономическая доступности продовольствия населению, проблеме качества продуктов питания, определению уровней обеспечения региона основными продуктами питания собственного производства, рассмотрению перспектив развития отраслей сельского хозяйства и обоснованию основных направлений обеспечения продовольственной безопасности региона в условиях действия санкций [7].

Как известно, экономическая доступность определяется возможностью различных слоев населения приобретать в требуемом размере и ассортименте продукты питания путем покупки их по сложившимся ценам [3, 4]. Показателями, в значительной степени характеризующими экономическую доступность продовольствия в регионе, являются:

- стоимость минимального набора продуктов питания;
- индекс потребительских цен на продовольственные товары;
- величина прожиточного минимума;
- удельный вес населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума.

Продовольственный рынок относится к главным системообразующим элементам рыночной экономики и рассматривается как регулируемая система отношений между основными его участниками. При этом она создает условия продвижения продовольственных товаров от производителя к потребителю на основе платежеспособного спроса, товарного предложения и цен. Главной функцией данной системы является обеспечение потребностей населения в продуктах питания, а перерабатывающей промышленности в сырье и осуществление координирующих и контролирующих функций в характере развития всего агропромышленного комплекса (АПК)[5].

Результаты исследований

Пищевая и перерабатывающая промышленность Свердловской области (СО) включает в себя 10 отраслей, объединяющих более 500 действующих предприятий [5] и является системообразующей сферой экономики Свердловской области, формирующей агропродовольственный рынок и обеспечивающей продовольственную безопасность [6, 7]. В составе АПК Свердловской области находится более 20 крупных, средних и малых перерабатывающих предприятий мясной промышленности, переработку молока осуществляют 53 организации различных форм собственности, в их числе 31 молочный завод и 22 цеха по переработке молока, переработка продовольственной пшеницы и ржи осуществляется на 5 мукомольных предприятиях, производство хлеба в СО ведут 35 крупных и средних хлебопекарных предприятий, 26 предприятий Облпотребсоюза, около 200 мини-пекарен, а также мини-производства в крупных торговых сетях, на предприятиях общепита [6, 9, 10].

Стоит отметить, что за последние 5 лет наблюдается тенденция к увеличению производства пищевых продуктов отечественного производства, таких как мясные продукты, рыба и рыбные продукты (в том числе нерыбные морепродукты), замороженная плодоовощная продукция, молоко и молочные продукты. На рисунке 1 показаны объемы производства основных видов пищевых продуктов в РФ в период за 2010–2015 гг.

В последнее время произошли определенные изменения в потреблении продуктов питания, которые отличаются неравномерностью как по отдельным видам продуктов, так и по годам (таблица 1).

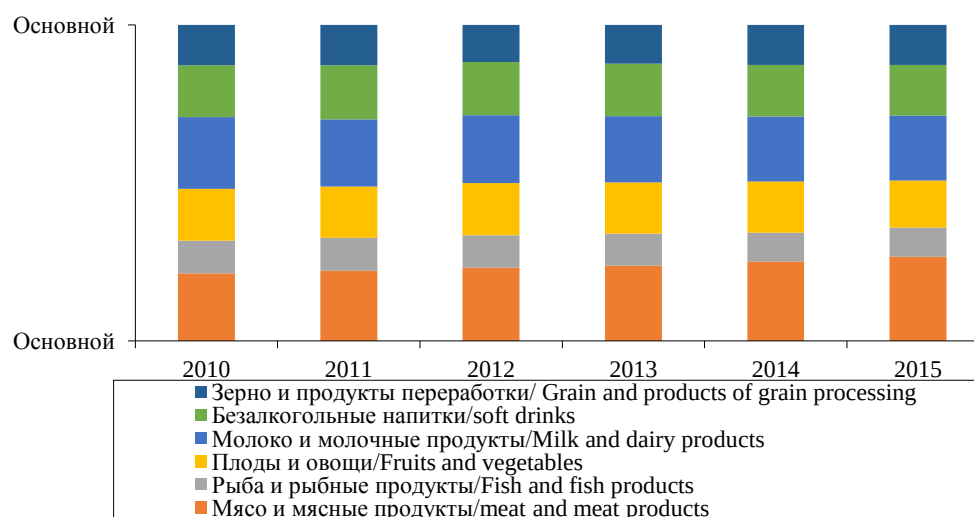


Рисунок 1. Объемы производства основных видов пищевых продуктов в РФ в период за 2010–2015 г., в тоннах [13]

Figure1. Volumes of production of main kinds of food products in Russia in the period 2010-2015, in tons [13]

Таблица 1.

Доля населения в рационах питания, которого отмечаются отклонения от рекомендуемой нормы по основным группам продуктов питания, %

Table 1.

The proportion of the population in nutrition, which are marked deviations from the recommended norms for the major food groups, %

Группа продуктов/ Group products Ltd	Ниже минимальной границы нормы/ Below minimum standards, %		Выше максимальной границы нормы/ Above the maximum limit of normal, %	
	2014 год/ year	2015 год/ year	2014 год/ year	2015 год/ year
Хлебобулочные и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупы, бобовые/ Bread and pasta in terms of flour, flour, cereals, legumes	54,9	66,7	44,7	33,3
Картофель/ potatoes	100,0	99,4	0,0	33,3
Овощи и бахчевые/ Vegetables and melons	100,0	100,0	0,0	0,0
Фрукты и ягоды/ fruits and berries	99,8	100,0	0,2	0,0
Мясо и мясопродукты, всего, в том числе: говядина, баранина, свинина, птица/ Meat and meat products, total including: beef, lamb, pork, poultry	11,0	11,2	89,0	88,8
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко/ Milk and dairy products in recalculation on milk	96,2	94,8	3,8	5,2
Яйца/ eggs	97,1	97,1	2,0	1,9
Рыба и рыбопродукты/ Fish and fish products	47,4	65,4	52,6	33,6
Сахар/ sugar	8,6	8,6	91,4	91,4
Масло растительное/ vegetable oil	84,5	79,6	15,5	18,7

Минимальные нормы потребления в разрезе социально-демографических групп населения установлены Федеральным законом «О потребительской корзине в целом по Российской Федерации» [3].

Потребление в Свердловской области на душу населения мяса и мясных продуктов, яиц соответствует установленным нормам, картофеля и хлеба – существенно превышает нормы. Потребление овощей и бахчевых меньше нормы на 15%, фруктов и ягод – на 33%,

молока и молочных продуктов – на 26% меньше рациональных норм питания. Если недостаток в рационе овощей, фруктов и ягод является традиционным для жителей Свердловской области и определяется не отсутствием в продаже этих видов продуктов, а, вероятнее всего, традициями, то нехватка в рационе молока и молочных продуктов является серьезной проблемой, учитывая важнейшую физиологическую роль белков животного происхождения в развитии организма, особенно в детском возрасте.

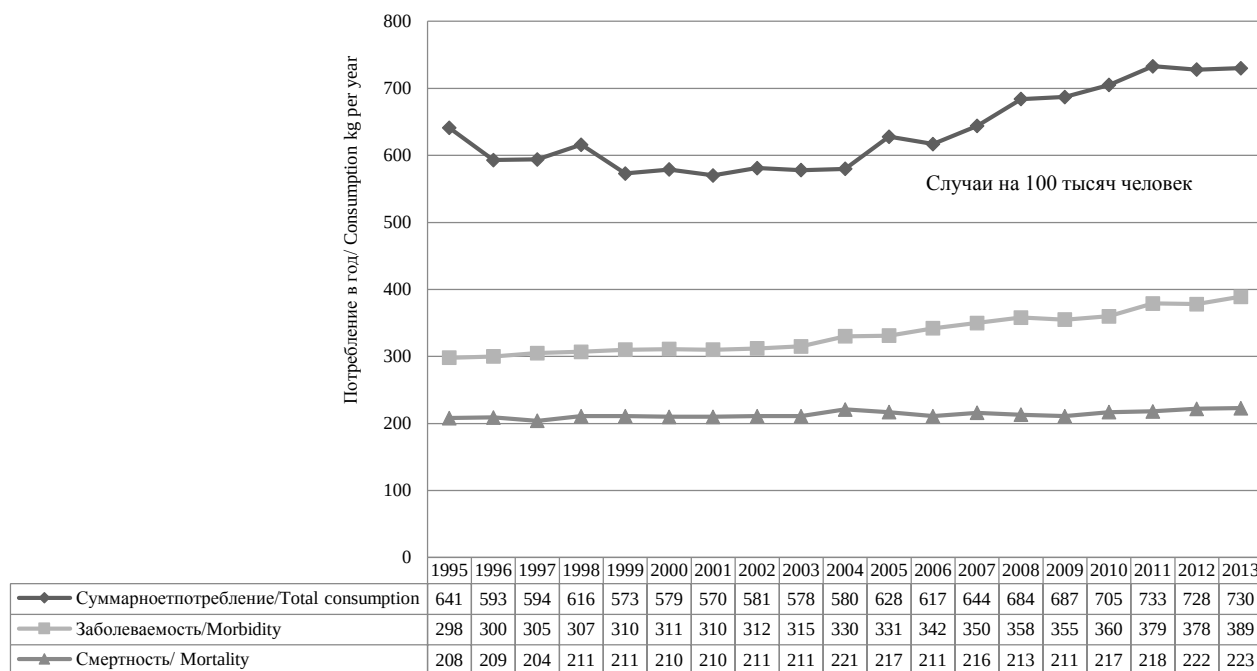


Рисунок 2. Темпы прироста суммарного потребления продуктов питания кг/год/чел., заболеваемости и смертности [9, 12]
Figure 2. The rate of increase in total food consumption kg/year/person, morbidity and mortality [9, 12]

Для современного продовольственного рынка особо значимой является проблема формирования спроса на пищевые продукты. Ее актуальность обусловлена тем, что потребление и спрос на продовольствие у значительной части населения страны сформированы еще на недостаточном уровне из-за низких доходов населения. Потребительский спрос и уровень среднедушевого потребления продуктов питания зависят от

соотношения темпов изменений доходов населения и цен на производственные товары. Большие и резкие расхождения между этими двумя показателями вызывают риски, влияющие на продовольственную безопасность региона. Сегодня рост доходов населения и стабильность цен на продукты питания определяют экономическую доступность продовольствия [14].

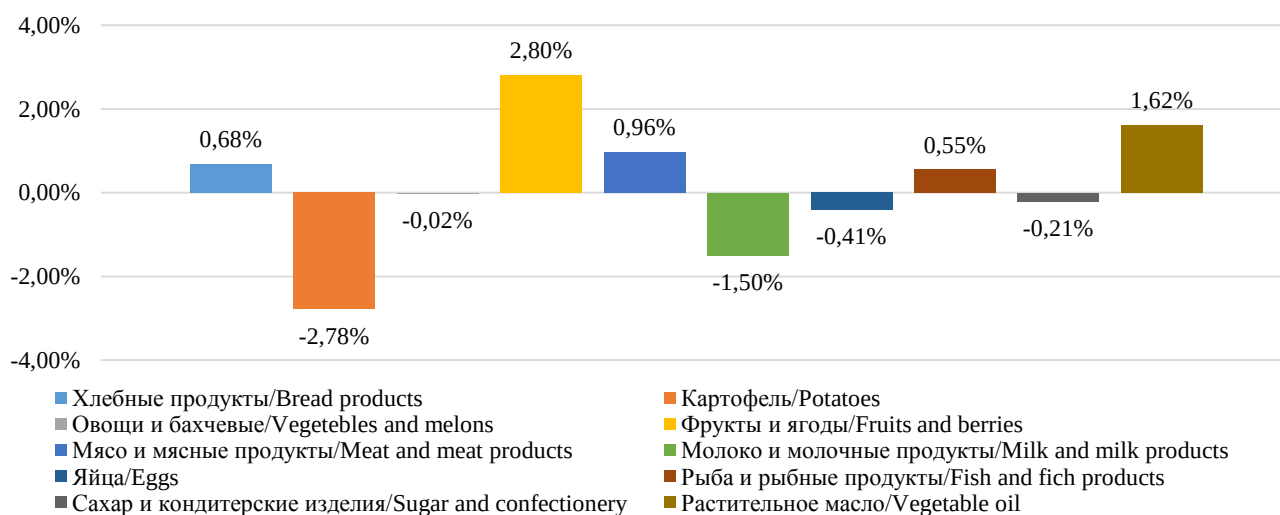


Рисунок 3. Темпы прироста потребления населением Свердловской области продуктов питания [10, 13]
Figure 3. The rate of growth of consumption of Sverdlovsk region food [10, 13]

Об импортной зависимости свидетельствуют и показатели, характеризующие долю импорта отдельных потребительских товаров в их товарных ресурсах (таблица 2). Особенно

велика импортная зависимость по товарным ресурсам говядины (доля импорта 57,3%), масла животного (34,4%) и сыров (37,3%). По остальным продуктам ситуация не вызывает тревоги.

Таблица 2.
Доля импорта отдельных потребительских товаров в их товарных ресурсах, % [9]

Table 2.

The share of import of certain consumer goods in their commodity resources, % [9]

Вид продукции	2013 год	2014 год
Мясо птицы/Poultry meat	12,8	10,2
Говядина/ Beef	59,0	57,3
Свинина/Pork	31,0	16,6
Консервы мясные/ Canned meat	20,0	13,7
Масла животные/Oil animals	35,9	34,4
Растительные масла/ Vegetable oil	19,0	14,7
Сыры/cheese	48,0	37,3
Сахар/ sugar	10	5,4

На реализацию стратегии импортозамещения продукции, как главного условия, направленного на эффективное функционирование агропромышленного комплекса, отводится не последнее место в экономике нашего региона. Импортозамещение выступает важнейшим фактором достижения утраченной продовольственной безопасности, одной из наиболее вероятных и оправданных стратегий экономического роста и развития агропродовольственного рынка региона. Предполагается, что при должном уровне государственной поддержки импортозамещение станет неким стимулом для развития и защиты собственного агропроизводства. Одним из важнейших показателей региона, влияющим на ситуацию импортозамещения является внешнеторговый оборот. Данные представлены на рисунке 4.

Из диаграммы видно, что в период с 2010 по 2012 гг. экспорт внешнеторгового оборота Свердловской области претерпевал незначительные изменения и доходил до отметки 9078,7 миллионов долларов США, тогда как с 2013 данный показатели начал стремительно снижаться до 7114,5 миллионов долларов США (2016 г.). К ключевым факторам, повлиявшим на такое снижение экспорта являются зарубежные

санкции. В тоже время импорт области находится в пределах от 2538,4 (в 2016 г.) до 3283,6 (в 2011 г.) миллионов долларов США.

Данные Уральского Таможенного управления свидетельствуют, что наибольшую долю экспорта Уральского федерального округа можно отнести к минеральным продуктам и топливно-энергетическим товарам (рисунок 5).

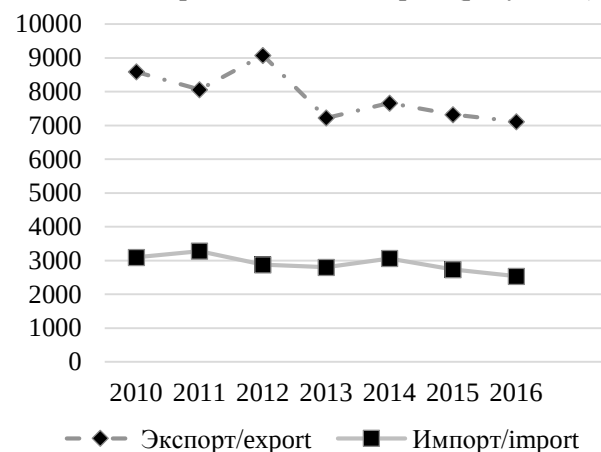


Рисунок 4. Динамика внешнеторгового оборота Свердловской области 2010–2016 гг. [13]

Figure 4. Dynamics of foreign trade turnover of the Sverdlovsk region, 2010–2016 [13]

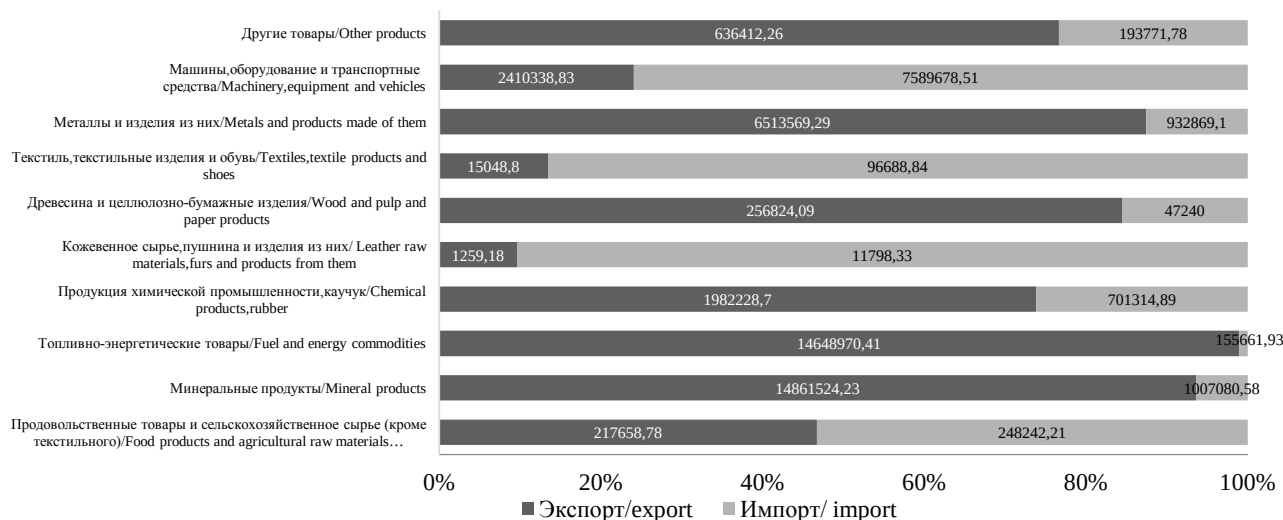


Рисунок 5. Товарная структура экспорта и импорта УрФО на 2016 г. [5, 6]

Figure 5. Commodity structure of export and import of UrFO in 2016 [5, 6]

Разумеется, в развитии региона уделяется немаловажное значение, одному из главных вопросов – продовольственной безопасности и оптимизации питания населения в рамках стратегии импортозамещения и стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности в Свердловской области на период до 2020 года [8].

Анализируя питание населения Свердловской области можно говорить о том, что в целом оно является не сбалансированным, т. к. рационы питания населения бедны растительной пищей, что приводит к дефициту энергии за счет сложных углеводов и приводит, в свою очередь, к дефициту пищевых волокон. В то же время наблюдается превышение нормы потребления мясных продуктов, а также сахаров и кондитерских изделий, что может привести к развитию дисбактериоза, атеросклероза, болезней сердечно-сосудистой системы, болезней желудочно-кишечного тракта, онкологии, нарушению иммунного статуса и снижению адаптационных возможностей организма к неблагоприятным условиям окружающей среды [2].

Поэтому одной из наиболее актуальных проблем в сложившейся ситуации на продовольственном рынке Свердловской области является необходимость насыщения локального товарного рынка области обогащенными функциональными продуктами, восполняющими

дефицит микронутриентов и других полезных веществ в организме человека, обусловленный внешним негативным воздействием, связанным с непростыми экологическими и техногенными особенностями региона [11].

Пищевая и перерабатывающая промышленность Свердловской области является системообразующей сферой агропромышленного комплекса в виду ее тесной связи как с сельским хозяйством, как поставщиком сырья, так и торговлей, как средством сбыта готовой продукции. А ее социальная значимость заключается в формировании агропродовольственного рынка и обеспечении продовольственной безопасности региона.

Как уже говорилось выше, сельскохозяйственные производители Свердловской области специализируются на производстве молока, мяса, яйца, картофеля, овощей и фуражного зерна. Предприятиями, производящими пищевые продукты, выпускается весь ассортимент продукции, представленный на рынке Свердловской области, а именно мясная, молочная, масложировая, мукомольно-крупяная, хлебопекарная, кондитерская, макаронная, пивобезалкогольная и рыбная продукция (рисунок 6). По многим видам продукции потребительские предпочтения населения региона отданы местной продукции благодаря ее высоким качественным характеристикам и доступным ценам [11].

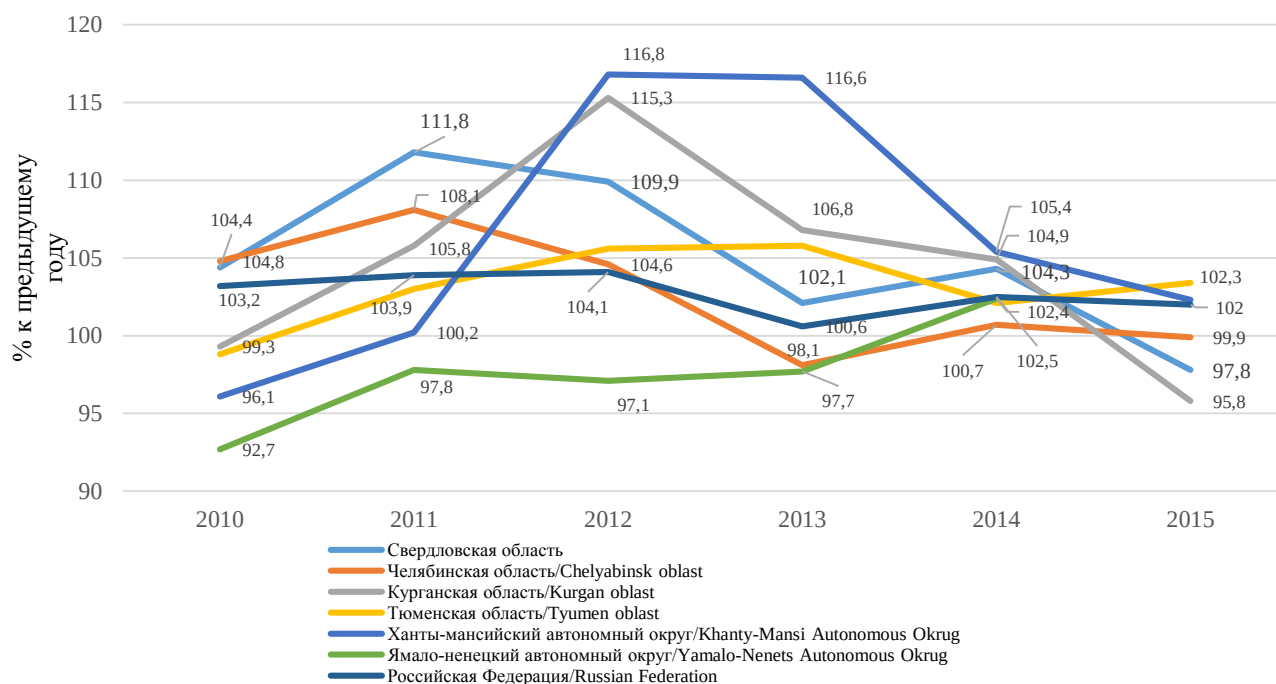


Рисунок 6. Анализ изменений индексов промышленного производства продуктов питания [13]

Figure 6. Analysis of changes of industrial production indices of foodstuffs [13]

В последние годы предприятия Свердловской области работали в целом довольно стабильно. Сравнивая индексы промышленного производства Свердловской области и Российской Федерации, а также других субъектов УрФО, можно говорить о положительной динамике изменения мощностей промышленного производства продуктов питания в Свердловской области: значения промышленного индекса превосходят данный показатель по Российской Федерации и в тоже время превосходят значения практически всех субъектов УрФО, за исключением Курганской области и Ханты-Мансийского автономного округа в 2012 и 2013 годах. К сожалению, к концу 2015 года наблюдается значительное снижение индексов промышленного производства продуктов питания в Свердловской области [6].

В период с 2010 по 2014 год в Свердловской области наблюдается рост объемов

промышленного производства мяса и субпродуктов пищевых домашних птицы, а также цельномолочной продукции. Объемы производства цельномолочной продукции за данный период возросли с 413,00 тыс. тонн до 423,00 тыс. тонн. При этом в период с 2012 по 2015 наблюдается значительный спад. Производство мяса и субпродуктов пищевых домашних птицы возросло с 74,89 тыс. тонн до 98,83 тыс. тонн. Незначительный спад объемов промышленного производства наблюдается в промышленном производстве хлеба и хлебобулочных изделий – за период наблюдений объемы производства изменились с 173,00 тыс. тонн до 158,00 тыс. тонн. Динамика изменений объемов промышленного производства основных групп продуктов питания предприятиями Свердловской области в период за 2010–2015 годы представлена на рисунке 7[5, 6].

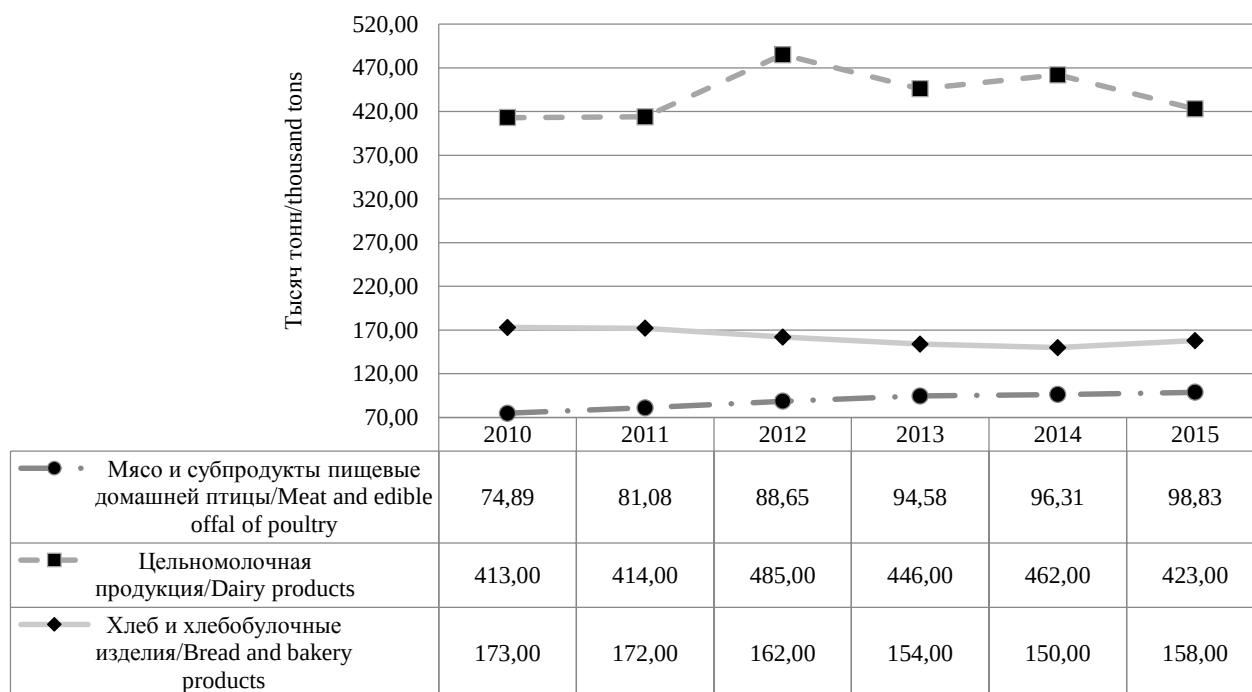


Рисунок 7. Динамика изменений объемов промышленного производства основных групп продуктов питания предприятиями Свердловской области в период за 2010–2015 годы

Figure 7. Dynamics of change of volumes of industrial production of basic groups of food enterprises of the Sverdlovsk region in the period 2010–2015

Закключение

Таким образом, можно сказать, что основной угрозой продовольственной безопасности является не импорт продовольствия, а снижение покупательной способности населения из-за роста розничных цен на продовольственные товары, которые существенно (в несколько раз) превышают рост реально располагаемых доходов населения.

Для того, чтобы обеспечить реальное, а не «силовое» импортозамещение, необходимо

осуществить масштабную и глубокую модернизацию отечественного АПК, обеспечив повсеместное использование не современных, а опережающих технологий, которые будут гарантировать рост производительности труда, урожайности растений и продуктивности животных, сокращение удельных издержек производства, переработки и реализации продукции. Других экономически эффективных способов импортозамещения не существует.

ЛИТЕРАТУРА

1 Андреев А.В. Способы укрепления конкурентной позиции молокоперерабатывающего предприятия на региональном уровне // Известия Саратовского университета. Новая серия. Экономика. Управление. Право. 2014. Т.14. №1-1. С 71-80.

2 Гаязова А. О. и др. Перспективы разработки функциональных продуктов питания // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. №. 3. С. 41-45.

3 Глотова Е.А. Продовольственная безопасность России как гарант национальной безопасности // Право и политика. 2010. №11. С.1919–1926

4 Лапыгин Д.Ю. Стратегический анализ факторов развития региона // Региональная экономика: теория и практика. 2015. № 12 (387).

5 Лычкина Л.В., Юрченко Н.В., Корастилева Н.Н., Корнен Н.Н. и др. Пищевые функциональные продукты геродиетического назначения // Новые технологии. 2014.

6 Карх Д.А., Заворохина Н.В., Чугунова О.В. Применение системного подхода при разработке инновационных продуктов на основе анализа удовлетворенности потребителей // «Современные проблемы науки и образования». 2015.

7 Курдюмов А.В. Оценка продовольственной защищенности населения России // Экономика, общество, человек: теория, методология, реальность. 2015. Ч. 2. С 20–25.

8 Постановление Правительства Свердловской области от 16.10.2013 № 1228-ПП "О Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности в Свердловской области на период до 2020 года"

9 Региональные особенности состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения Свердловской области в 2015 году // О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2015 году: материалы Государственного доклада. 2016. С. 62.

10 Самарина О.Н., Новикова Н.В. Особенности развития производства хлеба и мучных кондитерских изделий недлительного хранения в Свердловской области // Материалы ХХОХ Студенческой международной заочной научно-практической конференции «Молодежный научный форум: общественные и экономические науки». 2015. № 10. С. 210–218.

11 Стратегия Социально-экономического развития Свердловской области на период до 2030 года. Екатеринбург, 2014. С. 1–144

12 Шевкунова Е.С. Анализ уровня потребления продуктов питания // Научный журнал КубГАУ, 2014. № 101(07)

13 Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области. URL: <http://sverdl.gks.ru>

14 О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2015 году: Государственный доклад. Книга 1. Влияние санитарно-гигиенических и социально-экономических факторов риска на состояние здоровья населения. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, 2015. С. 1–142.

15 Annunziata, Azzurra, Vecchio, Riccardo Functional Foods Market and Consumer Perspective// Current Nutrition & Food Science, 2013. №4. V. 9. P. 260-270(11)

16 Cardozo T., Barreiro E.J., Huenchun P. Functional foods, reflexions of a scientist regarding a market in expansion// Rev SocQuímPerú. 2008. V. 74. №2. P. 138-147

17 Langrell S, Ciaian P., Mary S., Sergio Gomez y Paloma. The role of the Eurasian wheat belt to regional and global food security. Technical Report by the Joint Research Centre, the European Commission's in-house science service. 2015

18 Meshkova T.A., Moiseichev E. I. Russia's experience of foresight implementation in global value chain research. // Journal of Innovation and Entrepreneurship. 2016. P. 36

19 Pogpsov I.A. The balance of resources and use of production in Russia in the beginning of 21st century. 2014. V. 25. №6. P. 539–550

20 Cardozo T., Barreiro E.J., Huenchun P. Functional foods, reflexions of a scientist regarding a market in expansion// Rev SocQuímPerú. 2008, V. 74, №2. P. 138-147

21 Дерканосова А.А. Анализ перспективы производства отечественных кормовых препаратов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 2. С. 194-196.

REFERENCES

1 Andreev A.V. Ways of strengthening the competitive position of dairy enterprises at the regional level. Izvestiya Saratovskogo universiteta [News of Saratov University. New series. Economy. Management. Right] 2014. vol. 14. no. 1-1. pp. 71-80. (in Russian)

2 Gazowe A. O. et al. prospects for the development of functional food products. Sworld [Proceedings of Sworld] 2014. vol. 7. no. 3. pp. 41-45. (in Russian)

3 Glotova E. A. the food without the danger of Russia as a guarantor of national security. Pavo I politika [Law and politics] 2010. no. 11. pp. 1919-1926. (in Russian)

4 Lapygin D. Y. Strategic analysis of factors of development of region. Regional'naya ekonomika [Regional economy: theory and practice] 2015. no. 12 pp. 387. (in Russian)

5 Luchkina, L. V., Functional Food products gerodietetic purpose. . Novye tekhnologii [New technology] 2014. (in Russian)

6 Karch D. A. Application of systematic approach in the development of innovative products based on the analysis of consumer satisfaction, Sovremennye problem nauki ["Modern problems of science and education" electronic magazine] 2015. (in Russian)

7 Kurdyumov A. V. Assessment of food-term protection of the population of Russia. Ekonomika, obshchestvo, chelovek [Economy, society, people: theory, methodology and reality] 2015. part 2. pp. 20-25. (in Russian)

8 Postanovlenie pravitel'stva sverdlovskoi oblasti 16.10.2013 № 1228 [Resolution of the government of the Sverdlovsk region from 16.10.2013 No. 1228 PP "On the development strategy of food the guide of industry in the Sverdlovsk region for the period till 2020"]. (in Russian)

9 Regional features of the state of sa-sanitary and epidemiological wellbeing of the population of Sverdlovsk region in 2015. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo [On the state sanitary and epidemiological wellbeing of the population in the Sverdlovsk region in 2015: State report] Ekaterinburg, 2016. 62 p. (in Russian)

10 Samarina O. N., Novikova N. V. Features of development of production of bread and flour products non-durable storage in Sverdlovsk region. Materialy XXOX studentcheskoi mezhdunarodnoi konferentsii [Materials XXOX Student of international correspondence scientific-practical conference "Youth science forum: social and economic science"] 2015. no. 10. pp. 210-218. (in Russian)

11 Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya [Strategy for Socio-economic development of Sverdlovsk region for the period up to 2030] 2014. pp. 1-144. (in Russian)

12 Shevkunova E. S. the Analysis of the level of consumption of food products. *Nauchnyi zhurnal KubGAU* [Scientific journal of the Kuban state agrarian University] 2014, no. 101(07), pp.

13 Territorial'noye orana FSGS [Website of the Territorial body of Federal state statistics service for Sverdlovsk region] Available at: <http://sverdl.gks.ru>. (in Russian)

14 O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya [Of the state sanitary and epidemiological wellbeing of the population in the Sverdlovsk region in 2015: State report. Book 1. Influence of sanitary-hygienic and socio-economic risk factors on the health status of the population. Management of the Federal service for supervision of consumer rights protection and human welfare in Sverdlovsk region] 2015. pp. 1-142. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Екатерина В. Пастушкова к.т.н., доцент, кафедра товароведения и экспертизы, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, pas-ekaterina@yandex.ru

Ольга В. Чугунова д.т.н., заведующая кафедрой, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, chugun.ova@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.09.2017

15 Annunziata, Azzurra, Vecchio, Riccardo Functional Foods Market and Consumer Perspective. *Current Nutrition & Food Science*, 2013. vol. 9, no. 4, pp. 260-270(11)

16 Cardozo T., Barreiro E. J., Huenchunir P. Functional foods. reflexions of a scientist regarding a market in expansion. *Rev SocQuímPerú*. 2008, vol. 74, no. 2, pp. (138-147)

17 Langrell S., Ciaian P., Mary S., Sergio Gomez y Paloma. The role of The Eurasian wheat belt to regional and global food security. Technical Report by the Joint Research Centre the European Commission's in-house science service. 2015

18 Meshkova T. A., Moiseichev, E. I. Russia's experience of foresight implementation in global value chain research. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 2016. 36 p.

19 Pogpsov I. A. The balance of resources and use of production in Russia in the beginning of 21st century. 2014. vol. 25, no. 6, pp 539-550

20 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)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ekaterina V. Pastushkova candidate of technical sciences, assistance professor, commodity research and examination department, Urals state university of economics, 8 Marta/Narodnoy voli str., 62/45, Ekaterinburg, 620144, Russia, pas-ekaterina@yandex.ru

Olga V. Chugunova doctor of technical sciences professor, head of department, food technology department, Urals state university of economics, 8 Marta/Narodnoy voli str., 62/45, Ekaterinburg, 620144, Russia, chugun.ova@yandex.ru

CONTRIBUTION

Authors equally participated in writing the manuscript and responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.21.2017

ACCEPTED 9.4.2017

Инновационная активность организаций как основа формирования инновационной экономики в регионах РФ

Наталья И. Кузьменко¹ diasku@mail.ru

¹ Воронежский государственный педагогический университет, ул. Ленина, 86 г. Воронеж, 394043, Россия

Реферат. Необходимой предпосылкой для роста национальной экономики в современных условиях, а именно развития производства и увеличения конкурентоспособности отечественных товаров на внутреннем и внешнем рынках, является повышение значения и эффективности использования научно-технического потенциала страны и региона. От того, насколько результативно осуществляются инновационные преобразования, непосредственно зависит эффективность функционирования как национальной экономической системы, так и ее регионов. При этом, чем успешнее преобразовываются региональные системы с точки зрения инновационных процессов, тем результативнее будет складываться общая позитивная картина формирования инновационной экономики в стране. Таким образом, важным условием развития инновационной экономики региона выступает инновационная активность организаций, которая может быть охарактеризована посредством ряда показателей. Среди них обобщенно следует выделить: ресурсные показатели инновационной деятельности, процессные показатели инновационной активности, результативные показатели инновационной деятельности региона. Рассмотренный в статье анализ и расчет инновационной активности организаций федеральных округов РФ позволяет дифференцировать регионы России на различные типы по уровню инновационного развития с целью принятия обоснованных управленческих решений в части формирования региональной инновационной экономики. В настоящее время существует множество проблем формирования инновационной региональной экономики в РФ, например, большие финансовые затраты, отсутствие научно-технической базы и резервных мощностей в регионах, неразработанное законодательство в области инновации, излишняя централизация компаний, авторитарный стиль управления, недостаточное взаимодействие между субъектами хозяйствования и др. Используя методику расчета инновационного развития регионов, описанную в статье, можно определять пути решения вышеуказанных проблем.

Ключевые слова: инновации, инновационное развитие региона, инновационный потенциал, ресурсные показатели инновационной деятельности

Innovative activity of organizations as the basis for the formation of innovative economy in the regions of the Russian Federation

Natalia I. Kuzmenko¹ diasku@mail.ru

¹ Voronezh state pedagogical university, Lenin str., 86 Voronezh, 394043, Russia

Summary. A necessary prerequisite for the growth of the national economy in modern conditions, namely the development of production and the increase in the competitiveness of domestic goods on the domestic and foreign markets, is the increase in the importance and effectiveness of the use of the scientific and technological potential of the country and the region. It is necessary to understand that the efficiency of functioning, both of the national economic system and of its regions, depends on how efficiently the innovative transformations are carried out. At the same time, it is on how successfully regional systems are transformed from the point of view of innovative processes, and the overall picture of the formation of an innovative economy in the country will be formed. Thus, innovative activity of organizations is an important condition for the development of the region's innovative economy, which can be characterized by a number of indicators. Among them we generalize – resource indicators of innovation activity, process indicators of innovation activity, effective indicators of innovation activity in the region. The analysis and calculation of innovative activity of organizations of the federal districts of the Russian Federation considered in the article makes it possible to differentiate the regions of Russia into different types according to the level of innovative development with the goal of making sound management decisions in the part of forming a regional innovation economy. At present, there are many problems in the formation of an innovative regional economy in the Russian Federation, for example, large financial costs, lack of scientific and technical base and reserve capacities in the regions, undeveloped legislation in the field of innovation, excessive centralization of companies, authoritarian management style, lack of interaction between business entities and Etc. Using the methodology for calculating the innovative development of regions described in the article, it is possible to determine the ways of solving the above problems.

Keywords: innovations, innovative development of the region, innovative potential, resource indicators of innovation activity

Для цитирования

Кузьменко И. О. Инновационная активность организаций как основа формирования инновационной экономики в регионах РФ // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 286–293. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-286-293

For citation

Kuzmenko N.I. Innovative activity of organizations as the basis for the formation of innovative economy in the regions of the Russian Federation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 286–293. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-286-293

Введение

Создание высокоэффективной экономики – это потребность современного общества. Именно такая экономическая политика способна удовлетворить постоянно возрастающие потребности населения и обеспечить устойчивое развитие государства и общества. В настоящий момент происходит переход индустриальной экономики на инновационный путь развития, ориентированный на синтез научных знаний, научно-технического прогресса, а также основанный на интеллектуальных ресурсах и информационных передовых технологиях. Современные факторы экономического развития страны требуют взаимоопределения и взаимозависимости вопросов планирования баланса инновационной и инвестиционной деятельности [3]. Формирование инновационной экономики в России становится необходимым условием реформирования и модернизации общества. Ведь высокий уровень науки и техники является важнейшим показателем экономического развития страны и, следовательно, регионов. Сегодня большое внимание уделяется процессам инновационного развития регионов, которые в значительной степени зависят от инновационной активности, вложений инвестиций в научные исследования, а также качества образования.

Инновационное развитие региона – сложный социально-экономический процесс, в основе которого лежит формирование инновационной системы. Инновационная система, в свою очередь, должна обеспечить повышение уровня инновационного потенциала региона путем использования передовых методов, технологий, создаваемых на его территории [11].

В постиндустриальном обществе инновационная экономика стала доминирующей, так как инновации создавались и использовались во всех сферах экономики и жизнедеятельности. Сегодня их роль в экономике значительно возросла. И это не случайно, так как предприятия, освоившие эффективные инновации, получают хорошее преимущество перед конкурентами. Ведь инновации ведут к росту прибыли, повышению конкурентоспособности на мировых рынках, снижению себестоимости, сокращению издержек производства, повышению рейтинга производителя новых продуктов. Инновации решают проблему экономической и технологической отсталости региона и обеспечивают лидирующие позиции национальной промышленности.

Как известно, термин «инновации» был введен в XX веке американским экономистом

Йозефом Шумпетером. В настоящее время существует множество определений понятия «инновации». Это и новый продукт, и новая деятельность, и новая технология, и новый элемент, и процесс использования (внедрения) нововведений на все стадии производства. Инновации являются важным источником роста и ключевым детерминантом конкурентоспособности организаций [2].

Создание инновации предполагает определенные действия, деятельность. Инновационная деятельность – процесс, направленный на разработку, исследование и реализацию результатов законченных научных исследований и разработок в новый продукт, используемых общественной практике. Сегодня в мире в экономику активно внедряются новые инновации, экономика становится инновационной.

Основная часть

На современном этапе развития общества инновационная экономика играет важнейшую роль. В научной, периодической литературе инновационную экономику называют по-разному, например, экономика знаний, интеллектуальная экономика. В обобщенном виде инновационная экономика представляет собой тип экономики, развивающийся на паритетном использовании новых знаний, основанных на потоке инноваций, на постоянном технологическом совершенствовании.

К.Х. Зоидов считает, что инновационная экономика – это экономика, ставящая осознанной целью своего развития опередить всех возможных конкурентов в свете инноваций. Это экономическая система, эволюция которой направляется государством в сторону опережающего порождения и использования инноваций, причем последние становятся наивысшим приоритетом государственной экономической политики [8]. Т.Э. Викторова и М.С. Мушкатова считают, что «инновационную экономику отличает то, что она представляет собой рынок технологий. А технология – это основа инвестиционного процесса всех промышленных предприятий» [7].

В научных публикациях, связанных с инновационным характером российской экономики представляются различные оценки [1]. Сегодня на региональном уровне возможно осуществление тесного взаимодействия между наукой, образованием и высокотехнологичной промышленностью, так как в регионе уже существуют сети неформальных контактов и общих интересов в научно-технической сфере. Это является главным условием применения и реализации новшеств.

Учитывая суждения множества авторов, требований общества и практических условий развития регионов, считаем, что инновационная экономика на региональном уровне включает следующие составляющие:

- Специальное образование;
- Науку и НТП;
- Инновационную систему, которая включает законодательную базу и материальные составляющие инновационной системы (технопарки, технополисы, инновационные центры и др.);
- Человеческий капитал, включающий специалистов высшей квалификации и высокое качество жизни;

- Инновационную промышленность, реализующую различные нововведения.

Различные авторы выделяют разнообразные показатели, характеризующие инновационное развитие регионов. Например, Н.Н. Киселева и Н.П. Иванов выделяют такие показатели как ресурсные, процессные и результативные [9]. Продолжая концепцию вышеуказанных авторов, выделим составляющие показателей инновационного развития региона, приведенные в таблице 1. Таким образом, учет и расчет выше упорядоченных показателей позволяет определить уровень инновационного развития региона, а также провести прогноз такого рода развития любого региона.

Таблица 1.

Показатели инновационного развития региона

Table 1.

Indicators of innovative development of the region

Ресурсные показатели инновационной деятельности Resource indicators of innovative activities	Процессные показатели инновационной активности в регионе Process indicators of innovative activity in the region	Результативные показатели инновационной деятельности региона The effective indexes of innovative activity of the region
1) Доля организаций, выполнявших научные исследования и разработки, от общего числа предприятий и организаций; 1) the Share of organizations engaged in research and development, of the total number of enterprises and organizations; 2) Доля персонала, занятого в научных исследованиях и разработках, в среднегодовой численности занятых; 2) the Share of personnel engaged in scientific research and development, the average annual number of employed; 3) Удельный вес внутренних затрат на научные исследования и разработки в ВВП; 3) The share of domestic expenditure on research and development in GRP 4) Удельный вес затрат на технологические инновации в ВВП; 4) The share of costs for technological innovation in GRP; 5) Доля валового накопления основного капитала в ВВП. 5) The share of gross fixed capital formation in GRP.	1) Число выданных патентов на 100 человек, занятых в НИР; 1) Number of issued patents for 100 people employed in research; 2) Число созданных передовых технологий в общероссийском показателе; 2) The number of advanced technologies created in the all-Russian indicator; 3) Число используемых передовых технологий в общероссийском показателе; 3) Number of advanced technologies used in the all-Russian indicator; 4) Инновационная активность организаций 4) Innovative activity of organizations	1) Доля инновационных товаров, работ, услуг в % от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, %; 1) Share of innovative goods, works, services in% of total volume of goods loaded, works performed, services, %; 2) Производительность труда, руб.; 2) Labor productivity, rubles; 3) Темпы роста производительности труда, %; 3) Growth rate of labor productivity, %; 4) Среднедушевые денежные доходы населения, руб.; 4) Average per capita monetary income of the population, rubles; 5) Доля оплаты услуг в структуре потребительских расходов домашних хозяйств, %; 5) Share of payment for services in the structure of household consumption expenditures, %; 6) Темпы изменения объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, %; 6) The rate of change in the volume of emissions of pollutants into the atmosphere, %; 7) Темпы изменения объема сточных вод в поверхностные водные объекты, % 7) The rate of change in the volume of waste water in surface water bodies, %

Далее проиллюстрируем важность использования для анализа такого элемента среди показателей инновационного развития как инновационная активность организаций [10]. Инновационная деятельность организаций представляет собой сложный многомерный процесс [5]. Результат данного показателя значительно дифференцирован по федеральным

округам России (рисунок 1). По данным рисунка 1 отмечаем, что наиболее высокий уровень инновационной активности организаций в 2014 г. наблюдался в Приволжском, Центральном, Уральском и Северо-Западном федеральных округах. В 2015 г. данные округа несколько снизили свои результаты, но незначительно.

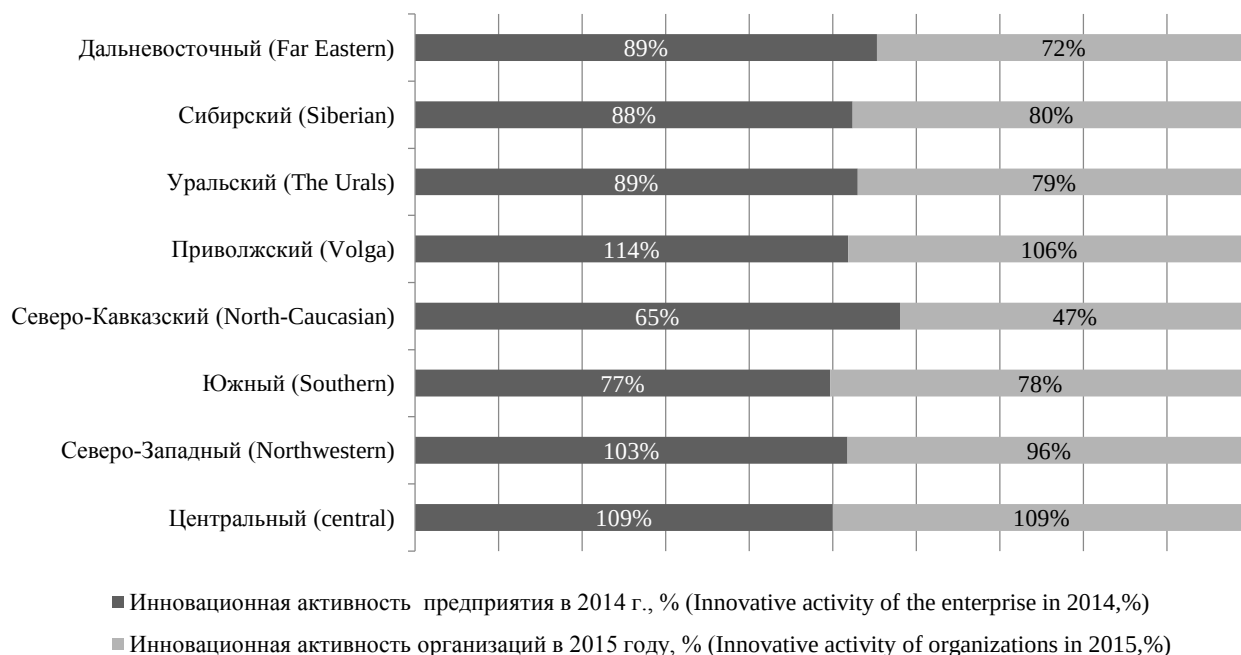


Рисунок 1. Инновационная активность организаций федеральных округов РФ за 2014–2015 гг.

Figure 1. Innovative activity of organizations of the federal districts of the Russian Federation for 2014-2015

На наш взгляд, лидирующие позиции данных ФО объясняются: во-первых, выгодными условиями экономико-географического положения; во-вторых, наличием ресурсов для осуществления эффективного процесса производства; в-третьих, многие предприятия данных округов делают ставку на технологический прорыв и инновационные обновления (например, такие компании, как IBM, Toshiba, Intel, Hitachi и др., выбрали стратегию усиления конкурентоспособности за счет лидерства в получении патентов в сфере наукоемких технологий); в-четвертых, для данных округов характерно заметное увеличение затрат на технологические инновации.

Напротив, негативные показатели как в 2014, так и в 2015 г. имеют Северо-Кавказский, Южный, Дальневосточный округа. Статистические данные свидетельствуют, что наибольшая доля усовершенствованной продукции за 2013–2015 гг. в объеме отгруженных товаров отмечается в Дальневосточном (91,1%), Северо-Кавказском (81,0%) и Северо-

Западном (61,3%) ФО. В других округах РФ доля усовершенствованной продукции составляла менее 42%. Таким образом, в Дальневосточном, Северо-Кавказском и Северо-Западном округах больший удельный вес в составе новой продукции занимает усовершенствованная продукция, что существенно снижает эффективность инновационной деятельности. Кроме того, в данных округах сокращается число организаций, выполняющих НИОКР.

Таким образом, даже из рассмотрения только одного показателя инновационного развития региона следует, что по уровню инновационного развития региона России остаются неоднородными. С учетом данных инновационной активности организаций, предлагается выделить следующие типы регионов: лидеры научнотехнической и инновационной активности, инновационно-активные, со средним уровнем инновационного развития, с низким уровнем технической и инновационной активности (таблица 2).

Таблица 2.

Распределение регионов по состоянию инновационной активности организаций (2015 г.)

Table 2.

Distribution of regions according to the state of innovative activity of organizations (2015)

Тип региона Type of the region	Субъекты РФ The subjects of the Russian Federation
Инновационно-активные Innovative-active	ПФО: Р. Мордовия, Пензенская область; (VFD: The R. Of Mordovia, Penza region) ДФО: Магаданская область. (FEFD: Magadan region)
Со средним уровнем инновационного развития With an average level of innovative development	ЦФО: Белгородская область, Владимирская область, Воронежская область, Калужская область, Рязанская область, Тульская область; (CFD: Belgorod region Vladimir Region, Voronezh Region, Kaluga Region, Ryazan Region, Tula Region). ЮФО: Астраханская область; (SFD: Astrakhan Region) ПФО: Р. Удмуртия, Пермский край, Нижегородская область, Оренбургская область; (VFD: R. Udmurtia, Perm Region, Nizhny Novgorod Region, Orenburg Region) УФО: Тюменская область; (UFD: Tyumen region) СФО: Алтайский край, Томская область; (NFD: Altai Territory, Tomsk Region) ДФО: Камчатский край, Хабаровский край. (FEFD: Kamchatka Krai, Khabarovsk Krai)
С низким уровнем технической и инновационной активности With a low level of technical and innovation activity	ЦФО: Брянская область, Курская область, Московская область, Орловская область, Смоленская область, Тверская область, Ярославская область; (CFD: Bryansk region, Kursk region, Moscow region, Oryol region, Smolensk region, Tver region, Yaroslavl region) СЗФО: Р. Карелия, Р. Коми, Архангельская область, Вологодская область, Мурманская область, Новгородская область, Псковская область; (NWFD: R. Karelia, R. Komi, Arkhangelsk Region, Vologda Region, Murmansk Region, Novgorod Region, Pskov Region) ЮФО: Р. Адыгея, Краснодарский край, Волгоградская область; (SFD: R. Adygea, Krasnodar Territory, Volgograd Region) СКФО: Р. Дагестан, Р. Ингушетия, Ставропольский край; (NCFD: R. Dagestan, R. Ingushetia, Stavropol Territory) ПФО: Р. Башкортостан, Р. Марий Эл, Кировская область, Самарская область, Саратовская область, Ульяновская область; (VFD: R. Bashkortostan, R. Mari El, Kirov Region, Samara Region, Saratov Region, Ulyanovsk Region) УФО: Свердловская область, Тюменская область, Ханты-Мансийский АО – Югра, Ямало-Ненецкий АО, Челябинская область; (UFD: Sverdlovsk Region, Tyumen Region, Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Ugra, Yamalo-Nenets Autonomous District, Chelyabinsk Region) СФО: Забайкальский край, Красноярский край, Иркутская область, Новосибирская область, Омская область; (NFD: Zabaikalsky Krai, Krasnoyarsk Territory, Irkutsk Region, Novosibirsk Region, Omsk Region) ДФО: Р. Саха, Приморский край, Амурская область, Еврейская автономная область. (FEFD: R. Sakha, Primorsky Krai, Amur Region, Jewish Autonomous Region)

Из данных таблицы 2 можно отметить, что в России значительную долю составляют регионы со средним и низким уровнем инновационной активности. Вышеизложенное позволяет заключить, что РФ имеет значительные трудности в формировании инновационной экономики.

В современной России существует множество проблем формирования инновационной экономики. Но одна из них связана с политикой государства – это недостаточное внимание со стороны органов государственной власти к проблемам инновационной деятельности.

Инновационная деятельность – процесс длительный, связанный с высоким уровнем риска неполучения прогнозируемого результата. В этой связи субъекты хозяйствования

предпочитают содействовать только тем инновационным проектам, которые приносят уверенный и быстрый доход.

Однако для того, чтобы «воплотить в жизнь» инновационный проект нужны, как правило, большие затраты. Они связаны с зарождением инноваций в виде идей, проектным их воплощением, с наймом высококвалифицированных работников, а значит, и высокой оплатой труда для них и т. д. При этом многие предприятия и фирмы не обладают такими возможностями и средствами, что существенно тормозит инновационное развитие региональной экономики. Кроме того, отсутствие научно-методологической базы также препятствует развитию инновационных процессов.

Можно согласиться с суждениями Силина И.Я., Медведева М.Г., которые выделяют основные факторы, затрудняющие развитие эффективной инновационной деятельности [12]:

1. Экономические и технологические факторы, связанные с недостатком средств для финансирования инновационных проектов. Характеризуют слабость материальной и научно-технической базы и отсутствие резервных мощностей;

2. Политические и правовые факторы, отражающие ограничения со стороны антимонопольного, налогового, амортизационного законодательства;

3. Организационно-управленческие факторы характеризуют устоявшуюся организационную структуру компании, излишнюю централизацию, авторитарный стиль управления, трудность межотраслевых и межорганизационных взаимодействий, жесткость в управлении;

4. Социально-психологические, культурные, связанные с сопротивлением переменам, которые могут вызвать такие последствия, как изменение статуса сотрудников, необходимость поиска новой работы, нарушение стереотипов поведения и сложившихся традиций, боязнь неопределенности.

В России устойчиво функционирует система двусторонних отношений, когда наука и бизнес не взаимодействуют друг с другом и опираются на помощь государства по отдельности. Поэтому одной из наиболее существенных проблем, затрудняющих формирование региональной инновационной экономики в нашей стране, является слабость трехсторонних связей между основными субъектами инновационного процесса.

К наиболее важной проблеме формирования инновационной экономики регионов России можно также отнести сложность вложений инвестиций в несырьевые отрасли. К таким отраслям относят сельское хозяйство, машиностроение, легкую промышленность и др. Особенно сложно привлекать иностранные инвестиции, так как иностранные инвесторы вкладывают свои средства в те отрасли, что приносят большую прибыль за короткий срок. Они боятся рисковать в другой стране из-за политической и экономической нестабильности. Это же можно сказать и про российских инвесторов, которые заинтересованы в высоком доходе и в отсутствии рисков.

Существенной причиной отставания в технологиях нашей страны является то, что Россия находится в экономической и политической зависимости от Запада. Вместо того, чтобы создавать что-то новое и использовать

это в экономике и науке, инновационная политика России направлена на изучение технологий зарубежных стран, которые во многом опережают российские. Поэтому очень важно сформировать отечественную региональную инновационную систему, основанную на превращении научных знаний в готовый продукт.

Обобщая сказанное, следует заключить, что основными проблемами формирования региональной инновационной экономики являются:

- недостаточная государственная политика в области инновационной деятельности;
- большие финансовые затраты;
- отсутствие научно-технической базы и резервных мощностей в регионах;
- неразработанное законодательство в области инноваций;
- излишняя централизация компании, авторитарный стиль управления;
- недостаточное взаимодействие между субъектами хозяйствования;
- большие риски вложений из-за политической и экономической нестабильности;
- определенная зависимость технологий от западных стран.

Для формирования инновационной системы региона с целью решения указанных проблем на начальных этапах необходима активная поддержка государства. Создание региональных структур позволит максимально использовать возможности привлечения значительных финансовых ресурсов. Необходимо также использование гибкого механизма финансового обеспечения, который должен учитывать потребность в инновациях и инвестиционный потенциал региона. В данном контексте важным является принятие качественных управленческих решений обоснования и формирования приоритетов деловой активности [4]. Государственная инновационная политика должна организовывать и регулировать инновационную деятельность региона, определять основные направления в ее развитии и принимать меры для поддержания инновационного процесса.

Важным является и то, что предприятия должны иметь высокую финансовую устойчивость и стабильность. При этом они стремятся к созданию такой структуры и настройке, которые способствовали бы формированию необходимой деловой атмосферы предпринимательства как благоприятной возможности.

В первую очередь, следует поддерживать регионы, где инновации носят избирательный характер или присутствуют в недостаточной степени. Таких регионов не так много и, если им не оказывать помощь, то в конечном счете, никто не будет заинтересован в инновациях.

В целом региональные органы власти, конечно, заинтересованы в использовании инновационных технологий, в повышении уровня инновационной активности, так как это позволит усилить конкурентоспособность региона. Сегодня их деятельность направлена на стабилизацию и подъем экономики региона, достижение условий для эффективного исполнения и рационального использования бюджета за счет сохранения и развития научно-технического потенциала и создания благоприятных условий для инновационной деятельности.

Для развития инновационной активности региона актуальными являются кластерный подход, создание технопарков в реализации инновационной политики. Создание технопарков также дает регионам возможность включения в инновационную деятельность. Отрадным является факт, что в 2016 г. в России создано 300 технопарков и бизнес-инкубаторов.

Особую роль в активизации инновационной деятельности играет кадровое обеспечение предпринимательского сектора. Важно включать в учебные программы высших учебных и средних профессиональных организаций такие дисциплины и тренинги, которые учат реализации научных исследований в определенный продукт, т. е. учат практическому использованию полученных знаний. «Статистические показатели наиболее развитых стран, являющиеся эталонами мирового социально-экономического развития, свидетельствуют о том, что постоянное увеличение инвестиций в человека, его способности и возможности в дальнейшем приносят больший доход по сравнению с капиталовложениями в классические факторы производства» [6].

На сегодняшний день существует несколько путей решения проблем формирования региональной инновационной экономики. Активная государственная поддержка, изучение социально-экономической структуры регионов, его специфику, создание кластеров и технопарков, разумная кадровая политика, вложения в человеческий капитал помогут справиться с трудностями в инновационном развитии регионов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Серебрякова Н.А., Саликов Ю.А., Коломыцева О.Ю., Пахомова Т.А. и др. Актуальные вопросы планирования сбалансированного развития инновационной и инвестиционной // Азиатские социальные науки. 2015. Т. 11. №20. С. 193-205.
- 2 Alice Lam Innovative Organisations: Structure, Learning and Adaptation Paper. // DIME. 2011. P. 163-175.
- 3 Хорев А.И., Саликов Ю.А., Серебрякова Н.А. Концептуальные особенности сбалансированного развития бизнес-организаций // Азиатская социальная наука. 2015. № 20. С. 22-28.

Заключение

В настоящее время инновации являются неотъемлемой частью современного общества, так как они влияют на общий уровень социально-экономического развития страны. От эффективных инноваций зависит конкурентоспособность регионов, а значит, и всей страны на мировом рынке. Инновационные технологии могут не только улучшить качество товаров и услуг, удовлетворить многие потребности населения, но и решить глобальные проблемы.

Сегодня существует много проблем формирования региональной инновационной экономики. К ним относятся: недостаточная государственная политика в области инновационной деятельности, большие финансовые затраты, отсутствие научно-технической базы и резервных мощностей в регионах, неразработанное законодательство в области инновации, излишняя централизация компании, авторитарный стиль управления, недостаточное взаимодействие между субъектами хозяйствования, большие риски вложений из-за политической и экономической нестабильности, определенная зависимость технологий от западных стран.

Основные пути решения проблем:

- активная государственная поддержка;
- эффективная деятельность региональных органов власти;
- изучение социально-экономической структуры регионов, его специфики;
- поддержка тех регионов, которые уже осуществляют инновационную деятельность;
- создание кластеров и технопарков;
- разумная кадровая политика; вложения в человеческий капитал.

Используя вышеперечисленные подходы к решению рассмотренных проблем, национальная и региональная экономика может подняться на новый уровень инновационного развития.

4 Егоров В.В., Тихонова Е.В. Инновационная активность организации как объекта социального контроля // Связь по надежности и управлению качеством: Исследовательский центр надежности и управления качеством.

5 Шерин В.А. Исследование взаимосвязи между статистическими показателями инновационных процессов и социально-экономической ситуацией в регионе // Экономические и социальные изменения: факты, тенденции, перспективы. 2012. №2 (20). С. 116-122.

6 Валишвили М.А., Никитская Е.Ф. Человеческий капитал в контексте инновационного развития экономики региона // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–17. С. 3786.

7 Викторова Т.С. Проблемы формирования и развития инновационной экономики России // Материалы международной научно-практической конференции: «Проблемы современной экономики». 2013. 431 с.

8 Зоидов К.Х. Инновационная экономика: опыт, проблемы, пути формирования (Монография). М., 2006. 168 с.

9 Киселева Н.Н., Ивановна В.П. Оценка уровня инновационного развития региона // TERRA ECONOMICUS. 2013. Т. 11. № 2. Ч. 2. С. 77.

10 Саликов Ю.А., Гончарова И.А., Барзенкова А.С. Анализ внешних факторов влияния на инновационную активность промышленного предприятия // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 1 (59). С. 207–213.

11 Саликов Ю.А., Кузьменко Н.И. Инновационный ландшафт – приоритетное условие промышленно-территориального развития // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 1 (63). С. 204–209.

12 Силина И.Я., Медведева М.Г. Проблемы формирования и развития региональной инновационной экономики // Научное издание «Подготовка инновационных кадров для рынка труда в условиях непрерывного образования» Материалы Международной научно-практической конференции. 2012. С. 24.

REFERENCES

1 Serebryakova N.A., Salikov Y.A., Kolomytseva O.Y., Pakhomova T.A. et al. Actual issues of planning of well-balanced development of innovative & investment activities. *Aziatskie sotsial'nye nauki* [Asian Social Science] 2015. vol. 11. no. 20. pp. 193-205. (in Russian)

2 Alice Lam Innovative Organizations: Structure, Learning and Adaptation. *DIME* [DIME]. 2011. pp. 163-175.

3 Khorev A.I., Salikov Y.A., Serebryakova N.A. Conceptual features of the balanced development of business organizations. *Aziatskie sotsial'nye nauki* [Asian Social Science] 2015. no. 20. pp. 22-28. (in Russian)

4 Egorov V.V., Tikhonova E.V. Innovative activity of the organization as an object of social control. *Svyaz'*

po nadezhnosti I upravleniyu kachestvom [Communications in dependability and quality management: Research Center of Dependability and Quality Management] 2015. no. 2. pp.5-12. (in Russian)

5 Sherin V.A Investigation of the connection between the statistical indicators of innovative processes and the socio-economic situation in the region. *Ekonomicheskie I sotsial'nye izmeneniya* [Economic and social changes: facts, trends, forecast] 2012. no. 2 (20). pp. 116-122. (in Russian)

6 Valishvili M.A., Nikitskaya E.F. Human Capital in the Context of Innovative Development of the Region's Economy. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research] 2015. no. 2–17. pp. 3786. (in Russian)

7 Viktorova T.S. Problems of Formation and Development of the Innovative Economy of Russia. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Materials of the International Scientific and Practical Conference: "Problems of the Modern Economy"] 2013. 431 p. (in Russian)

8 Zoidov K.Kh. Innovatsionnaya ekonomika [Innovative economy: experience, problems, ways of formation]. Moscow, 2006. 168 p. (in Russian)

9 Kiseleva N.N., Ivanovna V.P. Assessment of the level of innovative development of the region. *TERRA ECONOMICUS*. [TERRA ECONOMICUS] 2013. vol. 11. no. 2. part 2. pp. 77. (in Russian)

10 Salikov Yu. A., Goncharova I.A., Barzenkova A.S. Analysis of external factors of influence on innovative activity of industrial enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies] 2014. no. 1 (59). pp. 207–213. (in Russian)

11 Salikov Yu. A., Kuzmenko N. I. Innovative landscape is a priority condition of industrial and territorial development. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies]. 2015. nNo. 1 (63). pp. 204–209. (in Russian)

12 Silina I. Ya., Medvedeva M.G. Problems of Formation and Development of Regional Innovation Economy. *Podgotovka innovatsionnykh kadrov dlya rynka truda* [Scientific publication «Training of Innovative Personnel for the Labor Market in the Conditions of Continuing Education» Materials of the International Scientific and Practical Conference] 2012. pp. 24. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia I. Kuzmenko associate professor, philosophy, economics and socio-humanitarian disciplines department, Voronezh state pedagogical university, Lenin str., 86 Voronezh, 394043, Russia, diasku@mail.ru

CONTRIBUTION

Natalia I. Kuzmenko wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.14.2017

ACCEPTED 9.11.2017

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья И. Кузьменко написала рукопись и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.09.2017

Направления эффективного развития рынка зерна в аспекте решения проблем продовольственного обеспечения

Салима К. Мизанбекова¹

Ирина П. Богомолова²

Антон В. Богомолов²

uopioe@yandex.ru

¹ Казахский национальный аграрный университет, пр-т Абая, 8, Алматы, Республика Казахстан

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В статье рассмотрены проблемы развития рынка фуражного зерна и производства, доля которого составляет около трети валового сбора зерновых культур. Необходимость обеспечения эффективного развития рынка фуражного зерна Казахстана и России приобретает в современных условиях особую актуальность вследствие многообразия факторов внутреннего и внешнего влияния. Зернофураж по объемам производства, качеству и ассортименту не отвечает потребностям сферы животноводства в полноценных по питательности и доступных по стоимости концентрированных кормах. В связи с чем, низкое качество кормовой базы повлекло снижение объемов производства с ухудшением обеспечения населения продуктами питания животного происхождения, что вызвало необходимость увеличения импорта продукции животноводства с последующим снижением спроса на отечественное фуражное зерно со стороны отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей. Подобные проблемы негативно влияют на динамику развития рынка фуражного зерна и животноводства Казахстана и России. Для обеспечения продуктовой безопасности Республики Казахстан, повышения качества жизни населения необходимо разработать комплекс мер по совершенствованию кормовых баз сфер животноводства, стимулированию и наращиванию производства высококачественной продукции мясного направления, способной конкурировать на внутреннем и внешних рынках. Техническое перевооружение и модернизация предприятий по производству комбикормов в соответствии с требованиями международных стандартов, перспективное развитие и размещение данных предприятий в регионах должны исходить из технологических особенностей животноводческого производства республики Казахстан с учетом современных требований внутренних и внешних рынков мясной продукции. Внедрение эффективных механизмов удовлетворения текущих потребностей региональных производителей в качественной и доступной кормовой базе позволит республике Казахстан на основании собственного высокого ресурсного потенциала не только решить проблемы продовольственного обеспечения государства, но и осуществить успешный выход на международные рынки.

Ключевые слова: рынок, животноводство, фуражное зерно, кормопроизводство, комбикорм, птицеводство, качество, питательность, стоимость, механизм

Directions of effective development of the grain market in the aspect of solving food security problems

Salima K. Mizanbekova¹

Irina P. Bogomolova²

Anton V. Bogomolov²

uopioe@yandex.ru

¹ Kazakh National Agrarian University, Abay av., 8, Almaty, Kazakhstan

² Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The article deals with the problems of development of the market for feed grain and production, which accounts for about a third of the gross harvest of grain crops. The need to ensure the effective development of the market for feed grain of Kazakhstan and Russia acquires special relevance in modern conditions due to the variety of factors of internal and external influence. Grain firing by production volumes, quality and assortment does not meet the needs of the livestock sector in nutritious and affordable concentrate fodder. In connection with this, the poor quality of the feed base caused a decrease in production volumes with a deterioration in the provision of foodstuffs of animal origin to the population, which necessitated an increase in the import of livestock products, followed by a decrease in the demand for domestic feed grain by domestic agricultural producers. Similar problems adversely affect the dynamics of market development fodder grain and livestock in Kazakhstan and Russia. To ensure the product safety of the Republic of Kazakhstan, to improve the quality of life of the population, it is necessary to develop a set of measures to improve the forage bases of animal husbandry, stimulate and increase the production of high-quality meat products that can compete in domestic and foreign markets. Technical re-equipment and modernization of the enterprises for the production of mixed fodders in accordance with the requirements of international standards, the perspective development and placement of these enterprises in the regions should proceed from the technological features of the cattle-breeding industry of the Republic of Kazakhstan, taking into account the modern requirements of domestic and foreign markets for meat products. The introduction of effective mechanisms to meet the current needs of regional producers in a quality and affordable feed base will allow the Republic of Kazakhstan, on the basis of its own high resource potential, not only to solve the problems of the state's food supply, but also to successfully enter international markets.

Keywords: market, livestock, feed grain, fodder production, forage, poultry, quality, nutritional value, cost, mechanism

Для цитирования

Мизанбекова С.К., Богомолова И.П., Богомолов А.В. Направления эффективного развития рынка зерна в аспекте решения проблем продовольственного обеспечения // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 294–303. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-294-303

For citation

Mizanbekova S.K., Bogomolova I.P., Bogomolov A.V. Directions of effective development of the grain market in the aspect of solving food security problems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 294–303. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-294-303

Введение

Необходимость обеспечения эффективного развития зернового рынка, в частности, рынка фуражного зерна приобретает в настоящее время особенную актуальность вследствие многообразия факторов внутреннего и внешнего влияния.

На текущий момент остаются нерешенными ряд проблем производства фуражного зерна и развития его рынка, на долю которого приходится около трети валового сбора зерновых культур. Объемы производства, качество и ассортимент производимого зернофуража не отвечают потребностям сферы животноводства в полноценных по питательности и доступных по стоимости концентрированных кормах. Низкое качество кормовой базы влечет падение объемов производства с соответствующим ухудшением обеспечения населения продуктами питания животного происхождения. В свою очередь, падение предложения вызывает необходимость увеличения импорта продукции животноводства с последующим снижением спроса на отечественное фуражное зерно со стороны местных производителей. Подобный замкнутый цикл проблем негативно влияет на динамику развития рынка фуражного зерна и животноводства в целом.

Увеличение цен на продовольственные товары, зерно, зернопродукты и продукты животноводства, вызванное, в свою очередь, ростом цен на энергоносители еще более усугубляет данную ситуацию. Многофакторный комплекс проблем развития зернофуражного рынка дополняют и возрастающие потребности улучшения качества питания населения ряда стран, переход на биотопливные энергоресурсы. В данных условиях, производство фуражного зерна, являющееся источником получения концентрированных кормов для животноводства, становится важнейшей отраслью земледелия. Для поддержания эффективных механизмов функционирования, субъекты хозяйствования данной отрасли должны подвергаться интенсивным мерам регулирования процессов развития, наращивания конкурентоспособности на региональных и национальных уровнях. Необходим к принятию и комплекс мер (в том числе и на государственном уровне) по ликвидации организационно-технологических недостатков в процессах формирования и развития зернового и зернофуражного рынков.

Специфические особенности и неполнота решения организационных и экономических вопросов обеспечения животноводства

страны фуражным зерном в условиях резкого падения объемов его производства и сохраняющейся кризисной ситуации в зерновой отрасли, а также необходимость анализа практики функционирования зернового рынка и рынка фуражного зерна усиливают актуальность проведения комплексных научных исследований.

Как показало исследование, производство пищевых продуктов по-прежнему остается одной из самых насущных и жизненных проблем мирового масштаба. Показатель обеспечения населения продовольствием рассматривается как важнейший фактор и определяющий критерий уровня социально – экономического развития любой страны, жизнеспособности ее экономической структуры и государственного устройства.

В Республике Казахстан особую остроту приобретает необходимость обеспечения эффективного развития рынка фуражного зерна с учетом влияния на него внешних и внутренних факторов. При этом рынок фуражного зерна, являясь составной частью агропродовольственного рынка, продолжает функционировать в условиях неблагоприятной макроэкономической ситуации, связанной с диспаритетом цен на фуражное зерно и промышленную продукцию для его производства; либерализацией внешнеторговой деятельности в условиях недостаточности мер поддержания конкурентоспособности отечественного зерна; снижением платежеспособного спроса населения на продукты питания, в основе производства которых, зерно используется в качестве кормовой базы; недостаточности мер государственного регулирования цен на сырьевые ресурсы, в частности, комбикорма.

Основная часть

Для целей обеспечения продуктовой безопасности Республики Казахстан, повышения качества жизни населения необходимо разработать комплекс мер по совершенствованию кормовых баз сфер животноводства, стимулированию и наращиванию производства высококачественной продукции мясного направления, способной конкурировать на внутреннем и внешних рынках. Актуальность данных направлений развития подтверждает положительная прогнозная динамика поголовья крупного рогатого скота республики, представленная на рисунке 1.

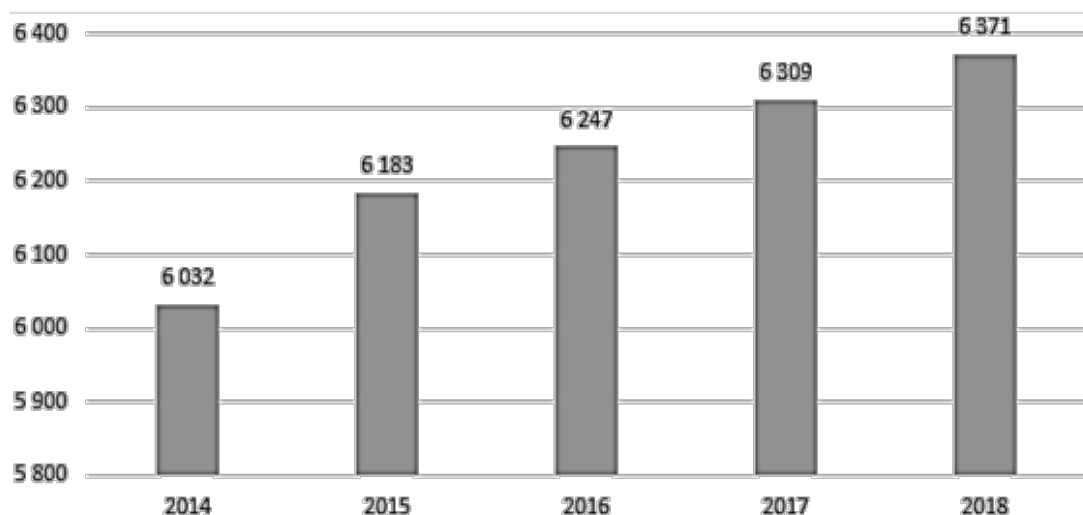


Рисунок 1. Прогноз поголовья КРС в Казахстане на 2017–2018 гг., тыс. голов

Figure 1. Forecast of cattle in Kazakhstan for 2017-2018, thousand head

Актуальность данных программных мероприятий продиктована также не только вышеуказанной целевой направленностью, но и необходимостью ликвидации диспропорций ресурсного потенциала в регионах республики. В настоящее время в Казахстане отмечается положительная динамика производства в крестьянских и фермерских хозяйствах поголовья

сельскохозяйственных животных (таблица 1) при одновременном снижении объемов посевных площадей под кормовые культуры (таблица 2).

Согласно данным статистики, Казахстан за предшествующие 5 лет наращивал объемы производства комбикормов (с 498 тыс. тонн в 2012-м году до 960 тыс. тонн в 2016-м), (рисунок 2).

Таблица 1.

Численность скота и птицы в республике Казахстан по категориям хозяйств, тыс. голов

Table 1.

Number of cattle and poultry in the Republic of Kazakhstan by farm category, thousand head

Год Year	Крупный рогатый скот Cattle	Овцы и козы Sheep and goats	Свиньи Pigs	Лошади Horses	Верблюды Camels	Птица, млн голов Chicken, million goals
1	2	3	4	5	6	7
Все категории хозяйств All categories of farms						
2012	5 702,4	18 091,9	1 204,2	1 607,4	173,2	32,9
2013	5 690,0	17 633,3	1 031, 6	1 686,2	164,8	33,5
2014	5 851,2	17 560,6	922,3	1 784,5	160,9	34,2
2015	6 032, 7	17 914,6	884,7	1 937,9	165,9	35,0
2016	6 183,9	18 015, 5	887,6	2 070,3	170,5	35,6
2017	6 247,2	17 947,1	831,1	2 113,2	172,5	37,8
Сельхозпредприятия Agricultural enterprises						
2012	333,7	865,6	230,0	97,1	14,8	19,1
2013	384,4	815,9	233,9	104,8	14,8	20,4
2014	423,1	804,5	252,6	110,8	15,4	21,4

Продолжение табл. 1/ Continuation of Tab. 1

2015	459,3	777,2	262,0	118,7	15,6	22,8
2016	507,5	764,1	273,5	125,1	14,7	23,5
2017	580,3	771,2	247,0	134,5	14,3	25,5
Крестьянские или фермерские хозяйства Peasant or private farms						
2012	994,2	5 105,0	100,9	502,6	47,2	0,3
2013	1 194,4	5 337,7	111,4	589,0	49,6	0,3
2014	1 393,6	5 760,0	107,3	678,7	53,8	0,4
2015	1 656,9	6 253,8	101,7	779,3	59,3	0,4
2016	1 790,3	6 392,4	106,1	878,5	64,3	0,4
2017	1 948,4	6 808,9	117,2	939,2	68,5	0,4
Хозяйства населения Households						
2012	4 374,5	12 121,3	873,3	1 007, 7	111,2	13,4
2013	4 111,2	11 479,7	686,3	992,4	100,4	12,8
2014	4 034, 5	10 996,1	562,4	995,0	91,7	12,4
2015	3 916,5	10 883,5	521,1	1 040,0	91,0	11,8
2016	3 886,1	10 859,1	508,1	1 066, 6	91,5	11,7
2017	3 718,5	10 367,5	466,9	1 039,4	89,6	11,9

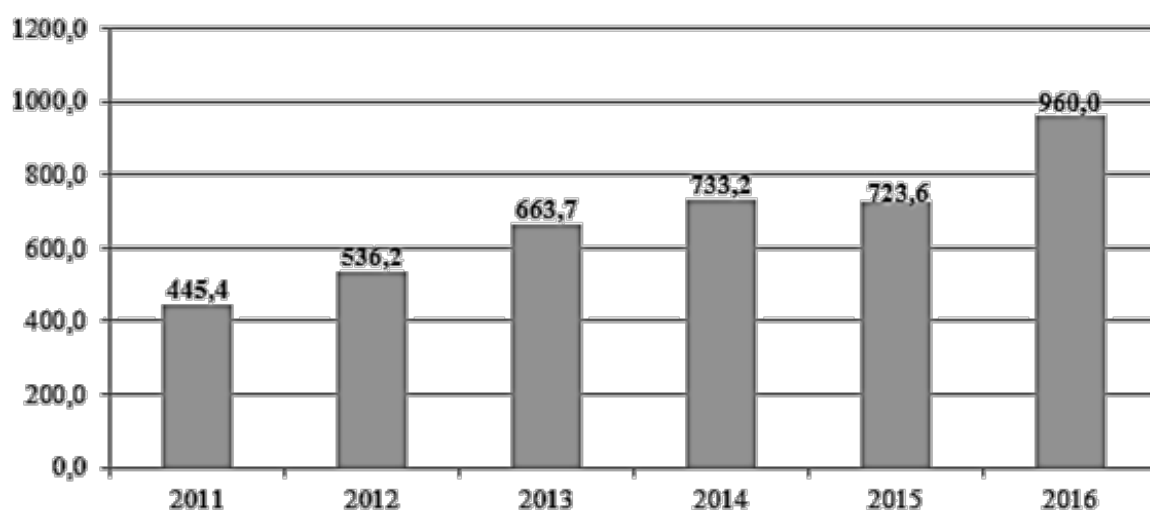


Рисунок 2. Динамика производства готовых кормов для сельскохозяйственных животных в натуральном выражении в 2011–2016 гг., тыс. т

Источник: Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан

Figure 2. Dynamics of production of finished feed for farm animals in physical terms in 2011–2016, thousand tons

Source: Committee on Statistics of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan

Таблица 2.
Table 2.Посевная площадь кормовых культур в разрезе областей Республики Казахстан, тыс. га
Sowing area of fodder crops in the context of the regions of the Republic of Kazakhstan, thousand hectares

Область/город State / City	2015 г.				2016 г.			
	Все категории хозяйств All categories of farms	в том числе include			Все категории хозяйств All categories of farms	в том числе include		
		сельскохозяйственные предприятия Agricultural enterprises	крестьянские или фермерские хозяйства Peasant or private farms	хозяйства населения Households		сельскохозяйственные предприятия Agricultural enterprises	крестьянские или фермерские хозяйства Peasant or private farms	хозяйства населения Households
Республика Казахстан The Republic of Kazakhstan	3 671,3	1 910,3	1 744,6	16,4	3 485,2	1 716,4	1 733,7	35,1
Актмолинская Aktola	427,4	372,1	55,3	–	248,8	199,3	49,5	–
Актобинская Aktobe	171,2	83,2	88,0	–	169,8	81,3	88,5	–
Алматинская Almaty	237,2	57,2	178,8	1,1	237,7	57,5	179,1	1,1
Атырауская Atyrau	1,7	0,8	0,9	–	1,6	0,8	0,8	–
Западно-Казахстанская West Kazakhstan	169,4	43,7	125,7	–	176,6	43,9	114,1	18,7
Жамбылская Zhambyl	198,4	14,3	179,8	4,3	194,7	13,1	177,3	4,3
Карагандинская Karaganda	302,4	89,9	212,5	–	293,9	81,4	212,5	–
Костанайская Kostanay	640,0	499,7	140,3	–	641,8	501,6	140,3	–
Кызылординская Kyzylorda	58,3	20,2	34,5	3,6	58,6	20,3	34,7	3,6
Мангистауская Mangistau	0,0	–	0,0	–	0	–	0	–
Южно-Казахстанская South Kazakhstan	222,6	46,4	169,7	6,5	222,2	46	170	6,5
Павлодарская Pavlodar	351,4	151,7	199,8	–	348,4	140,4	208	–
Северо-Казахстанская North-Kazakhstan	612,4	462,3	150,1	–	610,7	460,3	150,4	–
Восточно-Казахстанская East Kazakhstan	278,7	68,7	209,0	0,9	280,4	70,4	209	0,9
г. Астана Astana	0	–	0	–	0	–	0	–
г. Алматы Almaty	0	0	0,0	–	0	–	0	–

На начало 2017 года в республике действовало около 70 предприятий по производству комбикормов общей производственной мощностью 2,4 млн тонн. Вместе с тем, в настоящее время ежегодная совокупная потребность отраслей животноводства и птицеводства в комбикормах составляет не менее 5 млн тонн. Имеющиеся в стране мощности комбикормовых заводов позволяют обеспечить объекты животноводства продукцией собственного производства лишь на уровне 48% общего объема необходимых

поставок. При этом, в 2015 году фактическая обеспеченность комбикормами за счет отечественного производства составляла 20% необходимого объема. К 2021 г. в республике планируется увеличить объемы производства до 2,5 млн тонн в год. Прогноз производства готовых кормов для сельскохозяйственных животных в натуральном выражении, а также динамика производства в разрезе регионов республики Казахстан представлены соответственно на рисунке 3 и в таблице 3.

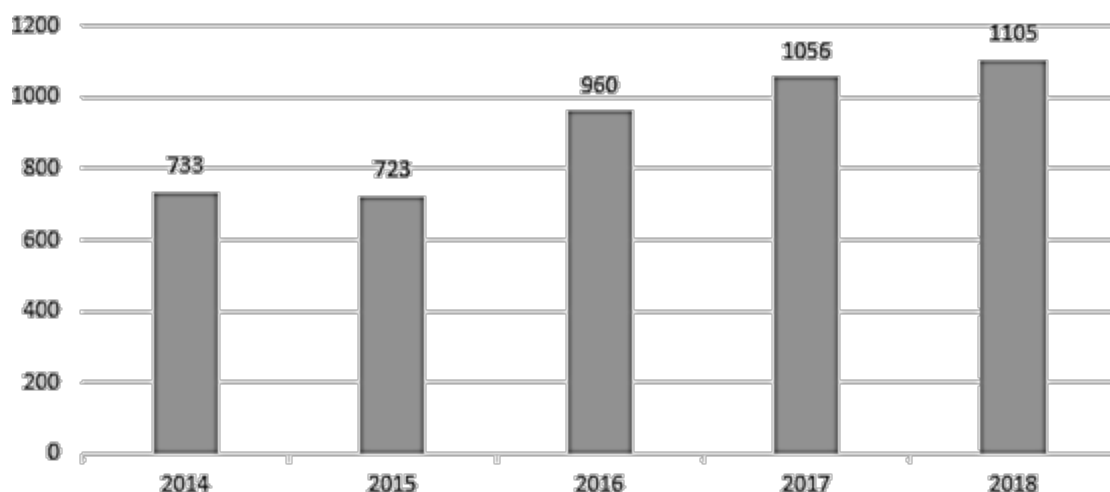


Рисунок 3. Прогноз производства готовых кормов для сельскохозяйственных животных в натуральном выражении на 2017–2018 гг.

Figure 3. Forecast of production of ready-made fodders for farm animals in physical terms for 2017-2018

Таблица 3.

Производство готовых кормов для сельскохозяйственных животных в разрезе регионов Казахстана, тыс. т

Table 3.

Manufacture of prepared feeds for farm animals in the context of the regions of Kazakhstan, thousand tons

Область/город State / City	Производство кормов готовых, тыс. т Manufacture of forage, thousand tons		Темп роста (Growth rate) 2016/2015, %
	2015 г.	2016 г.	
Акмолинская Akmol	128,5	154,8	120,5
Актюбинская Aktobe	–	0,003	–
Алматинская Almaty	154,8	157,2	101,6
Атырауская Atyrau	0,15	2,0	1307,2
Западно-Казахстанская West Kazakhstan	8,6	7,2	83,7
Жамбылская Zhambyl	4,2	10,2	242,9
Карагандинская Karaganda	155,5	309,7	199,2
Костанайская Kostanay	10,1	9,4	93,1
Кызылординская Kyzylorda	2,2	8,1	368,2
Южно-Казахстанская South Kazakhstan	10,0	12,1	121,0
Павлодарская Pavlodar	31,7	39,5	124,6
Северо-Казахстанская North-Kazakhstan	156,6	174,7	111,6
Восточно-Казахстанская East Kazakhstan	45,6	55,5	121,7
г. Астана Astana	15,5	12,0	77,4
г. Алматы Almaty	–	7,7	–
Всего Total	723,6	960,0	132,7

Мы разделяем позицию ученых и практиков, согласно которой рынок продукции мясного направления, в частности, мяса птицы нуждается в эффективной системе государственного регулирования, направленного на стимулирование импортозамещения и защиту отечественных производителей от негативного влияния демпинговых цен со стороны поставщиков сырьевых баз (кормов) и поставщиков услуг. Необходимо, в частности, отметить, что уровень поголовья птицы в стране подвержен существенной зависимости от объемов валового сбора зерна и динамики цен на фуражное зерно. В подобной ситуации, эффективное государственное регулирование рынка кормового

зерна становится приоритетным условием успешного развития частных и фермерских хозяйств, специализирующихся в отраслях птицеводства. В Казахстане на 01.06.2016 на содержании хозяйств находилось 38493,8 тыс. голов птицы. На 01.07.2017 года поголовье возросло до 41782,6 тыс. голов, проиллюстрировав рост на 8,5%. Увеличение поголовья отмечено в 6 областях, в частности, прирост более чем на 200 тыс. голов наблюдался в Мангистауской области; на 237,2; 221,6 и на 212,9 тыс. голов соответственно в Карагандинской, Костанайской и Восточно-Казахстанской областях. Значимость птицеводства в РК доказана структурой поголовья в отраслях животноводства (рисунок 4).

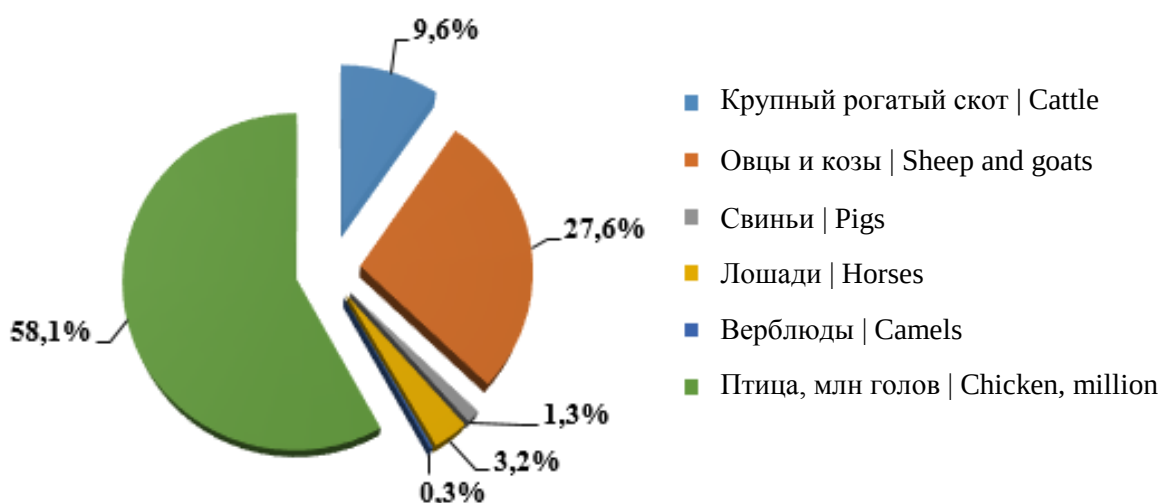


Рисунок 4. Долевое распределение поголовья скота по видам на начало 2017 г.

Источник: Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан

Figure 4. Share distribution of livestock by species as of early 2017

Source: Committee on Statistics of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan

Существует прямая взаимосвязь между ростом экспорта зерна и падением отечественного производства в животноводческой отрасли. В прошлых годах, в республиках Советского Союза, продукты животноводства имели высокую себестоимость за счет высоких цен на импортируемое страной кормовое зерно и масличные культуры. В настоящее время, страны бывшего СССР приобретают экономическую независимость и, функционируя в условиях рыночной экономики, имеют возможность выступать в качестве крупных экспортеров животноводческой продукции собственного производства. Значительное падение спроса на корма местных производств, вызвало сокращение импорта зерна и масличных культур, создав при этом, одновременно условия для экспорта излишков зерна.

Вместе с тем увеличение закупок зерна в государственные фонды реализационных ресурсов, с целью регулирования внутреннего рынка,

требует привлечения дополнительных финансовых средств из республиканского бюджета. С этой целью, согласно расчетам, акционерное общество «НК «Продовольственная контрактная корпорация», являющееся крупнейшим участником системы управления государственными ресурсами зерна в республике Казахстан будет вынуждено увеличить зерновые резервы до уровня 58 480 млн тенге (при максимальной закупочной цене агента – 21 тыс. тенге за тонну).

Использование зерна на корм скоту и птице является значительной расходной частью в объемах его внутреннего потребления. Еще более высокую долю эта расходная часть занимает в зарубежных странах: в ЕС – от 60 до 61%, США – 70%, Канаде – 85%. Вместе с тем, прослеживается определенная закономерность по уменьшению количества потребляемого зерна на фуражные цели в периоды роста объемов импорта животноводческой продукции. Снижение

потребления зерна вызывают и нарушения хозяйственных связей (сформированных ранее в условиях плановой экономики) между предприятиями, занятыми производством, переработкой и реализацией птицеводческой и скотоводческой продукции.

Обобщение опыта хозяйств показало, что использование фуражного зерна в переработанном виде в составе комбикормов повышает эффективность выращивания животных на 20–30%.

Преимущества возмещения расходов на хранение, переработку, транспортировку и сбыт зерна участникам систем управления государственными ресурсами, а также предоставления им финансовых средств для покрытия обязательств перед республиканским бюджетом состоят в обеспечении гибких условий реализации подобных мер, которые гарантируются государством. Однако, необходимо отметить, что имеющийся в настоящее время (в соответствии с данными консолидированных финансовых отчетов) уровень доходов возможных участников систем управления государственными ресурсами не позволяет последним выступать в качестве эффективных агентов госуправления.

Повышение прозрачности и достоверности информации будет способствовать снижению информационной асимметрии и устранению барьеров предпринимательской деятельности на рынках зерна, что в свою очередь, активизирует инвестиционную деятельность субъектов хозяйствования при выходе на данные рынки. Повышение прозрачности рынков зерна с позиций совершенствования их функционального управления (планирование, контроль, организация и т. п.) стимулирует вывод ряда хозяйств из теневых секторов экономики с последующей формализацией оптово-розничной торговли в регионах размещения данных хозяйств.

Птицеводство, как и животноводство в целом, является одним из приоритетных направлений развития аграрного сектора экономики. Отрасль характеризуется быстрыми темпами воспроизводства, интенсивным ростом, возможностями наращивания продуктивности и жизнеспособности поголовья. Данные преимущества развития инициировали запуск в Южном Казахстане новой установки по производству биокормов мощностью выпуска продукции до 2 тонн в день. Действующее в Южно-Казахстанской области предприятие «Казагрогрин» в 2015 году ввело в эксплуатацию гидропонные установки по производству биокормов мощностями в 0, 5, 1, 2 и 4 тонны соответственно, способные обеспечить выпуск продукции, в объемах, превышающих 1460 тонн в год. В этот же период завод установил оборудование в четырех крупных крестьянских хозяйствах (в частности, в хозяйстве «Атамекен»),

осуществил финансирование крестьянского хозяйства РИЦ «Максимум» в объеме 29 и 72 млн тенге для целей инновационной модернизации парка оборудования. Для этой же цели планируется привлечение государственных субсидий фермерам и частным хозяйствам в размере 10 млн тенге. Внедрение новых технологий позволит хозяйствам ликвидировать недостатки процессов производства за счет обеспечения собственной кормовой базы (мощностью до 2 тонн продукции в день).

Министерство сельского хозяйства Казахстана разработало мастер-план развития кормопроизводства до 2020 г. В современных экономических условиях объемы производства комбикормов определяются платежеспособностью потребителей. Производственные мощности комбикормовых предприятий позволяют производить не менее 2 тыс. тонн комбикормов в год, однако, в настоящий момент их загруженность составляет 30%–40%.

С 2006 года, с целью поддержки предприятий комбикормовой промышленности, Министерством сельского хозяйства Казахстана реализуется программа частичного субсидирования затрат на приобретение комбикормов. Ежегодно увеличиваются объемы бюджетных средств, выделяемых животноводческим и птицеводческим предприятиям на осуществление мероприятий по снижению стоимости кормов. Государство заинтересовано в реализации крупных инновационно-инвестиционных проектов.

О планах по созданию производственного кластера и строительству комбикормового завода в г. Кокшетау известный немецкий концерн AGRAVIS Raiffeisen AG заявил в 2013 году. Концерн, владеющий 16 собственными заводами суммарной мощностью более 3,5 млн тонн кормов в год, успешно реализовал данный бизнес-проект, запустив в регионе первый комбикормовый завод. Инвестиции в проект составили 8 млн €, мощность предприятия оценивается в 110 тыс. тонн комбикормов в год. Завод оборудован производственной линией ведущей швейцарской компании Bühler, монтаж которой осуществила фирма Bosche Systembau GmbH.

Функционирование современного и высокотехнологичного производственного кластера AGRAVIS в Республике Казахстан активизирует принятие интегрированных европейских стандартов качества производства комбикормов DIN EN ISO 9001: 2000, GMP+, HACCP и QS. Концерн, оснащенный собственной лабораторией для испытания образцов продукции на основе технологий LIMS, ориентирован на составление программ кормления и оптимизацию рецептур (на основе рецептур «Bosche Systembau GMBH») индивидуально для каждого хозяйства.

Планируемый ассортимент выпускаемой продукции включает структурированные рассыпные (в т. ч. в виде крошки) и гранулированные корма (концентраты и готовые) для крупного рогатого скота и птицы. Будущие направления сбыта продукции концерна охватывают северные регионы Казахстана и регионы России (Сибирь, Урал и Дальний Восток).

Общая стоимость реализации данного проекта составляет более одного миллиарда тенге, из них 643 млн тенге приходится на долю АО «КазАгроФинанс». Финансирование участников, входящих в структуру Национального холдинга «КазАгро» обеспечивает Национальный фонд Казахстана в виде предоставления льготного кредита с 6%-й годовой ставкой. В границах программы «Дорожная карта-2020» новый комбикормовый завод был оснащен необходимыми инфраструктурными коммуникациями (водо-, тепло- и энергообеспечение).

Примером успешной реализации проектов в Республике Казахстан является и деятельность комбикормового завода ТОО «Agro Trading 2007», который входит в состав крупнейшего концерна Германии Agravis Raiffeisen AG. Современные технологии составления рецептур комбикормов, применяемые на данном предприятии, позволяют обогащать корма для любой отрасли животноводства макро-, микроэлементами и витаминами. В качестве сырья для производства кормов используется пшеница, отруби, ячмень, шрот подсолнечный и премиксы от Agravis (специальные витаминно-белковые добавки).

Технологическая цепочка данного кластера в Казахстане будет включать этапы закупки сырья и компонентов, производства и реализации готовой продукции. Новое предприятие имеет в наличии собственные подъездные пути для авто- и железнодорожного транспорта с возможностями приемки сырья и отгрузки продукции мощностью 420 т/сут.; весовое крупнотоннажное оборудование, складские помещения.

Система оптимизации производства комбикормов, внедренная на заводе, является гарантией изготовления продукции высокого качества. Производственные линии предприятия полностью автоматизированы. Высококвалифицированные специалисты AGRAVIS составляют рецептуры кормов индивидуально для каждого хозяйства с учетом особенностей кормления животных на определенной стадии

их развития. Рецептуры ориентированы на достижение роста показателей привеса мяса, сбора яиц, надоя молока и пр. Внедренная QM-система качества производства комбикормов, охватывает начальные этапы закупки сырья и отвечает строгим требованиям международных стандартов качества.

Необходимо отметить, что современная программа FORMAT Single-MIX позволяет оптимизировать производственные процессы и координировать на расстоянии работу каждого завода, входящего в состав концерна AGRAVIS, в режиме реального времени. Рецепт каждого корма составляется в Германии и отправляется в единую базу данных, что позволяет сотрудникам в Казахстане выбирать необходимый состав кормов и отправлять его в производство. Ведущей инновацией концерна AGRAVIS являются технологии очистки зерна от микотоксинов на этапах производства комбикорма, что исключает необходимость использования адсорбентов микотоксинов в будущем.

Заключение

Наличие вышеуказанных проблем кормового обеспечения отраслей сельского хозяйства республики Казахстан вызывает необходимость разработки комплекса программных действий со стороны участников инновационно-инвестиционных систем управления, направленных на достижение высокого уровня конкурентоспособности и эффективности хозяйств отраслей животноводства.

Техническое перевооружение и модернизация предприятий по производству комбикормов в соответствии с требованиями международных стандартов, перспективное развитие и размещение данных предприятий в регионах должны исходить из технологических особенностей животноводческого производства республики Казахстан с учетом современных требований внутренних и внешних рынков мясной продукции. Внедрение эффективных механизмов удовлетворения текущих потребностей региональных производителей в качественной и доступной кормовой базе позволит республике Казахстан на основании собственного высокого ресурсного потенциала не только решить проблемы продовольственного обеспечения государства, но и осуществить успешный выход на международные рынки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мизанбекова С.К. Регулирование и организация закупок зерна в Казахстане // Межд. научно-практическая конференция «Инновационное развитие АПК: механизмы и приоритеты» Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства. 2015. С. 225 – 238

2 Мизанбекова С.К. Богомолова И.П., Печеная Л.Т. Ключевые проблемы продовольственного обеспечения // Известия НАН РК, Серия аграрных наук. 2016. № 1. С. 134–142

3 Алтухов А. Состояние рынка зерна государств – участников СНГ // АПК: Экономика, управление. 2016. № 2. С. 49–62

4 Нурманбекова Г.К. Комплексное использование зерна – основа развития зерноперерабатывающего сектора АПК // Проблемы агрорынка. 2014. С. 59–63

5 Godfray H. C. J. et al. Food security: the challenge of feeding 9 billion people // Science. 2010. V. 327. №. 5967. P. 812–818.

6 Azadi H., Ho P. Genetically modified and organic crops in developing countries: A review of options for food security // Biotechnology advances. 2010. V. 28. №. 1. P. 160–168.

7 Алтухов А.И. Основные тенденции в развитии зернового хозяйства и рынка зерна в России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 6. С. 2–7.

8 Косогор С.Н. Развитие механизмов саморегулирования на рынке зерна // Аграрный научный журнал. 2013. № 11. С. 75–78.

9 Белокурова Е.В., Дерканосова А.А. Пищевые сухие композитные смеси в производстве мучных кулинарных и хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 2 (56). С. 119–124.

10 Латынин Д.С. Формирование инновационно ориентированной инфраструктуры зернового рынка // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 4 (62). С. 254–259.

REFERENCES

1 Mizanbekova S.K. Regulation and organization of grain purchases in Kazakhstan. Innovatsionnoe razvitiye APK [Int. scientific and practical conference "Innovative development of agro-industrial complex: mechanisms and priorities" All-Russian Research Institute of Agricultural Economics] 2015. pp. 225 – 238. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Салима К. Мизанбекова д.э.н., профессор, кафедра экономики и финансов, Казахский национальный аграрный университет, пр-т Абая, 8, Алматы, Республика Казахстан

Ирина П. Богомолова д.э.н., профессор, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, uopioe@yandex.ru

Антон В. Богомолов к.э.н., кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Салима К. Мизанбекова консультация в ходе исследования
Ирина П. Богомолова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Антон В. Богомолов обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2017

2 Mizanbekova S.K. Bogomolova I.P., Pechenaya L.T. Key problems of food security. Izvestiya NAN RK [News of NAS RK, Series of Agrarian Sciences] 2016. no. 1. pp. 134–142 (in Russian)

3 Altukhov A.I. State of the grain market of the CIS member states. APK [AIC: Economics, management]. 2016. no. 2. pp. 49–62 (in Russian)

4 Nurmanbekova G.K. Complex use of grain is the basis for the development of the grain-processing sector of the agro-industrial complex. Problemy agrorynka [Problems of the agro market]. 2014. pp. 59–63 (in Russian)

5 Godfray H. C. J. et al. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science. 2010. vol. 327. no. 5967. pp. 812–818.

6 Azadi H., Ho P. Genetically modified and organic crops in developing countries: A review of options for food security. Biotechnology advances. 2010. vol. 28. no. 1. pp. 160–168

7 Altukhov A.I. The main trends in the development of the grain economy and the grain market in Russia. Vestnik KGSKhA [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]. 2014. no. 6. pp. 2–7. (in Russian)

8 Kosogor S.N. Development of mechanisms of self-regulation in the grain market. Agrarnyi nauchnyi zhurnal [Agrarian Scientific Journal]. 2013. no. 11. pp. 75–78. (in Russian)

9 Belokurova E.V., Derkanosova A.A. Food dry composite mixtures in the production of flour culinary and bakery products of a functional purpose. Vestnik VGUET [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology]. 2013. no 2 (56). pp. 119–124. (in Russian)

10 Latynin D.S. Formation of the innovation-oriented infrastructure of the grain market. Vestnik VGUET [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology]. 2014. no. 4 (62). pp. 254–259. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Salima K. Mizanbekova doctor of economical sciences, professor, economics and finance department, Kazakh National Agrarian University, Abay av., 8, Almaty, Kazakhstan

Irina P. Bogomolova doctor of economical sciences, professor, Management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, uopioe@yandex.ru

Anton V. Bogomolov candidate of economical sciences, Management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,

CONTRIBUTION

Salima K. Mizanbekova consultation during the study

Irina P. Bogomolova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Anton V. Bogomolov review of the literature on an investigated problem

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.1.2017

ACCEPTED 8.1.2017

Логико-вероятностный подход к определению риск-устойчивой стратегии региона и предприятий

Юлия М. Соколинская¹ misterias@mail.ru

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

Реферат. В статье описан логико-вероятностный подход к определению кризисных ситуаций, угрожающих экономической безопасности. Наступление рисков событий любого характера влечет за собой два вида ущерба – прямой экономический и социальный ущерб, и косвенный ущерб, который может быть гораздо более значимый. Основной стратегической целью обеспечения экономической безопасности является устойчивое и максимально эффективное функционирование предприятия в настоящее время и обеспечение высокого потенциала его развития в будущем. 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, таких как инженерных, экономических, социальных факторов и т. д. А также должны учитывать не только существующие, но и отдаленные последствия принимаемых решений. 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

Ключевые слова: экономическая безопасность, экономические показатели, государственное регулирование, экономические показатели регионов страны

Logic-probable approach to the determination of the risk-sustainable strategy of the region and enterprises

Yuliya M. Sokolinskaya¹ misterias@mail.ru

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

Summary. The article describes a logical-probabilistic approach to the definition of crisis situations that threaten economic security. The onset of risk events of any kind entails two types of damage - direct economic and social damage, and indirect damage, which can be much more significant. The main strategic goal of ensuring economic security is the stable and most efficient functioning of the enterprise at present and ensuring its high potential for future development. The lack of a unified management mechanism due to systemic threats imposed on the economy as a whole led to an exacerbation of the situation primarily in the basic sectors (infrastructure, health, education, law enforcement). This, in turn, is the destructor of the basis for development and ensuring national security of the regions and the country as a whole, contributing to a decrease in the standard of living and quality of life of the population. Methods and methods of risk and safety management require the use of analysis covering all types of possible threats, such as engineering, economic, social factors, etc. And they must also take into account not only existing, but also remote consequences of the decisions made. The choice of a strategy for responding to a risk situation relies on the results of a comprehensive risk assessment, additional analysis of the technological and economic potential of the Voronezh region and industrial enterprise, the projected external environment, the current legal and regulatory framework (taxes, inflation, increase in the number of competitors), marketing and other studies. The organization of a risk management system based on their integrated assessment allows tracking and timely signaling of undesirable events in business activities.

Keywords: economic security, economic indicators, government regulation, economic indicators of the country's regions

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.

Основная часть

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 1. 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).

Для цитирования

Соколинская Ю.М. Логико-вероятностный подход к определению риск-устойчивой стратегии региона и предприятий // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 304–310. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-304-310

For citation

Sokolinskaya Yu.M. Logic-probable approach to the determination of the risk-sustainable strategy of the region and enterprises. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 304–310. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-304-310

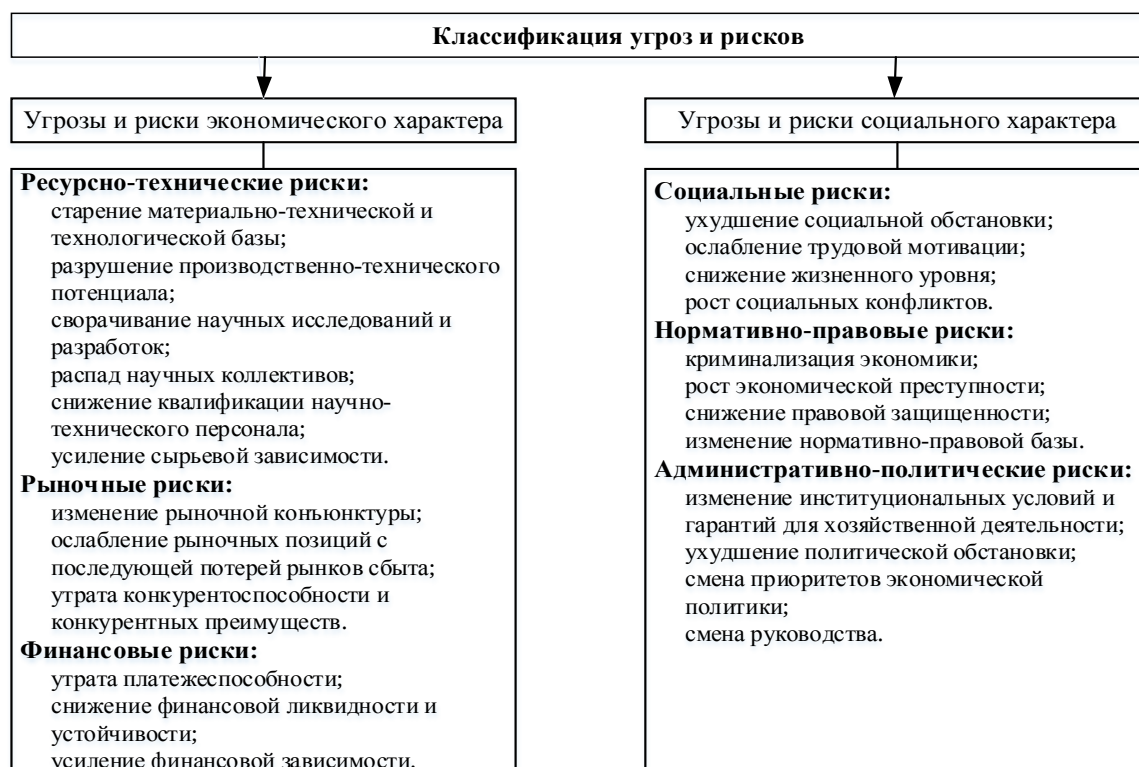


Рисунок 1. Классификация рисков и угроз

Figure 1. Classification of risks and threats

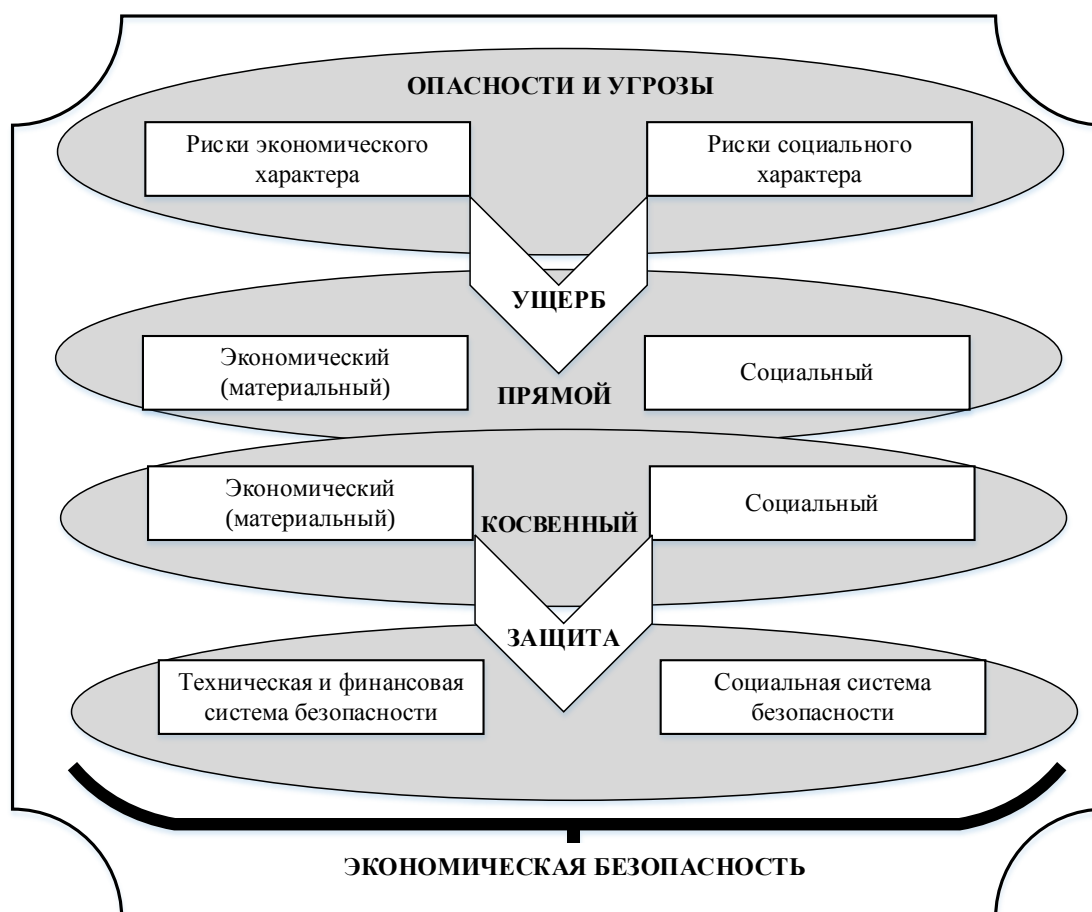


Рисунок 2. Структура системы экономической безопасности

Figure 2. The structure of the economic security system

Наступление рискованных 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 рискованного 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 основаны 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 использования 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 И³-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, И³-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. Основоположителем 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.

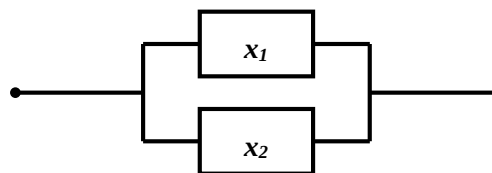
Условия, при которых возникают завершающие события, сводят в логическую схему – логическое дерево. Логическое дерево – это граф, в котором «дуги» представляют собой типы возможных системных рисков, а вершины – логические операции, связывающие исходные факторы и результирующие последствия при управлении рисками. Логическое дерево начинается с единственного события, которое называется вершинным событием (таблица 1). Далее, на следующем уровне

располагаются промежуточные 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 рискованной ситуации (рисунок 3). Целью построения дерева является получение комплексной вероятности наступления рискованного события или его отсутствие

Таблица 1.

Вершины событий и значение вероятностей наступления рискованного 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 «ОАО «Концерн «Созвездие»
1	2	3	4
1	Износ основных средств	0,595	0,48
2	Отсутствие нужной квалификации у персонала, недостаточная его численность (риски рынка труда)	0,703	0,423
3	Отсутствие ритмичного графика поставок материалов, комплектующих, энергоносителей, нарушение договоров транспортной обеспеченности, обеспечения технологическим инвентарем и т. д.	0,802	0,371
4	Повышения уровня цен на основные виды материальных ресурсов	0,498	0,875

1	2	3	4
5	Ценовая политика поставки энергоносителей (электроэнергия, вода, пар, газ и прочие)	0,923	0,923
6	Валютный контроль	0,703	0,826
7	Ограничение (арест, конфискация) на использование активов	0,001	0,001
8	Добросовестность партнеров по проектам	0,201	0,345
9	Разработка инновационной продукции / услуг и ее производство	0,495	0,632
10	Ценовая политика	0,501	0,337
11	Срыв плановых показателей по доходам	0,501	0,267
12	Проблемы в формулировках налогового законодательства	0,995	0,432
13	Неблагоприятные изменения налогового законодательства	0,595	0,595
14	Изменение государственной политики (реформы естественных монополий, экспроприация, национализация)	0,396	0,396

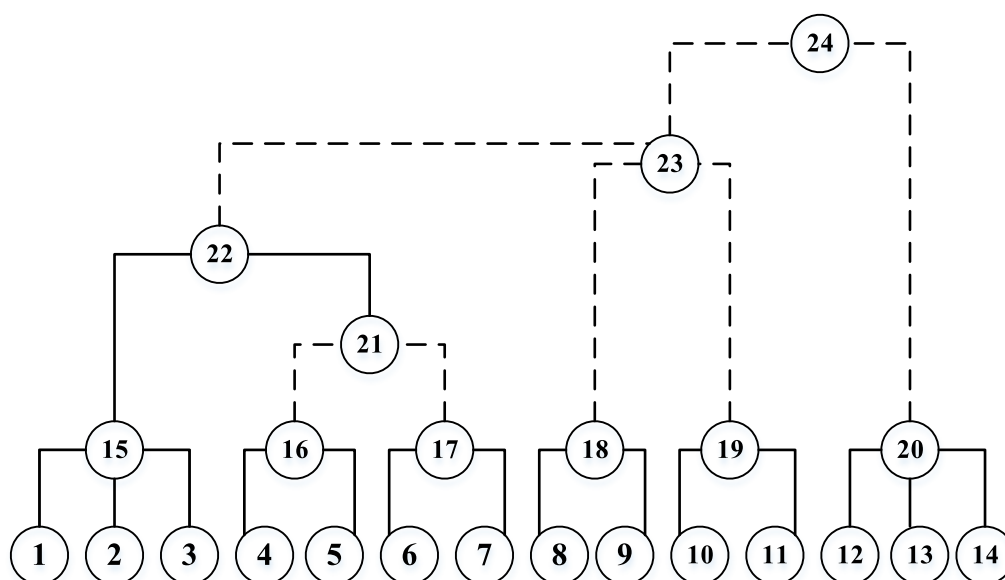


Рисунок 3. Логическое дерево реализации рискованного события

Figure 3. Название на английском языке

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 на другое событие, т. е. не меняя вероятности его наступления. Если экономическая система подвергается атакам n последовательных рискованных событий, то при вероятности $p_i(t)$ их наступлений, вероятность уязвимости

$$p(t) = p_1(t) \times p_2(t) \times \dots \times p_n(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t). \quad (3.1)$$

Если рискованные события наступают параллельно, то и вероятность избежать риска равна

$$q_i(t) = 1 - p_i(t), \quad (3.2)$$

а вероятность надежности системы

$$\begin{aligned} R &= (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3) \wedge (x_4 \wedge x_5 \vee x_6 \wedge x_7) \vee (x_8 \wedge x_9) \vee (x_{10} \wedge x_{11}) \vee (x_{12} \wedge x_{13} \wedge x_{14}) = \\ &= (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_6 \wedge x_7) \vee (x_8 \wedge x_9) \vee (x_{10} \wedge x_{11}) \vee (x_{12} \wedge x_{13} \wedge x_{14}) = \\ &= (\overline{x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5}) \wedge (\overline{x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_6 \wedge x_7}) \wedge (\overline{x_8 \wedge x_9}) \wedge (\overline{x_{10} \wedge x_{11}}) \wedge (\overline{x_{12} \wedge x_{13} \wedge x_{14}}) = \\ &= (1 - p_1 p_2 p_3 p_4 p_5)(1 - p_1 p_2 p_3 p_6 p_7)(1 - p_8 p_9)(1 - p_{10} p_{11})(1 - p_{12} p_{13} p_{14}). \end{aligned}$$

Перейдя к числовым характеристикам, получим вероятность уязвимости Воронежской области равную $R = 0,44$, ОАО «Концерн «Созвездие» – $R = 0,6$.

$$q(t) = q_1(t) \times q_2(t) \times \dots \times q_n(t) = \prod_{i=1}^n q_i(t). \quad (3.3)$$

Тогда, с учетом (2) и (3) вероятность уязвимости можно представить, как

$$p(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - p_i(t)]. \quad (3.4)$$

Основные положения теории вероятностей и логический подход к построению дерева надежности дают возможность построить логический полином (3.5), являющийся, по сути, комплексной оценкой вероятности наступления рискованного события.

$$R = (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3) \wedge (x_4 \wedge x_5 \vee x_6 \wedge x_7) \vee (x_8 \wedge x_9) \vee (x_{10} \wedge x_{11}) \vee (x_{12} \wedge x_{13} \wedge x_{14}). \quad (3.5)$$

Преобразовав выражение (3.5) и перейдя к вероятностям независимых событий, получим:

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
1	2	3	4
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 и интересам	Умеренная уязвимость. Уровень риска не позволяет стабильно работать, имеется настоятельная необходимость в корректирующих действиях, изменяющих режим работы в сторону уменьшения риска

1	2	3	4
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. 2010. С. 27–34
- 3 Рябинин И.А. Надёжность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: Изд-во С.-Петербурга. 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

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.09.2017

REFERENCES

- 1 Kuklin A.A., Nikulina N.L., Bystray G.P., Naidenov A.S. et al. Diagnostics of threats and risks of economic security of the region. *Problemy analiza riska* [Problems of risk analysis]. 2013. vol. 10. no. 2. pp. 80-91. (in Russian)
- 2 Solozhentsev E.D. On the creation of scientific centers "I³-technology in the economy". *Modelirovanie i analiz bezopasnosti* [Modeling and analysis of safety and risk in complex systems: Tr. Int. sci. school MA BR 2010. St. Petersburg] 2010. pp. 27-34 (in Russian)
- 3 Ryabinin I.A. Nadezhnost' i beopasnost' [Reliability and safety of structurally complex systems] Saint-Petersburg, 2007. 276 pp. (in Russian)
- 4 Yakovlev S.Y., Friedman A.Ya. Methodological problems of risk analysis in complex systems. *Informatsionnye tekhnologii* [Information technologies in regional development]. 2008. no. VIII. pp. 69-72 (in Russian)

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 authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.7.2017

ACCEPTED 9.4.2017

Инновации в ресурсоэффективности и управлении качеством, как инструмент сбалансированного развития мукомольных предприятий

Антон В. Богомолов¹ uopioe@yandex.ru

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

Реферат. В статье рассмотрены инновационные инструменты, используемые на мукомольных предприятиях и предложены управленческие решения, направленные на повышение конкурентоспособности данных предприятий. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью расширения доли отраслевого рынка за счет выпуска отечественной продукции на основе эффективного управления качеством. Исследования показали, что большинство мельниц современных зарубежных производителей муки оснащено оборудованием, необходимым для обогащения получаемого продукта. В настоящее время в РФ обогащением муки занимаются предприятия Алтайского края, Кемеровской, Томской, Рязанской и Ленинградской областей, а также Башкирии и Татарстана. Расчёты подтверждают, что обогащение муки не только представляет ряд преимуществ для здоровья людей, но и экономически выгодно для отраслевых предприятий. Внесение в муку обогатителей может привести к незначительному увеличению себестоимости, но не должно вызывать существенных изменений отпускной цены на конечный продукт. Данные технологические изменения позволят мукомольному предприятию использовать новые конкурентные возможности. Улучшение качества продукции за счет восстановления уровня содержания витаминов и повышения питательной ценности привлечет дополнительного потребителя. Автором разработана экономико-математическая модель оптимизации структуры производства и реализации продукции с применением современных компонентов на примере мукомольного предприятия Белгородской области. Проведенные расчёты позволили обеспечить максимальный экономический эффект в условиях сохранения существующей системы распределения продукции по каналам сбыта, а также сохранения неизменности ее стоимости при существующих объемах производства. Из этого следует вывод, что инновации в системах ресурсоэффективности и управления качеством выступают действенным инструментом сбалансированного развития мукомольных предприятий.

Ключевые слова: инновации, ресурсоэффективность, качество, инструменты управления сбалансированным развитием, мукомольные предприятия

Innovations in resource efficiency and quality management as a tool for balanced development of flour mills

Anton V. Bogomolov¹ uopioe@yandex.ru

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

Summary. The article considers innovative tools used in flour mills and offers management solutions aimed at increasing the competitiveness of these enterprises. The relevance of the research topic is due to the need to expand the share of the industry market through the production of domestic products based on effective quality management. Studies have shown that most mills of modern foreign flour producers are equipped with the equipment necessary to enrich the product obtained. At present, enterprises of the Altai Territory, Kemerovo, Tomsk, Ryazan and Leningrad Regions, as well as Bashkiria and Tatarstan, are engaged in flour enrichment in Russia. Calculations confirm that flour fortification not only represents a number of advantages for human health, but also is economically beneficial for industry enterprises. The introduction of concentrates into flour may lead to a slight increase in cost, but should not cause significant changes in the selling price of the final product. These technological changes will allow the flour mill to use new competitive opportunities. Improving the quality of products due to the restoration of the level of vitamins and the increase of nutritional value will attract an additional consumer. The author developed an economic-mathematical model for optimizing the structure of production and sales of products using modern components based on the example of the flour-grinding enterprise of the Belgorod region. The calculations made allowed to ensure the maximum economic effect in the conditions of maintaining the existing system of distribution of products through the distribution channels, as well as maintaining the invariance of its value with the existing volumes of production. From this it follows that innovations in systems of resource efficiency and quality management are an effective tool for the balanced development of flour milling enterprises.

Keywords: innovation, resource efficiency, quality, balanced development management tools, flour mills

Введение

В условиях импортозамещения и введения контрсанкций в отношении стран ЕС и США успешное решение проблем обеспечения продовольственной безопасности становится одной из ключевых задач деятельности отечественных предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности. К числу основных отраслей,

поставляющих продукцию, значимую для здоровья потребителей, относится мукомольная отрасль. В настоящее время, как на отечественном, так и на мировом рынке муки сложилась высокая конкуренция, вызывающая необходимость внедрения инноваций в системах ресурсосбережения и управления качеством продукции мукомольных предприятий. Данные процессы

Для цитирования

Богомолов А.В. Инновации в ресурсоэффективности и управлении качеством, как инструмент сбалансированного развития мукомольных предприятий // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 311–318. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-311-318

For citation

Bogomolov A. V. Innovations in resource efficiency and quality management as a tool for balanced development of flour mills. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 311–318. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-311-318

инициируют сбалансированное развитие и рост эффективности деятельности объектов отрасли. Расширение позиций национальных компаний на рынке сбыта, их стремление к сохранению положительной репутации в условиях снижения качества поставляемого в отрасль сырья, а также ужесточение требований к качеству муки, вызывают необходимость совместной работы государства и предприятий-участников технологической цепи, звенья которой можно условно характеризовать как «сельское хозяйство → элеваторная → мукомольная → хлебопекарная промышленности».

Основная часть

Традиционно мука является необходимой составляющей при производстве хлебобулочных изделий. Потребность российского рынка в муке практически полностью покрывается за счет отечественного производства, однако динамика отраслевого производства тем не менее является нестабильной (таблица 1).

Основной объем в структуре отечественного производства приходится на производство пшеничной и пшенично-ржаной муки. В условиях отсутствия существенных изменений потребительского спроса, структура выпуска продукции в течение последних лет остается практически неизменной. Доля муки пшеничной и пшенично-ржаной составляет 92,1-93,4% от совокупного объема производства продукции в натуральном выражении. Удельный вес муки, произведенной из прочих зерновых культур, варьируется от 6,6% до 7,9%.

В списке регионов, лидирующих в производстве муки из зерновых и зернобобовых культур, ведущее место принадлежит Центральному ФО, на долю которого приходится около 31% суммарного производства (рисунок 1). Лидирующая позиция региона объясняется наличием достаточной сырьевой базы и высоким спросом на выпускаемый продукт в связи с повышенной концентрацией населения.

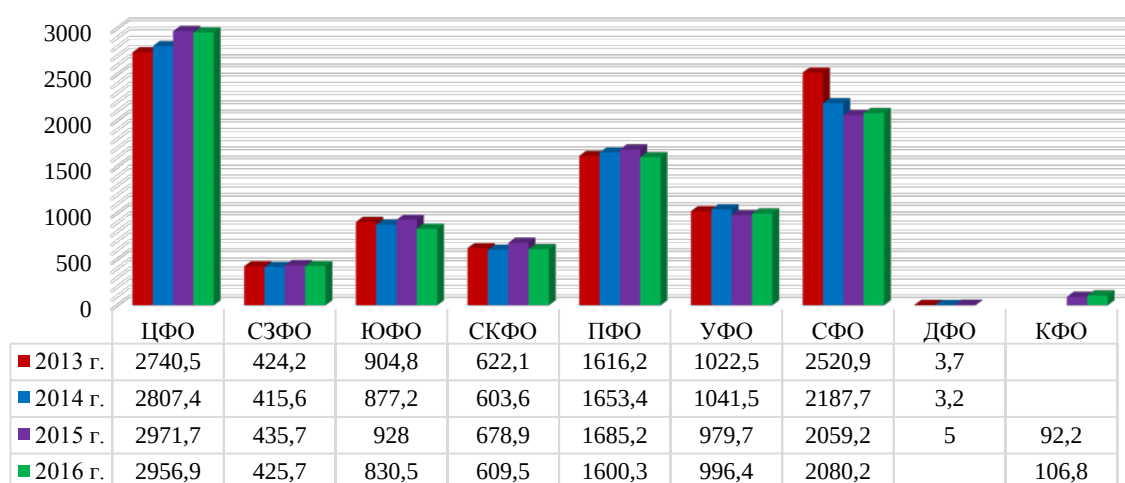
Таблица 1.

Объем производства муки из зерновых культур в 2010-мае 2016 гг.,
в натуральном и стоимостном выражении

Table 1.

The volume of production of flour from cereals in 2010-May 2016, in kind and in value terms

Показатель Index	2010	2011	2012	2013	2014	2015	янв.-май 2016
Объем производства, млн тонн Volume of production, mln tons	8,96	9,80	9,62	9,85	9,59	9,83	3,81
Темпы роста, % Rates of growth, %	-	109,3	98,2	102,4	97,3	102,5	100,8
Объем производства, млрд руб. Volume of production, billion rubles.	77,3	102,7	107,8	134,1	124,1	147,9	59,4
Темпы роста, % Rates of growth, %	-	132,9	105,0	124,4	92,5	119,2	103,7



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г.

Рисунок 1. Производство муки из зерновых и зернобобовых культур по федеральным округам РФ в 2013-2016 гг., тыс. тонн

Figure 1. Production of flour from grain and leguminous crops by federal districts of the Russian Federation in 2013-2016, thousand tons

Анализ динамики отдельных ассортиментных позиций иллюстрирует наиболее резкое сокращение выпуска пшеничной муки 1 сорта при одновременном увеличении производства пшеничной муки высшего сорта, а также ржаной муки.

В отношении ценовой конъюнктуры рынка муки, наблюдаемая резкая динамика продиктована, по мнению специалистов, девальвацией курса рубля и ростом спроса на российскую пшеницу на мировом рынке.

В настоящее время Россия, являясь крупнейшим мировым экспортером пшеницы, производит более 90% данного продукта с показателями качества, превосходящими показатели основных конкурентов зернового рынка, в частности, Украины, США и Франции. Российская Федерация, по данным Министерства сельского хозяйства, полностью обеспечивает потребность собственного населения в зерне, а к 2017 г. страна сможет экспортировать более 35 млн тонн зерна из 117 млн тонн, запланированных к съему с пашни. Прогноз стратегического развития страны на 2030 г. предусматривает возможность съема урожая на уровне 150 млн тонн и устойчивый рост объемов продаж пшеницы при условии выполнения программ повышения качества зерна, развития логистики, привлечения новых финансовых инструментов, в том числе и за счет осуществления гибкой государственной поддержки. В настоящее время вопрос о снятии с России экспортных пошлин близок к положительному решению. В условиях сохранения низких цен на энергоресурсы, зерновая продукция может стать дополнительным источником пополнения государственного бюджета страны.

Россия занимает седьмую позицию среди стран - мировых экспортеров мучной продукции, поставляя на экспорт 6% от общего производства пшеничной и пшенично-ржаной муки. С 2013 г. объемы экспорта увеличились от 207 тыс. тонн до 237 тыс. тонн (14,5% роста). Объемы импорта муки в Россию являются незначительными и не превышают 2% от общего потребления. В частности, мука завозится в Россию из Республики Беларусь, Казахстана, Италии, Финляндии и Франции.

В ближайшей перспективе производство и рынок муки будут развиваться под влиянием снижения реальных доходов населения. Вместе

с тем, нельзя исключать негативного влияния инфляции на динамику роста цен.

По прогнозам экспертов, в 2018-2020 гг. объемы продаж муки в стране будут ежегодно сокращаться на 0,04-1,1% в год. В 2020 г. они составят 9,46 млн тонн, что меньше значения 2015 г. на 1,4%. Основной причиной ожидаемого снижения продаж муки в России будет являться постепенное структурное изменение спросовых предпочтений потребителей как следствие преодоления кризисных экономических явлений (замедление инфляции и темпов сокращения реальных доходов населения).

Оценка эффективности действующей системы сбыта на основе управления качеством продукции выполнена автором по материалам крупных зерноперерабатывающих предприятий Воронежской области (ОАО «Мукомольный комбинат «Воронежский», ОАО «Бутурлиновский мелькомбинат», АО «Кардаильский мукомольный завод»). Управляющий персонал исследованных предприятий успешно решает задачи повышения качества вырабатываемой продукции благодаря технически грамотной эксплуатации оборудования, строгому соблюдению технологической дисциплины, систематическому совершенствованию производственного процесса и процессов контроля качества продукции на всех этапах ее переработки. На предприятиях проводится тщательный отбор высококвалифицированных специалистов. Данные мероприятия позволяют предприятиям региона стать конкурентоспособными на отраслевом рынке. Необходимо отметить, что региональные хлебозаводы и розничные потребители Воронежской области предпочитают муку именно местных производителей, так как она, не уступая по качеству продукции других производителей, является более выгодной по цене.

Характеристики качества основных видов производимой на отраслевых предприятиях продукции представлены в таблице 2.

Управление качеством продукции является ключевым фактором повышения результативности функционирования мукомольной промышленности. Как показало исследование, данная функция управления за последние годы претерпела существенные изменения, обусловленные, в том числе, различными этапами становления российской экономики.

Характеристики качества выпускаемой продукции

Table 2.

Product quality characteristics

Наименование Name	Характеристики качества Quality characteristic		
	Влажность Humidity	Белизна Whiteness	Клейковина Gluten
Мука пшеничная хлебопекарная сорта «Экстра» Wheat flour bakery grade "Extra" ТУ 9293-002-00932726-2003	14,5	60-62	26-28
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта Wheat Flour first grade ГОСТ Р 52189-2003	14,5	40	30
Мука пшеничная хлебопекарная второго сорта Flour, wheat, bakery, second grade ГОСТ Р 52189-2003	14,5	20	29
Мука пшеничная общего назначения Flour, wheat, general purpose М 55-23 ГОСТ Р 52189-2003	14,5	60	26
Мука пшеничная общего назначения Flour, wheat, general purpose М 75-23 ГОСТ Р 52189-2003	14,5	40	25

Развитие отечественной мукомольной промышленности с начала 90-х годов XX века носило хаотический характер. За указанный период по данным федеральной статистики количество мукомольных предприятий в России возросло более чем в 5 раз, а производство муки снизилось на 50%. Производственные мощности мельниц в среднем по стране используются лишь на 38%. По сравнению с большинством развитых государств мира, развитие которых шло по пути технического прогресса (в направлении сокращения числа зерноперерабатывающих предприятий за счет создания более мощных), отраслевое производство в России до сих пор базируется на функционировании значительного числа маломощных предприятий. Кроме того, подчеркнем, что если во времена Советского Союза муку вырабатывали по утвержденным технологиям на стандартных технических базах, то в настоящее время более 30% ее производства осуществляется на технологически несовершенных мельницах, эксплуатация которых не позволяет соблюдать требования переработки зерна.

По мнению ведущих экспертов России, фактор недостаточного технического оснащения мельниц влечет за собой переработку зерна и выпуск продукции низкого качества, и как следствие, сбыт продукции по заниженным ценам. А поскольку мука отечественного производства пользуется у хлебопекарных предприятий

повышенным спросом, последние вынужденно выпускают хлеб и хлебобулочную продукцию с показателями качества более низкого уровня.

Таким образом, прослеживается четкая взаимосвязь между качеством исходного сырья (зерна), муки и хлеба. Как правило, для улучшения качества муки производители при составлении помольных партий комбинируют различные сорта зерна. Но как отмечалось выше, доля «сильной» пшеницы в структуре отечественного производства имеет тенденцию к сокращению, и далеко не каждое зерноперерабатывающее предприятие в регионах способно приобрести качественное сырье. Часто подобные проблемы хлебопекарные предприятия решают посредством ввода в технологический состав улучшителей муки (как правило, в муку добавляют сухую пшеничную клейковину (СПК)), которые позволяют обогатить ее белком и, в дальнейшем, существенно улучшить качество хлеба. Данные изменения, производимые на объектах конечного звена указанной технологической цепочки не всегда являются безопасными, т. к. вспомогательное вещество может быть добавлено в излишнем количестве или быть неравномерно распределено в смеси. С нашей точки зрения, более целесообразным явилось бы применение улучшителей непосредственно на мукомольном предприятии, где имеется оборудование, позволяющее выполнить однородное смешивание премикса с мукой.

Укажем, что производители большинства стран мира отказались от технологий смешивания зерна разных классов при производстве муки. Современные европейские и американские мукомольные предприятия в процессе производства используют сухую пшеничную клейковину в качестве корректирующей добавки. В Россию в настоящее время поставляется концентрат сухой пшеничной клейковины высокого качества производства Европейского дивизиона американского концерна "КАРГИЛЛ". Имеются и отечественные производители сухой пшеничной клейковины (Пушкинский комбинат хлебопродуктов г. Пушкино, ЗАО Завод Премиксов № 1 Шебекинского района Белгородской области, Компания СПК г. Курск и др.).

Сравнение характеристик основных качественных и стоимостных показателей СПК отечественных и зарубежных производителей позволяют сделать следующие выводы. Все анализируемые компании выдерживают требования ГОСТ 31934-2012 по массовой доле влаги не более 10%; массовой доле белка в пересчете на сухое вещество не менее 70%; массовой доле общей золы не более 2% и другим характеристикам. Вместе с тем, цена 1 кг СПК отечественных производителей варьируется в 1,8 раз (от 80 р. у производителей г. Курска до 145 р. по комбинату хлебопродуктов г. Пушкино). Стоимость импортной продукции значительно выше. Например, СПК производства ROQUETTE (Франция) составляет 230 р за 1 кг. Компания Cargill производит сухую пшеничную клейковину согласно ТУ 9189-005-00365517-06, а компания СПК предлагает пшеничную клейковину торговой марки «Колосок™» производства компании «БМ» – Республика Казахстан.

Использование в муке 1% сухой пшеничной клейковины позволяет увеличить в ней содержание сырой клейковины на 2% - 2,6%. Дозировка сухой пшеничной клейковины в хлебопекарную муку, как правило, колеблется от 0,5% до 3% объема. При этом, следует учитывать, что добавление клейковины позволяет значительно повысить пищевую ценность хлеба.

Согласно данным статистики, средняя себестоимость муки хлебопекарной высшего

сорта ГОСТ Р 52189-2003, полученной из пшеницы 3-го класса 75% экстракции, составляет 11,73 р./кг, а муки из пшеницы 4 класса - 9,64 р./кг. Таким образом, при выработке муки из пшеницы 4 класса, с содержанием клейковины 23% и необходимости ее повышения до 27-28%, сухой пшеничной клейковины понадобится 20-25 гр. на 1 кг муки. Учитывая, что в среднем стоимость СПК равна 120 р./кг, получим, что при добавлении 20 гр. корректирующей добавки себестоимость муки составит 12,04 р./кг (в сравнении с себестоимостью муки хлебопекарной высшего сорта ГОСТ Р 52189-2003 затраты увеличиваются на 2,64%).

При условии, что припек на хлебопекарных предприятиях при использовании традиционных технологий достигает 30-50% от веса муки, израсходованной на изготовление хлеба, применение СПК позволит увеличить выход готового продукта еще на 2-7%. Следовательно, если припек на 1 кг муки традиционно составляет 0,5 кг при использовании муки без применения сухой пшеничной клейковины, то с применением данного концентрата он достигнет 0,57 кг. При этом добавление сухой клейковины в количестве 6% на 1 кг муки приведет к увеличению стоимости готового изделия на 7,2 р.

Незначительный рост затрат экономически оправдан, так как увеличение содержания клейковины достигается без использования смешения «сильного» и «слабого» зерна с различными показателями качества. В результате подобных мероприятий предприятия получают возможность управлять качеством выпускаемой продукции за счет выработки муки со стабильными и стандартными свойствами путем обогащения ее белком, что позволяет не только улучшить качество конечного продукта, полученного из муки, но и освободить хлебопекарные предприятия от необходимости корректировки качества сырья собственными силами.

Доказанные социально-экономические преимущества использования сухой пшеничной клейковины графически представлены на рисунке 2.

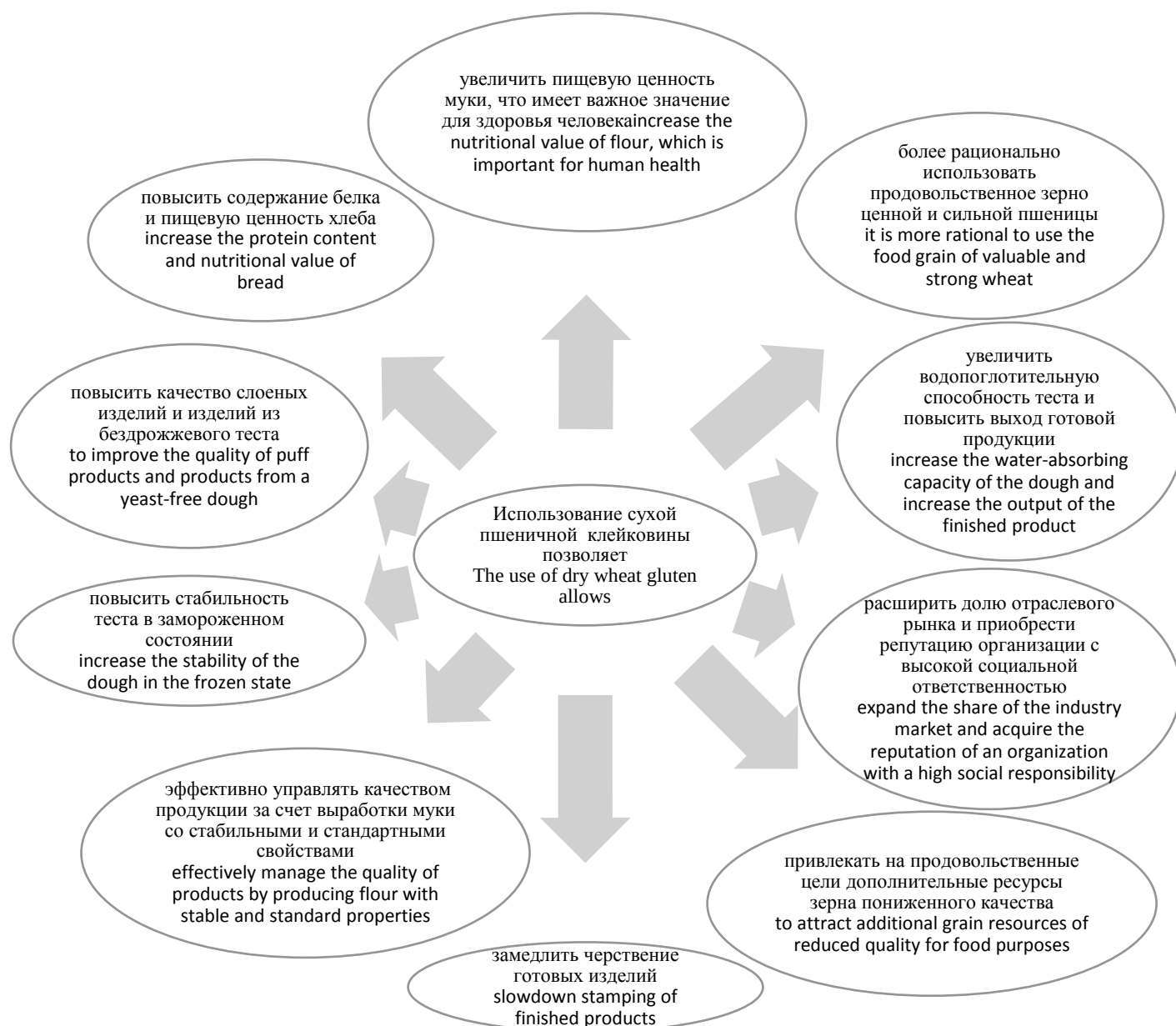


Рисунок 2. Преимущества применения сухой пшеничной клейковины

Figure 2. Advantages of using dry wheat gluten

Таким образом, применение сухой пшеничной клейковины в условиях мукомольного завода позволяет: повысить пищевую ценность муки и хлеба за счет обогащения сырья растительным белком, важным для здоровья человека; более эффективно управлять качеством выпускаемой продукции за счет выработки муки со стабильными и стандартными свойствами; привлекать на продовольственные цели дополнительные ресурсы зерна пониженного качества (4-й, 5-й классы) при производстве сухой клейковины и тем самым более рационально

использовать продовольственное зерно ценной и сильной пшеницы, идущей на хлебопекарный помол; извлекать дополнительную прибыль за счет реализации более качественной муки по более высокой цене.

Повышение качества жизни населения является актуальной задачей любого государства. Отечественным предприятиям следует обратить внимание на положительный опыт стран, законодательно утвердивших обязательное обогащение муки солями железа и фолиевой кислотой. Численный состав стран, использующих

данные технологии, за последнее десятилетие увеличился с 33 до 75. В частности, закон об обогащении муки принят в странах СНГ в Узбекистане (в 2005 г.), Туркменистане (2006 г.), Казахстане и Кыргызстане (2009 г.), Молдове (2012 г.). Подчеркнем, что в странах, где производится обогащение муки, отмечено снижение динамики возникновения пороков нервной системы, некоторых видов онкологических заболеваний у лиц среднего возраста (30% динамика снижения), а также смертности от инсультов (5% динамика снижения).

По данным представителей организации «Инициатива по обогащению муки» (FFI), в настоящее время в мире обогащению подвергается 30% муки, получаемой при промышленном помоле. В Российской Федерации этот показатель составляет около 1%.

В связи с тем, что мука низших сортов содержит повышенное количество частичек зародышей пшеничного семени, именно в ней отмечено увеличение содержания витаминов группы В и минеральных веществ. Муку высших сортов чаще всего обогащают железом и фолиевой кислотой – элементами, необходимыми для полноценного физического и умственного развития детей, поддержания физической активности и работоспособности людей любой возрастной группы.

Как показывают исследования, большинство мельниц современных зарубежных производителей муки оснащено оборудованием, необходимым для обогащения получаемого продукта. В настоящее время в РФ обогащением муки занимаются предприятия Алтайского края, Кемеровской, Томской, Рязанской и Ленинградской областей, а также Башкирии и Татарстана. Расчёты подтверждают, что обогащение муки не только представляет ряд преимуществ для здоровья людей, но и экономически выгодно для отраслевых предприятий. Средние затраты на применение заранее подготовленной смеси исчисляются единицами USD в расчете на метрическую тонну муки (в зависимости от количества добавляемых компонентов).

Экономическая эффективность данных технологических изменений определяется исходя из потребности 1,14 г. премикса (железо + фолиевая кислота) на 1 кг муки. Стоимость 1 кг премикса составляет 140 руб., при этом себестоимость 1 кг обогащенной муки высшего сорта составит 11,90 р./кг, что фактически увеличит её в среднем на 1,5%. Столь незначительное увеличение себестоимости не должно вызывать существенных изменений отпускной цены на конечный продукт. Вместе с тем, данные технологические изменения позволят мукомольному предприятию использовать новые

конкурентные возможности. Улучшение качества продукции за счет восстановления уровня содержания витаминов и повышения питательной ценности привлечет дополнительного потребителя как с точки зрения возникновения интереса к новому продукту, так и с позиции привлекательности имиджа той компании, продукт которой закуплен. На наш взгляд, потребитель не оставит без внимания предприятие, которое активно расширяет долю отраслевого рынка за счет использования современных технологий переработки зерна, и тем самым завоевывает репутацию организации с высокой социальной ответственностью.

Автором разработана экономико-математическая модель оптимизации структуры производства и реализации продукции с применением современных компонентов на примере мукомольного предприятия Белгородской области. Проведенные расчеты позволили обеспечить максимальный экономический эффект в условиях сохранения существующей системы распределения продукции по каналам сбыта, а также сохранения неизменности ее стоимости при существующих объемах производства.

Сравнительные расчеты показали, что изменение ассортимента вызывает увеличение выручки на 4,61% при росте себестоимости на 5,17%. Затраты на рубль товарной продукции снижаются на 0,02 р. Отрицательная динамика показателей рентабельности продаж и рентабельности продукции, связанная с применением новых компонентов производства муки, будет преодолена в дальнейшем за счет роста прибыли. Полученные варианты решения могут служить начальными опорными планами для задач оптимизации целевой функции сбалансированного развития организации. Таким образом, использование СПК предоставит предприятию возможность варьировать стратегию сбалансированного ресурсоэффективного развития в зависимости от складывающейся рыночной ситуации на различных отраслевых сегментах продовольственного рынка.

Считаем, однако, необходимым подчеркнуть, что, несмотря на полученный процент увеличения прибыли по плану по сравнению с фактическим ее значением (+0,73%), данный вариант развития предприятия в настоящее время может быть реализован лишь частично. Это обусловлено тем, что в условиях кризисных явлений в экономике, вызывающих снижения платежеспособного спроса населения, возникают риски снижения спроса потребителей на муку высшего сорта. Вместе с тем, для обеспечения высоких уровней собственной конкурентоспособности, предприятие обязано находить возможности поддержания гибкости производства за счет

использования инновационных технологий, обеспечивающих выпуск необходимых объемов качественной муки по запросам клиентов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Воронин В.П., Шатохина Н.М., Богомолов А.В. Методы и инструменты развития предприятий зерно-продуктового комплекса, как социально-экономической системы. Воронеж: ЦНТИ, 2013. 189 с.
- 2 Василенко И.Н., Богомолов А.В., Родионов М.В. Логистический менеджмент как инновационный инструмент устойчивого развития зерноперерабатывающих предприятий // Международные научные исследования. 2016. № 1 (26). С. 108–116.
- 3 Благовещенская М.М., Козловская А.Э., Крылова Л.А., Благовещенский И.Г. Модель управления качеством технологических процессов зерноперерабатывающих и мельничных предприятий // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 4 (62). С. 75–80.
- 4 Богомолова И.П., Ульченко Т.Ю., Серебрякова Н.А. Механизм управления рисками зерноперерабатывающих предприятий // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 246–251.
- 5 Inyang F., Inyang B., Glory B. Corporate profitability through effective management of materials, the case of flour mills company lagos // European Journal of Business and Management. 2013. V. 5. P. 29.
- 6 Pyzdek T., Keller P. A. The six sigma handbook. New York : McGraw-Hill Education, 2014. 25 p.
- 7 Белокурова Е.В., Дерканосова А.А. Пищевые сухие композитные смеси в производстве мучных кулинарных и хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 2 (56). С. 119–124.
- 8 Дерканосова А.А., Ходырева О.Е. Обогащение мучных изделий микроэлементами и витаминами путем изменения рецептурного состава МКС // Актуальная биотехнология. 2012. № 2 (1). С. 26–28.
- 9 Загвоздкин М.В., Полевик Ю.О., Теплинская Е.Н. Исследование факторов маркетинговой среды в системе управления сельскохозяйственным предприятием // В сборнике: Организационно-экономический механизм инновационного развития агропромышленного комплекса Воронеж. 2014. С. 174–176.
- 10 Флагман российского мукомолья // Хлебопродукты. 2014. № 4. С. 30–31.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Антон В. Богомолов аспирант, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, uopioe@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Антон В. Богомолов Полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.05.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.08.2017

Заключение

Доказано, что инновации в системах ресурсоэффективности и управления качеством выступают действенным инструментом сбалансированного развития мукомольных предприятий.

REFERENCES

- 1 Voronin V. P., Shatokhina N. M. Bogomolov A. V. Metody I instrument razvitiya predpriyatii [Methods and tools for the development of enterprises of grain products complex socio-economic system] Voronezh, TsNTI, 2013. 189 p. (in Russian)
- 2 Vasilenko I. N., Bogomolov A. V., Rodionov M. V. Logistics management as innovative tool for sustainable development of grain processing enterprises. *Mezhdunarodnye nauchnye issledovaniya* [International scientific researches]. 2016. no. 1 (26). pp. 108–116. (in Russian)
- 3 Blagoveschenskaya M. M., Kozlovskaya E. A., Krylova L. A., Blagoveschenskii I. G. the Model of quality management of technological processes of grain operatively and mill enterprises. *Vestnik VGUET* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies] 2014. no. 4 (62). pp. 75–80. (in Russian)
- 4 Bogomolova I. P., Ulchenko T. Yu., Serebryakova N. A. Risk management on grain processing enterprises. *Vestnik VGUET* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies]. 2013. no. 4 (58). pp. 246–251. (in Russian)
- 5 Inyang F., Inyang B., Glory B. Corporate profitability through effective management of materials, the case of flour mills company lagos. *European Journal of Business and Management*. 2013. vol. 5. pp. 29.
- 6 Pyzdek T., Keller P. A. The six sigma handbook. New York, McGraw-Hill Education, 2014. 25 p.
- 7 Belokurova E. V., Derkanosova A. A. Food dry composite mixtures in the production of bakery and flour culinary products of functional purpose. *Vestnik VGUET* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies]. 2013. no. 2 (56). pp. 119–124. (in Russian)
- 8 Derkanosova A. A., Khodyreva O. E. Enrichment of flour products with vitamins and microelements by changing your prescription ISS. *Aktual'naya biotekhnologiya* [Actual biotechnology]. 2012. no. 2 (1). pp. 26–28. (in Russian)
- 9 Zagvozdkin M. V., Polevik Yu. O., Teplinskaya E. N. The study of factors of marketing environment in the management system of agricultural enterprise. *Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm inovatsionnogo razvitiya APK* [In the book: Organizational-economic mechanism of innovative development of agro industrial complex Voronezh] 2014. pp. 174–176. (in Russian)
- 10 Flagship of the Russian Miller. *Khlebauproduktye* [Bakery products]. 2014. no. 4. pp. 30–31 (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anton V. Bogomolov graduate student, management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, uopioe@yandex.ru

CONTRIBUTION

Anton V. Bogomolov Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.29.2017

ACCEPTED 8.16.2017

Основные направления разработки промышленной политики в современных условиях

Максим Г. Аллабян¹ m.allabyn@vshpi.com

¹ Высшая школа предпринимательства, ул. Спартак, 26а, г.Тверь, 170001, Россия

Реферат. Статья посвящена проблемам разработки промышленной политики, которую можно рассматривать как на макро – так и микроэкономическом уровне, в этой связи выделяют различные по субъекту промышленной политики, которые заинтересованы в совершенствовании экономического взаимодействия. Основными устремлениями разработки промышленной политики является обоснование ее состава участников с позиции эффективности их взаимодействия, а так же выделение направлений разработки промышленной политики для ее субъектов. Отечественная промышленность находится в крайне неустойчивом состоянии, разработка любой программной документации, стратегических и тактических планов, определяющих параметры промышленной политики, должны носить ярко выраженный проактивный характер, а развитие промышленных предприятий должно осуществляться в соответствии с принципами превентивного управления и с использованием соответствующего упреждающего инструментария. На решения, принимаемые субъектами формирования промышленной политики, оказывают влияние предпочтения, изменения рыночной конъюнктуры, действия прочих субъектов и другие факторы. Каждое принимаемое решение представляет собой проблему выбора и последующей оценки своих ожиданий. Разработка стратегических направлений на уровне государства невозможна без сбалансированности региональных и отраслевых стратегий, крупных межрегиональных проектов, программ территориального планирования в муниципальных образованиях. Промышленная политика является важнейшей частью национальной политики, нацеленной на сокращение технико-технологического отставания нашей страны, достижение индикаторами социально-экономического роста и развития эталонных значений, достижении важнейшими макроэкономическими показателями плановых значений, создание условий для эффективного функционирования промышленных предприятий, осуществляющих созидательную деятельность, направленную на обеспечение населения качественной продукцией, охрану окружающей среды, энергосбережение.

Ключевые слова: промышленная политика, экономическое взаимодействие субъектов промышленной политики, макро- и микроэкономический уровень, критерии разработки промышленной политики

The main directions of industrial policy development in modern conditions

Maxim G. Allabjan¹ m.allabyn@vshpi.com

¹ Graduate School of Entrepreneurship, Spartaka str., 26a, Tver', 170001, Russia

Summary. The article is devoted to the problems of industrial policy development, which can be considered both at the macro and microeconomic level. In this connection, various industrial policies that are interested in improving economic interaction are singled out by the subject. The main aspirations of the industrial policy development are the justification of its membership in terms of the effectiveness of their interaction, as well as the identification of directions for the development of industrial policy for its subjects. Domestic industry is in an extremely unstable state, the development of any program documentation, strategic and tactical plans that determine the parameters of industrial policy, should be clearly proactive, and the development of industrial enterprises should be in accordance with the principles of preventive management and using appropriate proactive tools. The decisions made by the subjects of the formation of industrial policy are influenced by preferences, changes in market conditions, actions of other entities and other factors. Each decision is a problem of choice and a subsequent assessment of their expectations. The development of strategic directions at the state level is impossible without a balance of regional and sectoral strategies, large interregional projects, territorial planning programs in municipalities. Industrial policy is an important part of the national policy aimed at reducing the technical and technological backlog of our country, the achievement of indicators of socio-economic growth and development of reference values, the achievement of key macroeconomic indicators of the planned values, the creation of conditions for the effective operation of industrial enterprises engaged in creative activities aimed at providing the population with quality products, environmental protection, energy saving.

Keywords: industrial policy, economic interaction of subjects of industrial policy, macro- and microeconomic level, the criteria for the development of industrial policy

Введение

Рассматривая современные условия, однозначно можно сказать, что регулирование экономических отношений в промышленности является приоритетной задачей развития национальной экономики. Средством достижения целей, направленных на модернизацию и развитие

промышленности, является разработка и реализация промышленной политики. Связанный с этим круг вопросов, является дихотомичным. Так, с одной стороны, промышленная политика относится к макроэкономическим категориям, так как характеризует содержание государственного воздействия на промышленный сектор

Для цитирования

Аллабян М.Г. Основные направления разработки промышленной политики в современных условиях // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 319–324. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-319-324

For citation

Allabjan M.G. The main directions of industrial policy development in modern conditions. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 319–324. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-319-324

экономики с целью обеспечения его роста и развития. С другой стороны, промышленной может считаться политика любого корпоративного образования, соответствующая его стратегическим целям и направленная на повышение экономической эффективности промышленного производства. Учитывая эту особенность, представляется возможным выделить две группы стейкхолдеров, заинтересованных в ее эффективной разработке и реализации промышленной политики:

— производственные предприятия, к которым относятся производители товаров и услуг, как для конечного, так и для промежуточного (производственного) потребления. Как уже отмечалось выше, размер, вид экономической деятельности, организационно-правовая форма не являются критерием отнесения хозяйствующих субъектов к производственным предприятиям. Основным требованием к идентификации хозяйствующего субъекта как производственного предприятия выступает производственный характер его деятельности. Не будучи производителями, в группу производственных предприятий не входят конечные потребители (домохозяйства), органы государственной власти и управления, подразделения силовых структур, общественные, общественно-политические, благотворительные, религиозные и международные организации;

— государство, выступающее как поставщик факторов производства, потребитель произведенной продукции, получатель налоговых платежей, регулятор рынков и деятельности производителя, политический субъект на «арене» международной политики.

Интересы, возникающие в сфере промышленного производства, являются мотивом для взаимодействия бизнеса и власти, а также прочих заинтересованных сторон, формат которого определяется в зависимости от складывающейся ситуации. Так И.Е. Рисин, Ю.И. Трещевский и другие авторы выделили две группы критериев, позволяющих дифференцировать особенности взаимодействия органов власти и промышленного бизнеса:

— первая группа, включающая в себя критерии задающие «рамочные условия, в которых функционируют промышленные предприятия, при том, что их цели являются исходными и самодостаточными» [1];

— вторая группа, объединяющая критерии, нацеленные на «выработку такого экономического поведения бизнес-единиц, которое изначально детерминировано интересами государства» [1].

Следует указать, что далее указанные авторы заявляют о наличии связи между целями экономического взаимодействия субъектов формирования промышленной политики и критериями их оценки. Здесь же поднимается вопрос определения условий взаимодействия государства и промышленных организаций и предоставления последним финансовой поддержки. «В ряде случаев считают, что финансовая поддержка не должна использоваться для привлечения компаний, которые будут конкурировать с существующими на местном рынке фирмами. <...> это условие может быть оправдано для стран со сложившейся высококонкурентной экономикой. Напротив, для стран с переходной экономикой, в том числе России, создание конкурентной среды является необходимым ожидаемым результатом взаимодействия власти и бизнеса (происходящим в процессе формирования промышленной политики). Привлечение фирм, конкурирующих с действующими на локальном рынке, с одной стороны, инициирует постоянную инвестиционную активность субъектов бизнеса, с другой — ограничивает монополистические тенденции» [1].

Основная часть

На решения, принимаемые субъектами формирования промышленной политики, оказывают влияние предпочтения, изменения рыночной конъюнктуры, действия прочих субъектов и другие факторы. Каждое принимаемое решение представляет собой проблему выбора и последующей оценки (идентификации) своих ожиданий. Различают два типа ожиданий: «ex post» и «ex ante». Ожидания «ex post» представляют собой оценки, данные участниками исследуемого процесса или явления после его завершения. Подобные оценки учитываются главным образом при эмпирической проверке теоретических концепций или расчете фактических показателей развития экономической системы. При формировании промышленной политики ожидания «ex post» учитываются на макроуровне, однако, объективность такого оценивания, как правило, не велика. Особенно распространена практика «ex post» — оценивания была характерна для административно-командной системы. По нашему мнению, в целях формирования промышленной политики на макро- и микроуровне следует использовать ожидания «ex ante».

Ожидания «ex ante» представляют собой «будущие планы и намерения экономических субъектов, определяющие характер принимаемых ими управленческих решений» [2].

В настоящее время выделяется три вида ожиданий «ex ante»:

— статические ожидания, означающие, что в будущем экономические субъекты ориентируются на те же параметры конъюнктуры, которые имеют место в настоящем;

— адаптивные ожидания, предполагающие построение поведения экономических субъектов с учетом прошлого опыта, путем корректировки своих ожиданий, во-первых, исходя из собственных ошибочных оценок прошлого, во-вторых, исходя из очевидных изменений экономической конъюнктуры;

— рациональные ожидания предполагают, что экономические субъекты формируют свои планы и строят свое поведение исходя из анализа всей доступной на данный момент информации.

Взаимодействие субъектов формирования промышленной политики следует, также, оценивать с позиции эффективности. Так, гармонизация формирования промышленной политики способна обеспечить достижение следующих эффектов:

1) синергетического, возникающего вследствие абсолютного и относительного прироста конкурентоспособных промышленных организаций и производств;

2) эффекта распространения информации, диффузии инноваций, обмена рабочей силой и технологиями между субъектами формирования промышленной политики на микроуровне;

3) эффект репликации, достигаемый в результате расширения ресурсной базы, позволяющего погасить отдельные возмущения во внешней среде;

4) эффект капитализации, проявляющийся в росте стоимости бизнеса, развитии производственной и социальной инфраструктуры. Причем повышения капитализации удастся достичь всем субъектам экономического взаимодействия, направленного на формирование промышленной политики, так как в результате их согласованных действий усиливаются позиции промышленных организаций и сопряженных с ними структур, что, в целом, благоприятно влияет на состояние промышленной сферы.

Учитывая тот факт, что отечественная промышленность находится в крайне неустойчивом состоянии, разработка любой программной документации, стратегических и тактических планов, определяющих параметры промышленной политики, должны носить ярко выраженный проактивный характер, а развитие промышленных предприятий должно осуществляться в соответствии с принципами превентивного управления

и с использованием соответствующего упреждающего инструментария.

Говоря об эффективности реализации промышленной политики для ее субъектов, некоторые авторы, выделяют следующие направления разработки промышленной политики для ее субъектов:

1. Инновационное обновление производства.

Необходимость инновационного обновления и совершенствования производства является бесспорной для предприятий любой отраслевой принадлежности. В промышленности, инновации являются необходимым условием и фактором обеспечения высокой эффективности производства. По мнению Н.В. Сироткиной с целью выявления перспектив совершенствования управления инновационной деятельностью, необходимо проводить оценку следующих индикаторов: «количество и состав инновационно-активных подразделений, уровень материальной обеспеченности инновационных процессов, уровень квалификации инновационно-активного персонала, интенсивность обучения персонала инновациям» [3].

2. Повышение конкурентоспособности промышленности как доминирующего сектора национальной экономики.

Повышение конкурентоспособности относится к числу постановочных задач формирования промышленной политики. Кроме этого, положительную динамику конкурентоспособности промышленных организаций, их объединений и промышленной сферы в целом следует рассматривать в качестве факта, свидетельствующего о достижении целей формирования и реализации промышленной политики, так как повышение концентрации конкурентоспособных производств повышает устойчивость национальной экономической системы, создает атмосферу инвестиционного благоприятствования, формирует общий благоприятный фон для осуществления производственно-хозяйственной деятельности.

Необходимость повышения конкурентоспособности промышленных организаций определяет направленность и содержание исследований, позволяющих разработать средства и методы эффективного совместного воздействия государства и менеджмента промышленных организаций на объект управления. Здесь же отметим, что решение данного комплекса проблем, а также многих других вопросов, возникающих при разработке и реализации промышленной политики, предполагает привлечение к этому

процессу еще одного крайне важного участника – организации сферы образования, исследований и разработок. Авторы и многочисленные сторонники концепции «тройной спирали» привили нам мысль о том, что бизнес, власть и университеты – это три грани равнобедренного треугольника. Действительно, современные экономические отношения невозможно представить без одного из этих игроков. Более того, паритетное эффективное взаимодействие указанных групп в исследованиях последних лет получило свое определение – это, так называемое, структурное управление, т. е. управление в соответствии с согласованными целями, интересами и ценностными ориентациями субъектов управления, направленностью которого является создание и реализация стратегического партнерства акторов. [4].

3. Совершенствование институциональной структуры промышленности, предполагающее кластеризацию и сетизацию региональной и национальной экономики.

По мнению Ю.А. Ахенбах, средством достижения целей экономического развития на всех уровнях управления является совершенствование взаимодействия менеджмента промышленных предприятий с другими организациями и органами государственной (исполнительной) власти, проявляющееся в формировании и развитии научно-производственных кластеров, обеспечивающих пространственную локализацию научного потенциала, финансовых и материальных ресурсов и их концентрацию на приоритетных направлениях развития экономики [5].

Формирование и развитие, например, научно-производственных кластеров, представляющих собой форму интеграционного взаимодействия субъектов региональной и отраслевой экономики, является, с одной стороны, эффективным инструментом промышленной политики, а, с другой стороны, – «создает наиболее благоприятные условия для повышения собственной конкурентоспособности участников интегрированного хозяйственного образования и роста конкурентоспособности экономики на мезо- и макроэкономическом уровнях» [6].

До недавнего времени кластеры считались наиболее совершенной формой организации взаимодействия субъектов региональной экономики. Однако, в последние годы отмечается повышенное внимание к такому явлению как сетевое взаимодействие. Причем, современные исследователи уже совершили революционный поворот и теперь рассматривают не просто сети, а сети компетенций. Так, И.М. Степновым,

Ю.А. Ковальчук, С.Н. Демочкиным была предложена концепция формирования сети компетенций, содержащая теоретические положения, раскрывающие особенности конкуренции и концентрации экономических агентов в соответствии с их возможностью выступать поставщиками недостающих ресурсов (компетенций) остальным субъектам взаимодействия. Концепция содержит объективное обоснование причин и перспектив взаимодействия экономических субъектов с учетом их адекватности неформальному взаимодействию, продиктованному эгоистичной заинтересованностью в решении собственных ресурсных проблем и реализации ресурсных возможностей [7]. В дальнейшем, это концепция была уточнена О.Г. Стукало, считающей, что возникновение сетевых структур в подсистемах региональной социально-экономической системы, является результатом обнаружения отдельными хозяйствующими субъектами недостающих ресурсов, носителями которых выступают предприятия и организации других, даже не смежных отраслей, т. е. сеть компетенций образуется в результате поиска и обнаружения возможностей решить свои ресурсные проблемы [8].

О перспективности сетизации и кластеризации свидетельствуют многочисленные публикации, однако до настоящего времени проблему формирования эффективного партнерства нельзя считать решенной, что является фактором, сдерживающим эффективную реализацию промышленной политики.

4. Диверсификация отраслевой структуры за счет создания новых производств.

Диверсификацию отраслевой структуры следует рассматривать как инструмент страхования промышленных предприятий от риска возникновения убытков, так как выход на новые рынки, увеличение ассортимента выпускаемой продукции и другие преимущества диверсификации способны существенно повысить устойчивость предприятия и упрочить его положение.

5. Становление и развитие инфраструктуры инновационной системы.

В качестве элементов инфраструктуры инновационной системы С.И. Рисин выделяет предпринимательские и некоммерческие организации, оказывающие индустриальному сектору широкий спектр услуг по научно-технической подготовке производства, реинжинирингу, трансферу технологий, сертификации продукции и производства [9].

6. Совершенствование ресурсного обеспечения.

Еще в 2012 г., обращаясь к Федеральному собранию, Президент РФ отмечал возрастающую важность человеческих ресурсов: «Глобальное развитие становится все более не равномерным, вызревают почвы для новых конфликтов экономического, геополитического, этнического характера. Ужесточается конкуренция за ресурсы, причем хочу вас заверить, уважаемые коллеги, и подчеркнуть, что конкуренция будет усиливаться не только за металлы, нефть и газ, а прежде всего, за человеческие ресурсы, за интеллект» [10]. К настоящему времени в рейтинге ресурсного обеспечения человеческие ресурсы, по-прежнему, занимают лидирующее положение. Однако, развитие человеческих ресурсов в масштабах национальной экономики, к сожалению, не соответствует новым вызовам.

7. Разработка новых образовательных программ по приоритетным направлениям подготовки кадров для промышленности (инновационный менеджмент, внешнеэкономическая деятельность, логистика и др.).

На основании собственного аналитического опыта, а также с учетом распространенной в экономической среде точки зрения, важнейшим фактором, влияющим на эффективность реализации промышленной политики, является отсутствие корреляции между образовательным «заказом» со стороны государства и предложением специалистов на рынок труда со стороны образовательных учреждений. Обеспечение согласованности в данной работе способно существенно повысить устойчивость, конкурентоспособность и эффективность промышленного сектора, а также всей национальной экономики.

8. Активизация деятельности региональных и местных властей по регулированию природопользования, осуществляемого промышленными организациями.

9. Создание транспортно-логистических центров, способных существенно снизить издержки промышленных предприятий по реализации продукции на внешних рынках сбыта.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Рисина И.Е., Трещевского Ю.И. Политика социально-экономического развития региона. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. 271 с.
- 2 Луссе А.В. Макроэкономика. СПб.: Питер, 2001. 240 с.
- 3 Сироткина Н.В. Индикативное управление промышленными предприятиями в инновационной среде: теория, методология, практика. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2008. 377 с.

10. Внедрение системы территориального маркетинга, обеспечивающей эффективное позиционирование на национальном и мировом рынках перспективных инвестиционных промышленных проектов, региональных производителей и выпускаемой ими конкурентоспособной продукции.

Авторская позиция на необходимость развития маркетинга территорий была сформирована на основе публикаций Т.О. Толстых, Д.В. Толстых, которые отмечают, что интерес к исследованиям в области маркетинга территории связан, прежде всего, с выходом российских регионов на мировые рынки, повлекшим за собой поиск наиболее выгодных сфер применения материальных и нематериальных ресурсов, формирование рыночной привлекательности территории, ее имиджа, конкурентоспособности [11]. Разработка стратегических направлений на уровне государства невозможна без сбалансированности региональных и отраслевых стратегий, крупных межрегиональных проектов, программ территориального планирования в муниципальных образованиях.

Заключение

Промышленная политика представляет собой чрезвычайно действенный прием согласования интересов участников национальной экономики и достижения их целей. Промышленная политика является составной (важнейшей) частью национальной политики, нацеленной на сокращение технико-технологического отставания нашей страны, достижение индикаторами социально-экономического роста и развития эталонных значений, достижении важнейшими макроэкономическими показателями плановых значений, создание условий для эффективного функционирования промышленных предприятий, осуществляющих созидательную деятельность, направленную на обеспечение населения качественной продукцией, охрану окружающей среды, энергосбережение.

- 4 Гончаров А.Ю. Проблема структурного управления сбалансированным социально-экономическим развитием региона // Экономика и предпринимательство. 2016. № 8 (73). С. 200–204.

- 5 Ахенбах Ю.А. Моделирование механизма взаимодействия субъектов региональной экономики на основе концепции формирования и развития научно-производственных кластеров // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2012. № 11 (62). С. 17–23.

- 6 Ахенбах Ю.А., Рублевская А.А. Научно-производственные кластеры как средство повышения конкурентоспособности экономики региона // Человеческий капитал. 2011. № 4. С. 117–121

7 Степнов И.М., Ковальчук Ю.А., Демочкин С.В. Структурно-функциональный анализ теорий развития экономики и промышленности. Ч. 1. // Science Time. 2016. № 9(33). С. 232–244.

8 Сироткина Н.В., Стукало О.Г. Формирование сети компетенций в продовольственном секторе экономики региона. Воронеж: «Научная книга», 2016. 188 с.

9 Рисин С.И. Общее в структуре и содержании региональной промышленной политики // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2010. № 1. С. 57–61.

10 Обращение Президента РФ В.В. Путина к Федеральному собранию 12.12.2012 г. URL: <http://www.youtube.com/watch?v=ZsDf12a9SsY>

11 Толстых Т.О., Толстых Д.В. Стратегическая модель управления маркетинговым потенциалом региона // Экономика и менеджмент систем управления. 2011. Т. 2. № 2. С. 149–159.

12 Zakharova E. N. et al. Modern tendencies of cluster development of regional economic systems // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. V. 6. №. 5 S3. P. 154.

13 Stanilov K. Taking stock of post-socialist urban development: A recapitulation // The post-socialist city. 2007. P. 3-17.

14 Шульгина Л.В., Давлатзод У.Д. Структурно-технологические сдвиги и промышленная политика в условиях инновационной деятельности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2011. № 4. С. 4-9.

15 Саликов Ю.А., Зенин А.А., Барзенкова А.С., Букреев А.М. Механизм формирования и реализации кластерной политики промышленных предприятий и отраслей // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 252-257.

REFERENCES

1 Risin I. E., Treshchevskii Y. I. Politika sotsial'no-ekonomicheskogo regiona [Policy the socio-economic development of the region] Voronezh, Voronezh state University, 2005. 271 p. (in Russian)

2 Luss A. V. Makroekonomika [Macroeconomics] Saint-Petersburg, Peter, 2001. 240 p. (in Russian)

3 Sirotkina N. V. Indikativnoe upravlenie promyshlennymi predpriyatiyami [Indicative management of industrial enterprises in the innovation environment: theory, methodology, practice] Voronezh: IPC "Nauchnaya kniga", 2008. 377 p. (in Russian)

4 Goncharov A. Yu. Problem of structural control balanced socio-economic development of the region.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Максим Г. Аллабян директор, Высшая школа предпринимательства, ул. Спартак, 26а, г. Тверь, 170001, Россия, m.allabyan@vshpi.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Максим Г. Аллабян Полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.06.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.08.2017

Ekonomika I predprinimatel'stvo [Economics and entrepreneurship] 2016. no. 8 (73). pp. 200-204. . (in Russian)

5 Achenbach Y. A. modeling of the mechanism of interaction of subjects of regional economy on the basis of the concept of formation and development of scientific and production clusters. *Finansy. Ekonomika. Strategiya* [FES : Finance. Economy. Strategy] 2012. no. 11 (62). pp. 17-23. . (in Russian)

6 Achenbach Y. A., Rublevskaya A. A. Scientific-industrial clusters as a means to enhance the competitiveness of the regional economy. *Chelovecheskii kapital*. [Human capital], 2011. no. 4. pp. 117-121. (in Russian)

7 Stepnov I. M., Kovalchuk Y. A., Demochkin S. V. Structural and functional analysis of the theories of the development of economy and industry. Part 1. *Science Time* [Science Time] 2016. no. 9(33). pp. 232-244. (in Russian)

8 Sirotkina N. V., Stukalo O. G. Formirovanie seti kompetentsii [Formation of network of competences in the food sector of the regional economy] Voronezh, "Nauchnaya kniga", 2016. 188 p. (in Russian)

9 Risin S. I. General the structure and content of the regional industrial policy. *Vestnik VGU* [Proceedings of the Voronezh state University. Series: Economy and management] 2010. no. 1. pp. 57-61. . (in Russian)

10 Obrashchenie Prezidenta RF V.V. Putina [Message from the President of the Russian Federation V. V. Putin to the Federal Assembly on 12.12.2012] Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=ZsDf12a9SsY> . (in Russian)

11 Tolstykh T. O., Tolstykh D. V. Strategic management of marketing potential of the region. *Ekonomika I menedzhment system* [Economics and management control systems]. 2011. vol. 2. no. 2. pp. 149-159. (in Russian)

12 Zakharova E. N. et al. Modern tendencies of cluster development of regional economic systems Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. vol. 6. no. 5 S3. pp. 154.

13 Stanilov K. Taking stock of post-socialist urban development: A recapitulation. The post-socialist city. 2007. pp. 3-17

14 Shulgina L. V., Davlatzod W. D. Structural-technological change and industrial policy in the conditions of innovative activity. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering] 2011. no. 4. pp. 4-9. . (in Russian)

15 Salikov Yu. A., Zenin A. A., Borzenkova A. S., Bukreyev A. M. Mechanism of formation and implementation of cluster policy of industrial enterprises and industry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering] 2013. no. 4 (58). pp. 252-257. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maxim G. Allabjan director, Graduate School of Entrepreneurship, Spartaka str., 26a, Tver', 170001, Russia, m.allabyan@vshpi.com

CONTRIBUTION

Maxim G. Allabjan Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 6.29.2017

ACCEPTED 8.4.2017

Развитие механизмов и инструментов повышения экономической безопасности с учетом особенностей современного этапа экономики

Юлия М. Соколинская¹ misterias@mail.ru

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

Реферат. Развитие теоретических положений экономической безопасности, их механизмов и инструментов определено законами экономики, раскрывающими управление производством, рыночные процессы распределения, обмена, потребления, учитывающими особенности отраслей, регионов, уровень глобализации и т. д. Каждая сфера, регион или отрасль экономики, характеризуется своеобразными экономическими процессами, обоснованными специфическим подходом к их раскрытию. Экономическая безопасность, ее возникновение, развитие и адаптация к меняющимся рыночным условиям, базируется на информационной экономике или на экономике знаний. Экономическая безопасность определяется расходами на информацию, ее конфиденциальность с учетом взаимодействия, с одной стороны, и конкуренции различных предприятий, регионов и стран, с другой. В процессе экономического развития нужны не знания вообще и любые специалисты, а лишь те, которые необходимы в экономике. Связь и взаимодействие науки, знаний, информации с производством обеспечивает не только экономическую безопасность, но и их успешное развитие. Чтобы выработать определенные принципы или законы для взаимодействия технологических и экономических факторов, их степень и уровень взаимодействия, было проведено исследование хозяйственной деятельности. В настоящем исследовании использовали цивилизационный подход, который исходит из определяющей роли человека в экономике и обществе и значимости знаний и информации, когда важными механизмами остаются: развитие техники и технологий, роль знаний и информации, коммуникации. Реализация цивилизованного подхода учитывает новый методологический уровень повышения экономической безопасности, когда основным фактором развития экономики становится научно-технический прогресс, обосновывающий информационный путь развития экономики.

Ключевые слова: развитие инструментов и механизмов повышения экономической безопасности страны, экономические показатели, государственное регулирование, экономика, экономическая теория

Development of mechanisms and instruments of increasing economic safety with regard to the peculiarities of the present stage of the economy

Yuliya M. Sokolinskaya¹ misterias@mail.ru

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

Summary. The development of theoretical provisions of economic security, their mechanisms and instruments is determined by the laws of the economy that reveal the management of production, the market processes of distribution, exchange, consumption, taking into account the features of industries, regions, the level of globalization, etc. Each sphere, region or branch of the economy is characterized by peculiar economic processes justified by a specific approach to their disclosure. Economic security, its emergence, development and adaptation to changing market conditions, is based on the information economy or on the knowledge economy. Economic security is determined by the costs of information, its confidentiality, taking into account the interaction, on the one hand, and the competition of various enterprises, regions and countries, on the other. In the process of economic development, knowledge in general and any specialists are needed, but only those that are necessary in the economy. Communication and interaction of science, knowledge, information with production provides not only economic security, but also their successful development. To develop certain principles or laws for the interaction of technological and economic factors, their degree and level of interaction, a study of economic activity was conducted. In the present study, a civilizational approach was used that is based on the determining role of man in the economy and society and the importance of knowledge and information, when the important mechanisms remain: the development of technology and technology, the role of knowledge and information, and communication. The implementation of the civilized approach takes into account the new methodological level of increasing economic security, when the main factor in the development of the economy is the scientific and technological progress that justifies the information path of economic development

Keywords: development of tools and mechanisms to improve the economic security of the country, economic indicators, government regulation, economics, economics

Введение

Развитие теоретических положений экономической безопасности, их механизмов и инструментов определено законами экономики, раскрывающими управление производством, рыночные процессы распределения, обмена, потребления, учитывающими особенности отраслей, регионов, уровень глобализации и т. д.

Каждая сфера, регион или отрасль экономики, характеризуется своеобразными экономическими процессами, обоснованными специфическим подходом к их раскрытию. Обоснование законами и принципами экономической теории

специфических условий и механизмов развития экономической безопасности базируется на диалектическом взаимодействии общего и особенного. Современный этап развития экономики характеризуется:

- переходом от простых к сложным и высшим формам экономической деятельности;
- высоким уровнем развития производительных сил и соответствующим уровнем производственных отношений;
- высокотехнологичным способом производства.

Для цитирования

Соколинская Ю.М. Развитие механизмов и инструментов повышения экономической безопасности с учетом особенностей современного этапа экономики // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 325–333. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-325-333

For citation

Sokolinskaya Yu.M. Development of mechanisms and instruments of increasing economic safety with regard to the peculiarities of the present stage of the economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 325–333. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-325-333

Вышеназванные характеристики свойственны также экономической безопасности страны, региона и предприятия, однако они не находят обоснование в экономической теории. При этом под экономической теорией подразумевают совокупность готовых правил и норм, способных действовать в любых ситуациях. В настоящее время ученые-теоретики используют другие подходы [1–3], вызванные:

— техническим прогрессом (Дж. Хикс, Р. Харрорд, Р. Солоу) [4–5];

— развитием производственной функции (Ч. Кобб, П. Дуглас) [6];

— развитием рынков (Э. Хекшер, Б. Олин) и др.

В теории экономической безопасности важно использование подходов, которые не только отражают реалии выбора механизмов и инструментов повышения безопасного развития национального хозяйства, но и основаны на современном научном познании.

К примеру, по мнению известных ученых (Дж. Хикса, Р. Харрорда, Р. Солоу), увеличение производительности труда сопряжено с техническим прогрессом, который, в свою очередь, служит основанием экономической безопасности. Однако применение модели повышения производительности труда, обоснованной лишь развитием технического прогресса, не учитывает преимуществ информатизации в экономике (также важной составляющей экономической безопасности). Поэтому исследователи подходят к совершенствованию технического прогресса в современных условиях, связанных с развитием информационного уклада, с позиций, когда

технический прогресс является иным по сравнению с этапом технического прогресса, не учитывающего информатизацию экономики.

Современный этап развития экономической безопасности обоснован развитием информации и знаний, являющихся важным фактором продуктивности экономики [7]. Однако экономическая теория, исследуя и обобщая реальные процессы в экономике, не дает теоретических обоснований раскрытия не только информационных процессов, но также не учитывает роль творческого труда работников. Известно, что «утечка интеллектуального труда» наносит ущерб экономике страны, однако «опоздание» норматива, законодательного оформления интеллектуальной собственности в РФ и недостаточная разработанность механизмов интеллектуального «пиратства» является причиной незащищенности интересов индивидов и недостаточного учета развития человеческого капитала в экономике. В то же время в развитых странах (Китай, США) три четвертых национального богатства составляет человеческий капитал.

Основная часть

Современная экономическая теория не способна до конца объективно и системно раскрыть механизмы, характерные для выявления причин повышения экономической безопасности, необходим учет влияния специфических механизмов. Рассмотрим взаимодействие фундаментальных и специфических законов в развитии механизмов повышения экономической безопасности (таблица 1).

Таблица 1.

Связь общих и специфических законов развития экономики с механизмами и инструментами ее безопасности

Table 1.

Relationship between general and specific laws of economic development with mechanisms and tools for its security

Общие и специфические законы экономики	Механизмы и инструменты экономической безопасности
Закон взаимодействия общего и специфического функционирования экономических систем	Применяемые методы, формы и инструменты используются для понимания социально-экономических, организационных структур как сложных объектов, зависимых от достижений в обществе. Риск заключается в поддержании и учете тех условий, в которых они были созданы
Закон сочетания рыночных и государственных отношений	Недооценивается взаимосвязь рыночного механизма и государственного регулирования, что служит причиной экономических рисков
Интеллектуализация экономики	Необходимо развитие высокотехнологичных предприятий, интеллектуально направленных отраслей; информатизация производств, развитие высшего образования, создание НИИ, технопарков, научных лабораторий
Инновационный тип развития экономики	Развитие сложного динамического типа производств, оснащенных инфраструктурой, обеспечивающей единство фундаментальных и практических исследований, внедренных в проектно-конструкторские разработки, востребованные на рынке
Информатизация экономики	Развитие информации и знаний, риск их использования возрастает с нарушением конфиденциальности
Креативность экономики	Развитие человеческого капитала связано с высоким уровнем качества жизни, образования, медицины, достойным уровнем заработной платы
Логико-математический подход	Если математический подход рассматривает экономику в статике, то логико-математический подход рассматривает экономику не только в статике, но и в динамике, учитывает качественные сдвиги в обществе и хозяйственной деятельности

1. Закон взаимодействия общего и специфического функционирования экономических систем. Современная экономическая теория базируется на законах рыночного фундаментализма, знание их основ является обязательным условием эффективного и безопасного хозяйствования. Но как сказано выше, развитие производств неотрывно связано не только с функцией индустриализации, но и с информационной составляющей экономики. Методологической основой развития экономической безопасности является закон взаимодействия общего и специфического функционирования хозяйствующих структур, применяемые методы, формы и инструменты используются для понимания социально-экономических, организационных структур как сложных объектов, зависящих от достижений в обществе.

2. Закон сочетания рыночных и государственных отношений. Экономическая теория пренебрегает или недооценивает принцип развития смешанной экономики, который сочетает (иногда органично) рыночные и государственные отношения, формы, механизмы. Рассматривая либо государственное, либо рыночное воздействие на безопасное развитие хозяйственных структур, недооценивается взаимосвязь рыночного механизма и государственного регулирования, что служит причиной рисков, когда-либо государство устраняется из экономической деятельности, либо рыночный механизм становится неуправляемым.

3. Интеллектуализация экономики. Рыночная теория исходит из того факта, что изменение производственных отношений не затрагивает структурные сдвиги в экономике, что вызвало ухудшение структуры экономики: разрушился или снизился уровень развития машиностроения, электроники и другие высокотехнологичных отраслей, увеличился удельный вес сырьевого сектора экономики в ВВП страны.

Это чревато тем, что низкоэффективная, инфляционно ориентированная экономика привела к сокращению выпуска высокотехнологичной продукции, увеличила безработицу. Необходимо развитие эффективных мер по развитию высокотехнологичных предприятий, интеллектуально направленных отраслей (информатизация, развитие высшего образования, создание НИИ), когда техника и технология становятся важным фактором экономической безопасности, в том числе и безопасности общества, поскольку решающим фактором научно-технического прогресса является наличие высокообразованных творческих личностей.

1. Инновационный тип развития экономики. Современное экономическое развитие функционирует в условиях инновационного типа роста национальных хозяйств. Чтобы обеспечить не только экономическую безопасность, но и развитие будущего экономики, необходим переход на инновационный тип развития, как сложный динамический тип, оснащенный инфраструктурой, обеспечивающей единство фундаментальных и практических исследований, внедренных в проектно-конструкторские разработки, востребованные на рынке.

2. Информатизация экономики. Особенностью экономического развития на современном этапе является сочетание индустриальных технологий с информационно-коммуникационными. С одной стороны, сочетание традиционных факторов производства (земля, труд, капитал) с информацией и знаниями обеспечивает безопасность экономике и новый этап в ее развитии. Информация и знания в отличие от использования земли, труда и капитала не истощаются, а наоборот возрастают и распространяются. С другой стороны, всеобщее и всестороннее развитие информатизации противоречит принципу конфиденциальности и принципу конкурентоспособности.

3. Креативность экономики. Экономическая безопасность сопряжена с деятельностью человека не только в экономике, но и в обществе. Традиционные факторы производства действовали в рамках законов разделения и перемены труда. Интеллектуализация современного этапа экономики послужила источником появления интеллектуальных продуктов, интеллектуального труда, интеллектуальной собственности, а также развития человеческого капитала. Если в традиционной (фундаментальной) экономике рабочая сила была фактором производства, измеряемым затратами, то в настоящее время творческий человек является фактором развития экономики и общества. Однако возникающие проблемы в развитии человеческого капитала (низкий уровень качества жизни, образования, медицины, недостойный уровень заработной платы) создают условия для рискованного развития экономики и общества.

4. Математическое моделирование в экономике. Основное развитие современной экономической теории – это неоклассическая его модель, развитие которой обосновано математическим подходом, рассматривающим экономику в статике, а не в динамике, учитывающей цивилизационные процессы в обществе

и экономике, но не в состоянии раскрыть качественные сдвиги. Основные закономерности этой модели: переход количества в качество, единство и борьба противоположностей, исследование причинно-следственных связей. Но указанные закономерности не позволяют раскрывать изменения в социально-экономическом развитии. Философская логика и математическое моделирование рассматривает экономику в состоянии равновесия, однако в контексте экономической безопасности изменения в экономике отраслей, различных ее сфер, к сожалению, нельзя предусмотреть. Фактически теория полезности стала называться неоклассическим экономическим подходом, и принципы полезности соотносятся с затратами, т. е. проявляется теория результатов и затрат. Если стоимость затрат на продукцию, пользующуюся спросом на рынке, можно количественно определить, то затраты по производству высокотехнологичной продукции, которая является продуктом всей совокупности субстанции «стоимости» и не связанные с удовлетворенностью потребителя от покупки (допустим, оружие) не признает объективных стоимостей. В постиндустриальной парадигме невозможно определить затраты, влияющие на решение потребителя в приобретении им данной продукции, для целей экономической безопасности следует говорить о затратах, связанных с угрозами (для страны или предприятия), а это обосновывает логико-математический подход к экономике.

Особенности экономической теории, учитываемые на современном этапе развития механизмов повышения экономической безопасности, указаны на рисунке 1.

Развитие экономической теории привело к изменению фундаментальных методологических подходов, обосновывающих необходимость опоры на познавательный потенциал в функционировании национальных хозяйств. Информационная постиндустриальная стадия с качественно новым содержанием, выявляя новые угрозы, изменяет принципы, методы и модели экономической теории и практики.

Принцип системообразующей роли экономической теории заменяется принципом цивилизационного подхода функционирования хозяйствующих структур. Этот принцип действует исходя из закона отрицания. Однако все, что было в теории экономики, не отбрасывается, т. е. технологические способы управления и производства, существующие

на трех этапах развития (доиндустриальный, индустриальный и информационный) дополняются возможностями цивилизационного подхода и основываются на производственных отношениях, проявляемых в конкретных условиях цивилизации. Примером этому методологическому положению может служить синтез знаний, т. е. не отрицание старых, а сочетание старых знаний с новыми.

Командно-административный период развития экономики назывался «формационным», реализация задач экономической безопасности воплощалась посредством инструкций, правил; экономическая безопасность строго подлежала верификации.

Следующий подход в развитии экономической теории, обосновывающей экономическую безопасность, заключался в развитии производственных отношений, которые определяются уровнем развития производительных сил. По мнению К. Маркса, экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем как, с помощью каких средств производится. С развитием науки и техники используются в производстве революционным образом знания (водяная мельница становится паровой). При этом технические средства меняются с большой скоростью, а технологическое вооружение предприятий характеризуется стабильностью; однако «богатые», прибыльные предприятия в пределах одной технологии могут использовать большое количество технических средств, использовать прибыль на инновационное развитие, чего не могут сделать неприбыльные предприятия.

Период развития экономики, когда не количество разработанных технических средств, а переход к более высоким технологиям характеризует следующий ее этап. Технологическая организация производства обосновывает не только научно-технический прогресс, но и безопасность в экономике.

Ускорение темпов, рост масштабов в экономическом развитии послужили причиной создания научно-исследовательских институтов, лабораторий, технопарков. В конце XX века труд (знания), капитал и технический прогресс определяют рост производительности труда, развитие экономики, увеличивая рост экономических и социальных рисков.

С распространением информационных технологий растет фактор роста экономики и роста рисков.

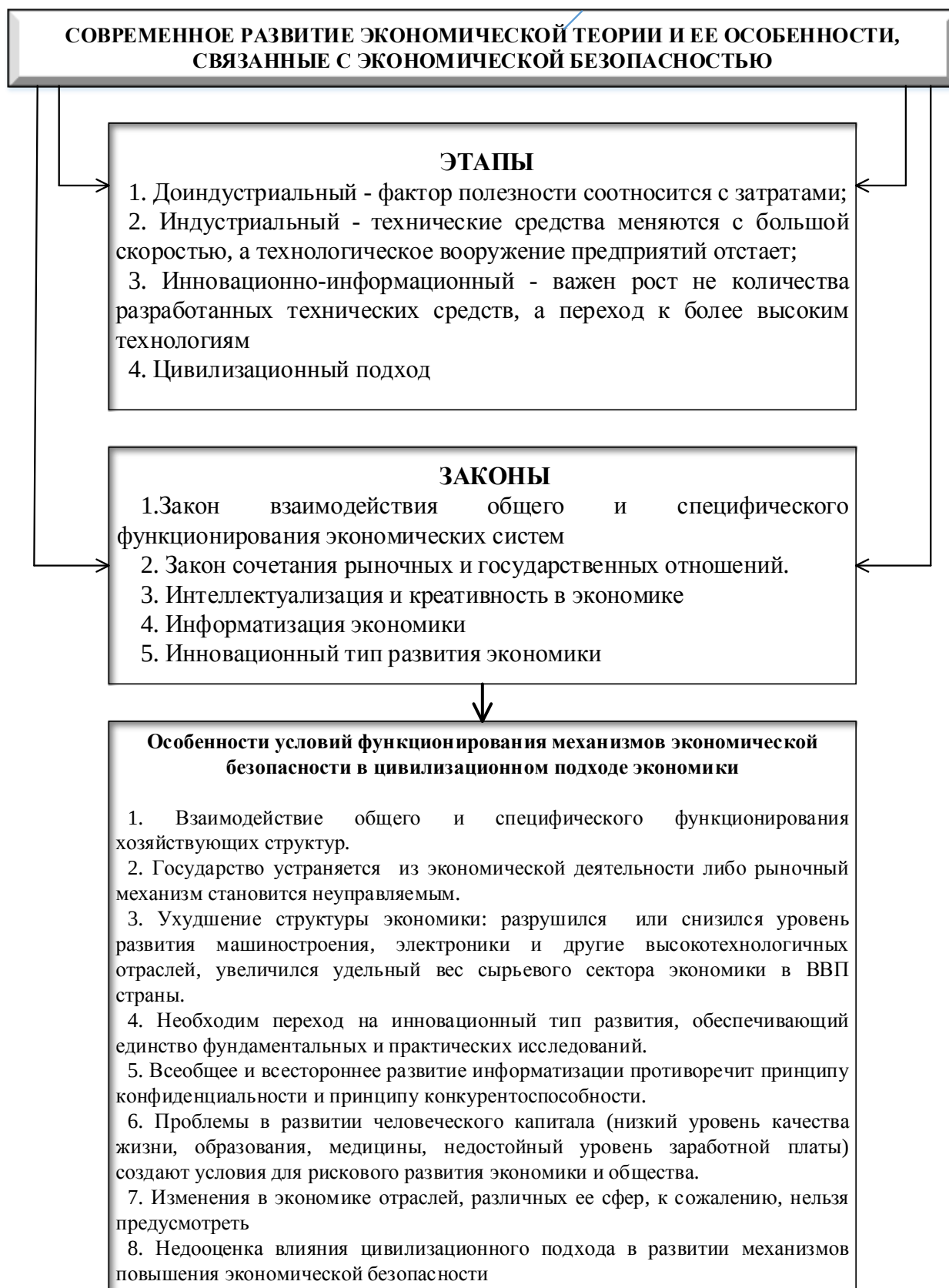


Рисунок 1. Особенности функционирования цивилизационного этапа экономики

Figure 1. Features of the functioning of the civilizational stage of the economy

В Советском Союзе к концу XX века рост производительности труда составил 70% (благодаря внедрению научно-технического прогресса в производство), что вызвало развитие науки и превратило ее в объект познания. С точки зрения экономической безопасности с ростом информатизации производства растет риск шпионажа, интеллектуальных диверсий, теневой экономики, хакерства.

В конце 80-х годов в сфере науки работали 4,4 млн человек, в том числе 1,52 млн научных и преподавательских кадров, включая 542 тыс. докторов и кандидатов наук. Ежегодно регистрировалось 80–85 тыс. изобретений. Многие изобретения и открытия советских ученых обогатили науку, явились важным источником перспективных направлений развития производства во многих отраслях экономики (например, в области микроструктуры материи, физики элементарных частиц, использования энергии атомного ядра и др.). В СССР на сектор фундаментальных исследований приходилось около 10% затрат на НИОКР, но именно этот сектор был особенно оторван от производства. Во многих научных центрах, институтах и лабораториях Академии наук СССР был достигнут высокий уровень теоретических исследований, по некоторым из них страна имела бесспорное мировое первенство.

Инновационное развитие является, по сути, единственной возможностью для России занять в глобальном мировом экономическом пространстве 21 века подобающее место и сохранить (или восстановить) статус великой державы. Оценки российского интеллектуального и научно-технического потенциала как устаревшего, громоздкого, лишнего, имевшие место в некоторых аналитических и высших управленческих кругах России в эти годы, не выдерживают критики. Использование зарубежом «утекающих» разными способами российских разработок в сочетании с «утечкой мозгов» из России и «охотой» зарубежных фирм за российскими молодыми учеными, аспирантами и даже студентами говорит как раз о его высоком уровне и актуальности [8].

В формирующемся многополярном мире складываются 4 главных центра научного прогресса – США (35% мировых расходов на НИОКР по паритету покупательной способности), Европейский Союз (24%), Япония и Китай (примерно по 12%). К сожалению, Российская Федерация в группу лидеров не входит – на нашу долю приходится менее 2% мировых расходов на НИОКР по паритету покупательной

способности и 1% по обменному курсу. Таким образом, Россия отстает от США по расходам на НИОКР в 17 раз, от Европейского Союза – в 12 раз, от Китая – в 6,4 раза, от Индии – в 1,5 раза [9].

Необходимо определить роль научно-технического прогресса (НТП) в экономической безопасности.

Во-первых, рост НТП затрудняет планирование и прогнозирование не только в НИИ, но и в хозяйствующих структурах. Когда рост НТП был незначительным, процессы планирования были возможны, однако инновационное развитие и внедрение информационных технологий происходит быстрыми темпами и масштабнее, при этом экономическая теория не может дать рекомендаций в процессе прогнозирования. Следовательно, экономическая теория нуждается в выявлении тенденций развития экономики: что будет затруднять и какие процессы поддерживать экономику.

Известно, что наука определяет развитие прикладных методов и приемов, однако возникающие производственные отношения и научно-технические изменения происходят настолько быстро, что практикам ждать, пока наука установит правила и законы, означает снизить уровень конкурентоспособности. Инновации внедряются в практику рынка скорее, чем экономическая теория систематизирует элементы качественно нового инновационного этапа, поэтому на основе научно-технического прогресса управлять и направлять производственные отношения, думаем, следует на основе поддержки положительного опыта.

Если рассматривать развитие экономической теории на основе предлагаемой многими авторами технологических укладов (аграрный, индустриальный и информационный), то современный принцип – цивилизационный – будет учитывать все уклады, выделяя в них положительный опыт. Это обусловило необходимость возникновения новой методологии, базирующейся на общечеловеческих ценностях: технологические способы производства и роль человека в нем.

В парадигме развития механизмов экономической безопасности важную функцию выполняет человек, целесообразность его деятельности, а затем эффективность научно-технологического и экономического развития.

Роль человека в экономике отмечена в работах зарубежных и отечественных ученых: Р. Харрорда, Р. Солоу, Т.И. Овчинниковой, Т.Н. Николаевой и других, известен подход эффективного функционирования предприятий на знаниях персонала, его творчестве [10].

Некоторые ученые исследуют взаимосвязь изменения технологий и изменения законов экономики [11]. Другие ученые считают, что технологии изменяются (в том числе и технологии управления предприятием), но экономические законы – не изменяются [12].

Позволим себе не согласиться с высказыванием Х. Клодта по поводу неизменности законов экономики, никак не обоснованных технологическими инновациями. Допустим, если в доиндустриальный период господствующим ресурсом была земля и действовал закон собственности на землю, но в индустриальный период, связанный с законом собственности на капитал, действовали методы разработки и внедрения новых технологий, то в информационный период, когда главный ресурс – информация, действуют законы своеобразия форм (виртуальные, сетевые формы организаций). Особенности экономической безопасности соответствуют системе функционирования экономики. Так, в информационный период информация является, с одной стороны, благом (сохраняет отдельные ресурсы, ускоряет движение информации и т. д.), с другой – изменяет рыночные конкурентные структуры, действуя разноректорно: в позитивном или негативном направлениях. Считаем, необходимо исследование хозяйственной деятельности в большом объеме, чтобы выработать определенные принципы или законы для взаимодействия технологических и экономических факторов, их степень и уровень взаимодействия.

В настоящем исследовании будем использовать цивилизационный подход, который исходит из определяющей роли человека в экономике и обществе и значимости знаний и информации, когда важными механизмами остаются: развитие техники и технологий, роль знаний и информации, коммуникации. Социально-экономическая сущность экономической безопасности отражается в выделении основных критериев при определении ее эффективности, помимо оптимального использования земли, капитала и труда, это – новый производственный ресурс: информация и знания, при этом необходимо иметь в виду, что фактор производства – информация – не означает владение знаниями. Знания составляют содержание информации, в свою очередь информация является условием осуществления знаний, которые можно трансформировать в действие. Экономическая безопасность, ее возникновение, развитие и адаптация к меняющимся рыночным условиям, базируется на информационной экономике

или на экономике знаний. Экономическая безопасность определяется расходами на информацию (в 1991 году в США расходы на приобретение информации и информационных технологий превысили расходы на приобретение основных фондов), ее конфиденциальность (сохранение производственной и коммерческой тайны) с учетом взаимодействия, с одной стороны, и конкуренции различных предприятий, регионов и стран, с другой. Рыночные преобразования, требующие затрат, достаточно рискованны особенно в среде развитых информационных технологий

В условиях глобализации риски усиливаются, поскольку преобразования производственных отношений сопровождаются глубокими структурными изменениями, становлением нового технологического способа производства и управления, что порождает спад экономики, т. к. требуется увеличение капитала для внедрения инновационного и информационного типа развития. Информатизация экономики предполагает развитие сравнительно небольшого информационного сектора экономики, главным путем информатизации, помимо производства информационного и коммуникационного оборудования, является проникновение информации во все сферы производства, науку, образование. В создании стоимости и занятости работников в информационных технологиях этот сектор экономики соответственно составляет: в Германии -6,1%, 3,1%; в Швеции 9,3%, 6,3%; в США – 8,7%, 3,9%, что свидетельствует о сравнительно небольшом удельном весе в экономике. Несмотря на это, сектор экономической безопасности, связанной с информационной технологией, расширяется, поскольку «содержание информации в конечных продуктах и обработке всех видов экономической деятельности увеличивается» [13]. В условиях глобальной экономики предприятий и стран информатизация технологий, оборудования, управления, становясь фактором конкуренции, является фактором риска, особенно если учесть, что к экономике знаний относятся следующие сферы деятельности:

- НИОКР и инновации;
- образование, обучение, нацеленные на развитие человеческого капитала;
- информационно-коммуникационные технологии [14].

Все три указанные сферы проявляются на производстве, существует связь между образованием, развитием человеческого капитала, информационно-коммуникационными технологиями

и производством. Эта связь прослеживается в цепочке: если увеличиваются объемы производства – растут информационные затраты; если снижаются – становятся ненужными знания и информация.

Заключение

В процессе экономического развития нужны не знания вообще и любые специалисты, а лишь те, которые необходимы в экономике. Связь и

взаимодействие науки, знаний, информации с производством обеспечивает не только экономическую безопасность, но и их успешное развитие.

Реализация цивилизованного подхода учитывает новый методологический уровень повышения экономической безопасности, когда основным фактором развития экономики становится научно-технический прогресс, обосновывающий информационный путь развития экономики.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Клодт Х. Новая экономика: формы, причины и последствия. К.: Таксон, 2006. С. 28
- 2 Солоу Р. Теория роста. Сер.: Панорама экономической мысли конца XX столетия. В 2 х томах. Т.1. СПб., 2002. С. 503–504.
- 3 Хикс Дж.Р. Стоимость и капитал. М.: Издательская группа «Прогресс», 1993
- 4 Харрорд Р. История экономических учений. М.: Инфра М, 2002. 755 с.
- 5 Баркалов С.А., Демченко К.С., Руссман И.Б. Модели анализа деятельности производственных объединений на базе функций Кобба-Дугласа. М. 2000. 79 с.
- 6 Olin B. Internation and Interregional Trade. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1965.
- 7 Хекшер Э.Ф. Влияние внешней торговли на распределение дохода // Вехи экономической мысли. Т.6. Международная экономика. 2006. С. 154–173.
- 8 Ясин Е. Государство и экономика на этапе модернизации // Вопросы экономики. 2006. № 4. С. 9.
- 9 Комков Н.И., Куличков Е.Н., Шатраков Ю.Г. Технологические инновации – основа будущей экономики России. URL: www.innjbvbusiness.ru
- 10 Овчинникова Т.И., Еремина Т.А. Взаимосвязь экономического роста и развития человеческого капитала // Транспортное дело в России. 2010. № 9 (82). С. 68–72
- 11 Медведев Д. Роль России в «переходный» период». URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/5987> (дата обращения 10.02.2017).
- 12 Медведев Д. Социально-экономическое развитие России: обретение новой динамики // Вопросы экономики. 2016. № 10. С. 5–30.
- 13 Абрамовских Л.К. Поиску новой модели экономического развития // Экономист. 2016. № 10. С. 17
- 14 Аленина Е.Э., Лаптева В.А. Инновационное развитие экономики в России – основа высокоразвитого производства // Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. 2012. № 2 (14)
- 15 Бузгалов А., Колганов А. Планирование: потенциал и роль в рыночной экономике XXI века // Вопросы экономики. 2016. № 1. С. 76
- 16 Бобкова Е.В. Интеллектуальный капитал как индикатор устойчивого развития // Менеджмент в России и за рубежом. 2009. № 4
- 17 Сорокина Е.В., Ефимова Д. В Проблемы результативного функционирования научно-технического потенциала России // Научно-технический прогресс как фактор развития современной цивилизации: материалы международной научно-практической конференции 15–16 ноября 2011 года. Пенза – Семей: Научно-издательский центр «Социосфера», 2011. С. 8–18

18 Харрорд Р.К. Теории экономической динамики. М., 1959. С. 126

19 Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М., 1997. С. 20.

20 Кронрод Я.А. Очерки социально-экономического развития XX в. М.: "Наука", 1992. С. 40.

21 Овчинникова Т.И., Журавлев Ю.В., Серяков А.В. Методы оценки и определение перспектив инновационной деятельности высокотехнологичных комплексов. Воронеж : ВГУИТ. С. 15–18.

22 Николаева Т.П. Высокотехнологичный комплекс и его роль в инновационном производстве // Инновации. 2005. № 9 (86). С. 52–63.

23 Болдырев И. Экономическая методология и постмодернизм // Вопросы экономики. 2007. № 3. С. 59–79.

24 Маевский В., Кузык Б. Условия развития высокотехнологичного комплекса // Вопросы экономики. 2003. № 2. С. 27.

25 Акиндинова Н., Кузьминов Я., Ясин Е. Экономика России: перед долгим переходом // Вопросы экономики. 2016. № 6. С. 16.

26 Naisbitt John and Aburdene Patricia. Ten New Directions for the 1990. Megatrends 2000. New York, Morrow, 1990.

27 Некипелов А. Становление и функционирование экономических институтов // Экономист. 2006

28 Голова И.М. Проблемы сохранения научного потенциала и его адаптация к требованиям инновационной экономики // Экономическая теория. 2008. № 2. С. 52–68

REFERENCES

- 1 Klodt H. Novaya ekonomika [New economy: forms, causes and consequences] K.: Tucson, 2006. pp. 28 (in Russian)
- 2 Solow R. Teoriya rosta [Theory of growth. Ser.: Panorama of economic thought of the late twentieth century] Saint-Petersburg, 2002. pp. 503-504. (in Russian)
- 3 Hicks J. R. Stoimost' I capital [Value and capital] Moscow, Progress, 1993 (in Russian)
- 4 Garrard R. Istoriya ekonmicheskikh uchenii [History of economic thought] Moscow, Infra-M, 2002. 755 p. (in Russian)
- 5 Barkalov S. A., Demchenko K. S., Russman I. B. Modeli analiza deyatel'nosti [Model analysis of the activities of industrial associations on the basis of functions are Cobb-Douglas] Moscow, 2000. 79 p. (in Russian)
- 6 Olin B. Internation and Interregional Trade. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1965.
- 7 Heckscher E. F. Impact of foreign trade on the distribution of income. *Vekhi ekonomicheskoi mysli* [Milestones of economic thought. International Economics. 2006. vol. 6. pp. 154-173. (in Russian)

8 Yasin E. State and the economy on this PHE modernization. *Voprosy ekonomiki*. [Economic question] 2006. no. 4. pp. 9. (in Russian)

9 Komkov N. I., Kulichkov E. N., Shatrakov Yu. G. Tekhnologicheskie innovatsii [Technological innovations – the basis of a will-ing of the Russian economy] Available at: www.innjbvbusiness.ru (in Russian)

10 Ovchinnikova T. I., Eremina T. A. Link between economic growth and human capital development. *Transportnoe delo* [Transport business of Russia]. 2010. no. 9 (82). pp. 68-72 (in Russian)

11 Medvedev D. Russia's Role in the "transition" period." Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/5987> (accessed 10.02.2017). (in Russian)

12 Medvedev D. Socio-economic development of Russia: finding new dynamics. *Voprosy ekonomiki*. [Economic question] 2016. no. 10. pp. 5-30. (in Russian)

13 Abramovskikh L.K. To the Search for a new model of economic development. *Ekonomist* [Economist]. 2016. no. 10. pp. 17 (in Russian)

14 Alenina E. E., Lapteva V. A. Innovation development of economy in Russia – the basis of highly developed production. *Izvestiya MGTU "MAMI"*. [News of MSTU Scientific peer-reviewed journal] 2012. no. 2 (14) (in Russian)

15 Bungalow A., Kolganov A. Planning: potential and role in the market economy of XXI century. *Problemy ekonomiki* [Problems of Economics]. 2016. no. 1. pp. 76 (in Russian)

16 Bobkova E. V. Intellectual capital as an indicator of sustainable development. *Menedzhment v Rossii* [Management in Russia and abroad] 2009. no. 4 (in Russian)

17 Sorokin E. V., Efimov D. V. Problems of efficient functioning of the scientific and technical potential of Russia. Nauchno-tekhnicheskii progress kak faktor razvitiya sovremennoi [Scientific-technical progress as a factor of modern civilization development: materials of international scientific-practical conference on 15-

16 November 2011. Penza – Semei, Scientific publishing center "Sociosphere"] 2011. pp. 8-18 (in Russian)

18 Harrold R. Teori ekonomicheskoi dinamiki [Theory of economic dynamics] Moscow, 1959. pp. 126 (in Russian)

19 North D. Instituty, institutsional'nye izmeneniya [Institutions, institutional change and economic performance] Moscow, 1997, pp.20. (in Russian)

20 Kronrod Y. A. Ocherki sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya [Essays on the socio-economic development of the XX century] Moscow, Nauka, 1992. pp. 40. (in Russian)

21 Ovchinnikova T. I., Zhuravlev Yu. V., Serakov A. V. Metody otsenki i opredelenie perspektiv innovatsionnoi deyatel'nosti [Methods of evaluation and definition of prospects of innovative activity of high-tech complexes] Voronezh, VGUIT. pp. 15-18. (in Russian)

22 Nikolaeva T. P. High Tech complex and its role in innovative production. *Innovatsii* [Innovations] 2005. no. 9 (86). pp. 52-63. (in Russian)

23 Boldyrev I. Economic methodology and post-modernism *Voprosy ekonomiki*. [Economic question]. 2007. no. 3. pp. 59-79. (in Russian)

24 Majewski V., Kuzyk B. conditions for the development of high-tech industry. *Voprosy ekonomiki*. [Economic question]. 2003. no. 2. pp.27. (in Russian)

25 Akindinova N., Kuzminov Y., Yasin E. Russia's Economy: prepare for a long transition. *Voprosy ekonomiki*. [Economic question]. 2016. no. 6. pp. 16. (in Russian)

26 Naisbitt, John and Aburdene, Patricia. Ten New Directions for the 1990. Megatrends 2000. New York, Morrow, 1990.

27 Nekipelov A. Formation and functioning of economic institutions. *Ekonomist* [Economist] 2006 (in Russian)

28 Golova I. M. problems of preservation of the scientific potential and its adaptation to the requirements of innovation economy. *Ekonomicheskaya teoriya* [Economic theory]. 2008. no. 2. pp. 52-68 (in Russian)

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2017

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 authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.1.2017

ACCEPTED 8.1.2017

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;
- колоннитулы 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.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vguit.elpub.ru/vguit>

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;
- Биотехнология и бионанотехнология;
- Экономика и управление;

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://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.

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 // Политтранспортные системы: мат. VII Всерос. науч.-техн. конф., Красноярск, 25–27 ноября 2010 г. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 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; Оpubл. 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.)

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 Nenashv M.F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikonians L.G. *Ekspluatatsiya 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: *Friksionnye 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. *Eksperitnye 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 rashkoda i kolichstva 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 drawing 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 divided 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 raised, 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;
- Fundamental and applied chemistry, chemical technology;
- Biotechnology, bionanotechnology and technology of sugary products;
- 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.

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., Mamikonians L.G. *Ekspluatatsiya 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: Friksionnye 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 ustroystv [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.