

ISSN 2226-910X

Вестник

*Воронежского
государственного*
**УНИВЕРСИТЕТА
ИНЖЕНЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**



16+

2017

№

4

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, № 4 (74)

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/Gldy7L>)

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

Vice-chairman:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

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

АЛЕКСЕЕВ ГЕННАДИЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. (г. Санкт-Петербург, Россия)

АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, проректор по научной и инновационной деятельности; зав. кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БРЕДИХИН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ доктор технических наук, профессор, кафедра процессы и аппараты перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

ВАСИЛЕНКО ВИТАЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, декан технологического факультета, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

OSTRIKOV ALEKSANDR NIKOLAEVICH doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Head of Department Technology of fats, processes and equipment of chemical and food production, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

ALEKSEEV GENNADY VALENTINOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Fats, Processes and Apparatuses for Chemical and Food Production, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics. (Saint-Petersburg, Russia)

ANTIPOV SERGEI TIKHONOVICH Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Technical. Sciences, Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, Vice Rector for scientific and innovative activity, Head of the Department of machines and equipment for the food industry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

BREDIKHIN SERGEY ALEKSEEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after them. K.A. Timiryazev (Moscow, Russia)

VASILENKO VITALII NIKOLAEVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Fats technology, processes and apparatuses of chemical and food industries, the Dean of the Technology Faculty, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Информационные технологии, моделирование и управление

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Пищевая биотехнология

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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)

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

Химическая технология

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

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)

ДОРЕМКИШИН 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)

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

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)

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)

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

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)

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

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

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

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)

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)

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)

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)

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)

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)

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)

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)

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)

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)

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

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)

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

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

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)

ARTYUKHOV VALERIY GRIGORYEVICH Doctor of Bbiological sciences, Professor, Head of the Department of Biophysics and Biotechnology, Voronezh State University (Voronezh, Russia)

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)

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

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

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)

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

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)

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

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

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

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)

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

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)

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)

Экономика и управление

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ZAKSHEVSKY VASILY GEORGIEVICH Doctor of Economics, Professor, Academician of the RAS, Honorary Worker of the Russian 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Подписной индекс издания в агентстве "Роспечать" 70927

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

Учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

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

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

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

тел./факс: (473) 255-37-16

E-mail: post@vestnik-vsuet.ru

Сдано в набор 04.12.2017. Подписано в печать 18.12.2017

Выход в свет: 22.12.2017

Формат 70×100 1/8.

Усл. печ. л. 51 Тираж 1500 экз. Заказ.

Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО

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

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

Slavyanskii A.A., Semenov E.V., Antipov S.T. Critical modeling of centrifugal separation process of massecuite III crystallization

Lytкина Л.И., Shevtsov A.A., Pereverzeva S.A. The mixer with z-shaped working blades for high viscosity components

Antipov S.T., Yurova I.S., Martekha A.N., Berestovoi A.A. Development of a method and technology for obtaining vegetable oil from safflower seeds

Kholov Sh.E., Ikromi I. Kh., Yunusov N.I., Mukhidinov Z.K. Features of ultrafiltration process engineering calculation in concentration and purification of pectin

Drannikov A.V., Litvinov E.V., Polkanov A.S., Kostina D.K. The choice of rational parameters of beet pulp drying process in a pulsed low-pressure vibro-boiling layer

Borodulin D.M., Safonova E.A., Nevskaya E.V., Shulbaeva M.T., Donya D.V., Nepomnyashchaya T.I. Research of rheological characteristics and determination of rational parameters of drying process of activated ferment for bakery products

Kutsov S.V., Muraviev A.S. Hydrodynamics of oats fluidized layer during roasting with superheated steam

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

Araztaganova A.M., Chistyakova T.B. A software solution for training for quality control of thermal shrinkage polymer films

Batyrgazieva D.R., Guseva E.V., Menshutina N.V. Information system for selection of conditions and equipment for the cultivation of mammalian cells

Bugaev Yu.V., Avseeva O.V., Korobova L.A., Shurupova I. Yu. Algorithm for solving multicriteria problem of appointments on the networks

Balashova E.A., Bitjukova V.V. Heuristic approach to the classification of postpartum endometritis and its forms

Popov A.P., Bitjukov V.K., Kutyavin I.S., Rylev S.S., Gordienko O.A. Information-semantic aspects of the educational organization official website

Skrypnikov A.V., Popov A.D., Rogozin E.A., Khvostov V.A. Computational experiment for the purpose of determining the probabilistic and temporal characteristics of information security systems against unauthorized access in automated information systems

Ivliev M.N., Korobova L.A., Nikitin B.E. Scientific periodical publications ratings calculation and analysis

FOOD BIOTECHNOLOGY

Antipova L.V., Tolygina I.N., Mishchenko A.A., Osipova N.A., Grabenshchikov A.V. Obtaining and application of increased food and biological value iodinated products from lentils sprouted grain

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Skvortsova O.B. Development of a new recipe muffins increased nutritional value

Galín R.F., Slobodyannik V.S., Kuchmenko T.A., Maslova Yu.F., Breslavets Yu.P. Physicochemical properties of meat of ducks of mulberries in modern technologies of meat products

Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V., Chasovskikh A.G., Pantykin A.P. Prospects of the "VT-Pro" series beef protein using in the sausages products technology

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

11 Славянский А.А., Семенов Е.В., Антипов С.Т. Критериальное моделирование процесса центро-бежного разделения утфеля III кристаллизации

18 Лыткина Л.И., Шевцов А.А., Переверзева С.А. Смеситель с z-образной рабочей лопастью для высоковязких компонентов

22 Антипов С.Т., Юрова И.С., Мартеха А.Н., Берестовой А.А. Разработка способа и технологии получения растительного масла из семян сафлора

26 Холов Ш.Е., Икромии Х.И., Юнусов Н.И., Мухидинов З.К. Особенности инженерного расчета процесса ультрафильтрационного концентрирования и очистки пектиновых полисахаридов

31 Дранников А.В., Литвинов Е.В., Полканов А.С., Костина Д.К. Выбор рациональных параметров процесса сушки свекловичного жома в импульсном виброкипящем слое пониженного давления

40 Бородулин Д.М., Сафонова Е.А., Невская Е.В., Шульбаева М.Т., Дonya Д.В., Непомнящая Т.И. Исследование реологических характеристик и определение рациональных параметров процесса сушки активированной закваски для хлебобулочных изделий

49 Куцов С.В., Муравьев А.С. Гидродинамика псевдоожиженного слоя овса при обжарке перегретым паром

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

56 Аразтаганова А.М., Чистякова Т.Б. Программный комплекс для обучения управлению качеством термоусадочных полимерных пленок

65 Батыргазиева Д.Р., Гусева Е.В., Меньшутина Н.В. Информационная система для подбора условий и оборудования при культивировании клеток млекопитающих

71 Бугаев Ю.В., Авсеева О.В., Коробова Л.А., Шурупова И.Ю. Алгоритм решения много-критериальной задачи о назначениях на сетях

75 Балашова Е.А., Битюкова В.В. Эвристический подход к классификации послеродового эндометрита и его форм

82 Попов А.П., Битюков В.К., Кутявин И.С., Рылев С.С., Гордиенко О.А. Информационно-семантические аспекты сайта образовательной организации

90 Скрыпников А.В., Попов А.Д., Рогозин Е.А., Хвостов В.А. Экспериментальный метод определения вероятностно-временных характеристик систем защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных информационных системах

97 Ивлиев М.Н., Коробова Л.А., Никитин Б.Е. Расчет и анализ рейтинга научных периодических изданий

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

104 Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Мищенко А.А., Осипова Н.А., Гребенщиков А.В. Получение и применение йодированных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности из пророщенного зерна чечевицы

114 Пonomарева Е.И., Лукина С.И., Скворцова О.Б. Разработка новой рецептуры кексов повышенной пищевой ценности

119 Галин Р.Ф., Слoбодянный В.С., Кучменко Т.А., Маслова Ю.Ф., Бреславец Ю.П. Физико-химические свойства мяса уток мулардов в современных технологиях мясопродуктов

127 Дворянинова О.П., Соколов А.В., Часовских А.Г., Пантыкин А.П. Перспективы использования говяжьего белка серии «VT-Pro» в технологии колбасных изделий

Gribova N.A., Eliseeva L.G. Osmotic dehydration of fruit and berry raw materials in the food industry
Potoroko I.Yu., Paimulina A.V., Uskova D.G., Kalinina I.V., Popova N.V., Shirish S. The antioxidant properties of functional food ingredients used in the production of bakery and dairy products, their impact on quality and storageability of the product
Gustinovich V.G. Rationale for the use of pumpkin and carrot powders in the production of functional biscuits

CHEMICAL TECHNOLOGY

Shutilin Yu.F., Shcherbakova M.S., Khripushin V.V., Borisova I.A. The study of characteristics of powders of polymers for 3D printing
Dain I.A., Loginov S.V., Lebedev A.V., Storozhenko P.A. Synthesis and plant growth modulation of tris (2-hydroxyethyl) ammonium boron-containing compounds
Bondareva L.P., Rusina E.V., Ovsyannikova D.V. The compounds of leucine with copper (II) cations in aqueous solutions
Bolotov V.M., Gorina E.G., Melent'eva A.S. Alkylation of hydroquinone with aliphatic alcohols technology development
Shutilin Yu.F., Tikhomirov S.G., Semenova E.E., Karmanov A.V., Vlasova L.A. Optimization of the properties of radiation regenerate used in elastomeric roofing materials.

BIOTECHNOLOGY AND BIONANOTECHNOLOGY

Poletaeva Yu.E., Grigor'eva A.E., Dovydenko I.S., Ryabchikova E.I. Features of electron-microscopic visualization of soft phospholipid nanoparticles
Korneeva O.S., Chernkov D.A., Tolkacheva A.A., Ponomarev P. G. Conditions and prospects for development of market of enzymes preparations for industrial application
Evdokimova K.V., Slashchina Ya.A., Tumaikin G.G., Tolkacheva A.A., Chernkov D.A. Study of the influence of biostimulants on the activity of bacterial and fungal hydrolases
Glотова I.A., Kurchаeva E.E., Uhina E.Ju., Rjаzanceva A.O. Approaches to the production and use of microbial transglutaminase in emulsified meat and vegetable systems
Pavlenkova S.V., Shuvaeva G. P., Miroshnichenko L.A., Sviridova T.V., Motina E.A., Korneeva O.S. Comparative characteristics of qualitative indicators of amaranth and corn silage

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Merzlikina G.S., Rylshchikova S.A. Conceptual framework for proactive crisis enterprise management
Tarnovskii V.V. Economy of culture and culture of economy: institutional aspect
Pan'kin A.B., Murzabekov A.B., Shagaeva N.A. Formation of the basics of management culture in masters – future leaders of educational institutions
Serebryakova N.A., Volkova S.A., Shendrikova O.O., Volkova T.A. The role of human capital in the modern economy and indicators of its evaluation
Zakirova E.R. State-private partnership: aspects of application in the agricultural sphere
Khorev A.I., Myanovskaya E.I., Bukharin S.V. Generalized indicator and classification structures of the capital of the industrial enterprises

Грибова Н.А., Елисеева Л.Г. Осмотическая дегидратация плодово-ягодного сырья в пищевой промышленности
Потороко И.Ю., Паймулина А.В., Ускова Д.Г., Калинина И.В., Попова Н.В., Шириш С. Антиоксидантные свойства функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве хлебобулочных и молочных продуктов, их влияние на качество и сохраняемость продукции
Густинovich В.Г. Обоснование применения порошков тыквы и моркови в производстве галет функционального назначения

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Шутилин Ю.Ф., Щербакова М.С., Хрипушин В.В., Борисова И.А. Изучение характеристик порошков полимеров для 3D-печати
Даин И.А., Логинов С.В., Лебедев А.В., Стороженко П.А. Синтез борсодержащих производных трис (2-гидроксиэтил) аммония и их влияние на рост и развитие растений
Бондарева Л.П., Русина Е.В., Овсянникова Д.В. Соединения лейцина с катионами меди (II) в водных растворах
Болотов В.М., Горина Е.Г., Мелентьева А.С. Разработка технологий алкилирования гидрохинона алифатическими спиртами
Шутилин Ю.Ф., Тихомиров С.Г., Семенова Э.Е., Карманов А.В., Власова Л.А. Оптимизация свойств радиационного регенерата, применяемого в эластомерных кровельных материалах

БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ

Поletaева Ю.Е., Григорьева А.Е., Довыденко И.С., Рябчикова Е.И. Особенности электронно-микроскопической визуализации мягких наночастиц на основе фосфолипидов
Корнеева О.С., Чернков Д.А., Толкачева А.А., Пonomarev П.Г. Ферменты промышленного назначения – обзор рынка ферментных препаратов и перспективы его развития
Евдокимова К.В., Слащинина Я.А., Тумайкин Г.Г., Толкачева А.А., Чернков Д.А. Изучение влияния биостимуляторов на активность бактериальных и грибных гидролаз
Глотова И.А., Курчаева Е.Е., Ухина Е.Ю., Рязанцева А.О. Подходы к получению и применению микробной транsgлутаминазы в эмульгированных мясо-растительных системах
Павленкова С.В., Шуваева Г.П., Мирошнichenko Л.А., Свиридова Т.В., Мотина Е.А., Корнеева О.С. Сравнительная характеристика качественных показателей амарантового и кукурузного силоса

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Мерзлиника Г.С., Рыльщикова С.А. Концептуальные основы превентивного антикризисного управления предприятием
Тарновский В.В. Экономика культуры и культура экономики: институциональный аспект
Панькин А.Б., Мурзабеков А.Б., Шагаева Н.А. Формирование основ управленческой культуры у магистрантов направления «Педагогическое образование»
Серебрякова Н.А., Волкова С.А., Шендрикова О.О., Волкова Т.А. Роль человеческого капитала в современной экономике и показатели ее оценки
Закирова Э.Р. Государственно-частное партнерство: аспекты применения в аграрной сфере
Хорев А.И., Мянoвская Е.И., Бухарин С.В. Обобщенный показатель платежеспособности и ликвидности промышленных предприятий

- Kalchenko O.A., Tikhomirov A.F., Evseeva S.A.** 274 Sustainability-oriented innovative projects (experience of Russia and Saint-Petersburg)
- Asmolova M.S., Dedov S.V.** 282 Integration aspects of the system of resources' provision for innovation activity
- Minasyan G.G.** 289 Project management in the sphere of innovations: interdisciplinary approach
- Mordovin A.V., Polusmakova N.S.** 297 Digital advertising in cross-channel communications
- Stukalo O.G., Dombrovskaya Ya.P., Aralova S.I.** 306 Improving the competitiveness of catering enterprises through innovative food
- Ovchinnikova T.V., Belyaeva G.V., Kolesnikova E. Yu., Kolomytseva O. Yu.** 313 The system of innovative development of the agroindustrial complex in order to ensure the economic security of the region
- Osetskaya M.M., Momot O.A.** 320 Economic aspects of food irradiation
- Sviridova T.G.** 330 Approaches to the creation of favorable conditions for innovative activity development in the history of the development of the economy
- Dudchak V.V., Padalkin V.Yu., Prygunkov A.M.** 339 Implementation of the development strategy of integrated structures on the basis of enterprise's innovative activity assessment
- Kiseleva I.A., Simonovich N.E., Litvinova A.V., Shapovalov Yu.A.** 344 Innovation risks in the market of tourist services
- Stukalo O.G., Tekut'eva Yu.A.** 350 Functional foods as a way of strengthening food security
- Gushchina I.A.** 358 Minimization of transaction costs in the process of reproduction of national wealth
- Gurina M.A., Moiseev A.D.** 363 The social responsibility as the basis for effective management and the condition for increasing the modern organization competitiveness
- Ustyugova I.E.** 370 Prospects of integration cooperation of the constituent entities of the local market of meat products
- Gurina M.A.** 378 Creating an effective system of quality management in health care organizations through the implementation of technology lean production
- Plaksunova T.A., Safronov O.M., Cherniavsky J.N.** 385 Institutional preconditions of socio-ecological-economic regulation of environmental management activities
- Bagretsov S.A., Petrov D.M., Khorev A.I., Gavrilov A.V.** 393 The uncertainty of marketing research in the formation of prices of production
- Кальченко О.А., Тихомиров А.Ф., Евсеева С.А.** 274 Инновационные проекты, ориентированные на устойчивое развитие (опыт России и Санкт-Петербурга)
- Асмолова М.С., Дедов С.В.** 282 Интеграционные аспекты системы ресурсного обеспечения инновационной деятельности
- Минасян Г.Г.** 289 Проектное управление в сфере инноваций: междисциплинарный подход
- Мордовин А.В., Полусмакова Н.С.** 297 Цифровая реклама в кросс-канальных коммуникациях
- Стукало О.Г., Домбровская Я.П., Аралова С.И.** 306 Инновации как фактор повышение конкурентоспособности предприятий общественного питания
- Овчинникова Т.И., Беляева Г.В., Колесникова Е.Ю., Коломытцева О.Ю.** 313 Система инновационного развития агропромышленного комплекса в целях обеспечения экономической безопасности региона
- Осецкая М.М., Момот О.А.** 320 Экономические аспекты облучения пищевых продуктов
- Свиридова Т.Г.** 330 Подходы к созданию благоприятных условий для осуществления инновационной деятельности в истории развития экономики
- Дудчак В.В., Падалкин В.Ю., Прыгунков А.М.** 339 Реализация стратегии развития интегрированных структур на основании оценки инновационной активности предприятия
- Киселева И.А., Симонович Н.Е., Литвинова А.В., Шаповалов Ю.А.** 344 Инновационные риски на рынке туристических услуг
- Стукало О.Г., Текутьева Ю.А.** 350 Функциональные продукты питания как способ укрепления продовольственной безопасности региона
- Гущина И.А.** 358 Минимизация транзакционных издержек в процессе воспроизводства национального богатства
- Гурина М.А., Моисеев А.Д.** 363 Социальная ответственность как основа эффективного управления и условие повышения конкурентоспособности современной организации
- Устюгова И.Е.** 370 Перспективы интеграционного взаимодействия субъектов локального рынка мясной продукции
- Гурина М.А.** 378 Создание эффективной системы управления качеством в медицинских организациях на основе внедрения технологии «бережливого» производства
- Плаксунова Т.А., Сафронов О.М., Чернявская Ю.Н.** 385 Институциональные предпосылки социо-эколого-экономического регулирования природохозяйственной деятельности
- Багрецов С.А., Петров Д.М., Хорев А.И., Гаврилов А.В.** 393 Учёт неопределённости маркетинговых исследований при формировании цены продукции

Процессы и аппараты пищевых производств

Оригинальная статья/Original article

УДК 66.061

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-11-17>

Критериальное моделирование процесса центробежного разделения утфеля III кристаллизации

Анатолий А. Славянский	¹	anatoliy4455@yandex.ru
Евгений В. Семенов	¹	sem-post@mail.ru
Сергей Т. Антипов	²	ast@vsuet.ru

¹ Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

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

Реферат. Фильтрующие центрифуги непрерывного действия (ФЦНД) используют в пищевой, химической и других отраслях промышленности. Данный тип машин предназначен для разделения суспензий с нерастворенной твердой фазой, обезвоживания кристаллических и зернистых продуктов, классификации материалов по крупности, осветления суспензий малой концентрации. Центрифуги такого типа применяют также для разделения суспензий с твердой фазой, крупностью частиц 5–74 мкм и объемным содержанием 5–30%. Характерной конструктивной особенностью таких центрифуг является барабан в виде дырчатого ротора. При количественном анализе процесса разделения суспензий на ФЦНД необходимо учитывать структуру потока, кинетику формирования осадка на стенке ротора, гущенность обрабатываемой жидкостной системы, вариативность частиц взвеси по размеру. Цель работы: с позиций теории подобия физических процессов, на примере центробежного разделения утфеля третьего продукта, количественно проанализировать кинетику выделения из сахаросодержащего раствора кристаллов сахарозы и обезвоживания данного раствора в рабочем объеме фильтрующей центрифуги непрерывного действия. В основу исходных положений исследуемого процесса положили механические и геометрические параметры центробежного оборудования типа ФЦНД, а также физико-механические и дисперсионные характеристики обрабатываемой жидкостной системы. Что позволило на базе физико-математического моделирования количественно проанализировать кинетику выделения из сахаросодержащего раствора среднedisперсных по составу кристаллов сахарозы, а также рассчитать процесс обезвоживания данного раствора в рабочем объеме фильтрующей центрифуги непрерывного действия. В качестве управляющего параметра процесса использовали коэффициент осветления – синтетический (интегративный) показатель остроты разделения жидкостной системы. В результате численного эксперимента по анализу зависимости коэффициента осветления от производительности центрифуги на оборудовании типа ФВИ-1001К-1 получены данные, близкие наблюдаемым на реальной центрифуге.

Ключевые слова: суспензия, частица, сахароза, фильтрующая центрифуга непрерывного действия

Criterial modeling of centrifugal separation process of massecuite III crystallization

Anatolii A. Slavyanskii	¹	anatoliy4455@yandex.ru
Evgeniy V. Semenov	¹	sem-post@mail.ru
Sergey T. Antipov	²	ast@vsuet.ru

¹ K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University), Zemlyanoi val st., 73, Moscow, 109004, Russia

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

Summary. Continuous filter centrifuges (CFCs) are used in the food, chemical and other industries. This type of machines is designed for separation of suspensions with undissolved solid phase, dehydration of crystalline and granular products, classification of materials by size, clarification of low concentration suspensions. Centrifuges of this type are also used for the separation of suspensions with a solid phase, particle size 5-74 microns and a volume content of 5-30%. A characteristic constructive feature of such centrifuges is a drum in the form of a hole rotor. When analyzing the process of suspensions separation into the CFCs quantitatively, it is necessary to take into account the flow structure, the kinetics of sediment formation on the rotor wall, the condensation of the liquid system being treated, and the particle size variation of the slurry. The aim of the work: from the viewpoint of the theory of the similarity of physical processes, using the example of the centrifugal separation of the third product's massecuite, to analyze quantitatively the kinetics of sucrose crystals isolation from the sugar-containing solution and dehydrate this solution in the working volume of the continuous filter centrifuge. The mechanical and geometrical parameters of the centrifugal equipment of the CFCs type, as well as the physicommechanical and dispersion characteristics of the liquid system being treated, were considered as the basis for the initial positions of the process under study. This allowed quantitative analysis of the kinetics of isolation from the sugar-containing solution of medium-dispersed sucrose crystals on the basis of physical and mathematical modeling, as well as to calculate the process of dehydration of this solution in the working volume of a continuous filtering centrifuge. As the controlling parameter of the process, the coefficient of clarification - the synthetic (integrative) index of the severity of the separation of the liquid system was used. As a result of a numerical experiment on the analysis of the dependence of the clarification coefficient on the productivity of a centrifuge on equipment of the FVI-1001K-1 type, data similar to those observed in a real centrifuge were obtained.

Keywords: suspension, particle, sucrose, continuous filter centrifuge

Для цитирования

Славянский А.А., Семенов Е.В., Антипов С.Т. Критериальное моделирование процесса центробежного разделения утфеля III кристаллизации // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 11–17. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-11-17

For citation

Slavyanskii A.A., Semenov E.V., Antipov S.T. Criterial modeling of centrifugal separation process of massecuite III crystallization. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 11–17. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-11-17

Введение

Технологический поток получения товарного кристаллического сахара в продуктовом отделении сахарного завода на одном из заключительных этапов включает обработку в центробежном силовом поле утфеля последней кристаллизации – «желтого» сахара, который идет на растворение или аффинацию и последующую переработку. Причем оттек, получающийся в результате центрифугирования последнего утфеля, отводится в виде конечного продукта – мелассы – субстанции, уже не подлежащей дальнейшей кристаллизации.

При исследовании процесса разделения утфеля III, как и при соответствующей обработке утфелей других кристаллизаций, выделяют одновременно развивающиеся процессы осаждения кристаллов сахарозы на фильтрующей поверхности ротора и отвода оттека из рабочего объема машины.

В последующем кристаллы сахарозы подвергают обработке промыванием водой или сахаросодержащим раствором слоя осевшего на стенке ротора кристаллов сахара, его просушивание и др.

В настоящей работе рассматривается вопрос физико-математического моделирования и численного анализа собственно совместно протекающих процессов осаждения кристаллов сахарозы на фильтрующей поверхности ротора и отвода межкристалльного раствора (мелассы) из рабочего объема машины типа ФЦНД.

Известно, что количественный анализ процесса разделения суспензий с помощью машины данного типа затруднен тем, что этот процесс развивается в рабочем объеме оборудования, имеющего сложную цилиндрикоконическую форму, в условиях значительной плотности обрабатываемой жидкостной системы, вариативности частиц твердой фазы по размеру и др.

Поэтому в работах [1–8], посвященных исследованию процесса разделения суспензий в ФЦНД, кинетики накопления, промывания и обезвоживания слоя осадка кристаллов, с целью преодолеть трудности расчетного характера, авторы работ исходили из ряда допущений, упрощающих постановку и решение данной комплексной задачи. Однако при этом оказались не учтенными такие особенности процесса как дисперсность взвеси, фактор стесненности осаждения твердых частиц в жидкости, кинетика накопления осадка и др.

Применительно к количественному анализу близкой по содержанию рассматриваемой здесь проблемы, а именно, задаче об обработке утфеля I кристаллизации [6], следует отметить, что в данной работе предложен более обоснованный по сравнению с ранее известными аналогами количественный анализ процесса разделения

суспензии в рабочем объеме фильтрующей центрифуги периодического действия. Причем в предложенной с учетом особенностей анализируемого явления в работе [6] предлагается методика расчета процесса на базе средств современных информационных технологий. Используя данную методику, разработчик инновационного продукта получает возможность производить необходимое корректное прогнозирование процесса на базе режимных параметров проектируемого оборудования.

В то же время, имея в виду большое число, часто варьируемых в заметном интервале определяющих протекание процесса центробежного разделения суспензии в ФЦНД физико-механических, геометрических и режимных параметров, для практических целей желательно располагать выражениями параметров управления данным процессом на основе безразмерных и критериальных величин. Что позволяет снизить количество этих параметров, и, кроме того, адаптировать результаты лабораторных исследований на натурные образцы центробежного оборудования.

Изучая процесс седиментации в гетерогенной системе «жидкость + твердое» в роторе центрифуги с непрерывной выгрузкой осадка, используют допущения о том, что данная система содержит зернистую агрегативно устойчивую взвесь из частиц небольшим размером δ сферической формы, частицы в процессе осаждения не слипаются и не сцепляются друг с другом, не изменяют свою форму и размеры. Дополнительно предполагают, что плотность ρ_t твердого выше плотности $\rho_{ж}$ жидкости, а суспензия, с заданным гранулометрическим составом твердой фазы и объемным содержанием твердого s , предварительно равномерно перемешана. Что, в целом, не сильно искажает рассматриваемое реально протекающее явление.

Исходя из принятых положений, количественный анализ процесса центрифугирования суспензии в роторе ФЦНД осуществляют по трем этапам.

На первом этапе проводят обоснование геометрических параметров цилиндра, моделирующего коническую часть ротора центрифуги.

Второй этап расчета отводится анализу кинетики пробной частицы твердой фазы заданным размером в потоке жидкости в рабочем объеме центрифуги.

На третьем этапе исследования, на базе найденного выражения текущего критического диаметра частицы, заданной дисперсности твердой фазы в исходной субстанции и интегрального показателя эффективности процесса разделения суспензии, на конкретном примере, проводится численный расчет исследуемого процесса с содержательным анализом результатов расчета по критериальным параметрам.

Первый этап исследования

С гидродинамической точки зрения разделение суспензии в роторе ФЦНД представляет собой кинетический процесс обработки в центробежном силовом поле двух различающихся по плотности взаимодействующих и взаимопроницающих сред в канале, ограниченном сопрягающимися стенками цилиндра и конуса.

Поскольку процесс разделения суспензии реализуется в основном на ситовой поверхности конической части ротора ФЦНД, то сначала проводят обоснование приближенной геометрической модели канала для данного участка ротора. Для чего, учитывая, что формализация и количественное моделирование собственно процесса разделения жидкостной системы в общем виде затруднено, при постановке и решении данной задачи ее упрощают, используя специфические особенности исследуемого явления.

Так, течение жидкости в роторе фильтрующей центрифуги с рабочим объемом цилиндрико-конической формы и с полууглом конусности α порядка 30° принимают за осесимметричный тонкослойный поток (в реальных условиях отношение средней толщины h_{cp} слоя жидкости к его длине L по порядку величин $\frac{h_{cp}}{L} \approx 1\%$), а характер течения жидкости – как ламинарный и безнапорный (рисунок 1).

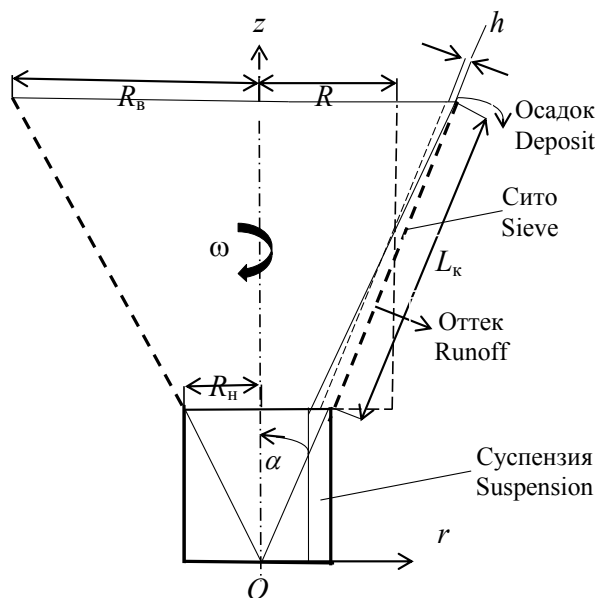


Рисунок 1. Схема к расчету геометрических параметров ротора центрифуги

Figure 1. The scheme to calculation of geometrical parameters of a rotor of the centrifuge

Тогда, если $R_н$ и $R_в$ – соответственно, радиус нижнего и верхнего сечений конической части ротора, то в качестве радиуса R цилиндра, моделирующего данную часть ротора, приближенно принимают полусреднее значение из величин

нижнего и верхнего сечений конической части ротора, т. е. полагают

$$R = (R_н + R_в) / 2, \quad (1)$$

а в качестве радиуса r_0 свободной поверхности потока

$$r_0 = R - h, \quad (2)$$

где R – вычисляют по (1), h – средняя толщина потока.

В допущении, что суспензия перемещается по ситовой поверхности в поршневом режиме, среднее значение скорости $v_z = w_0$ потока в осевом направлении определяют по формуле

$$w_0 = \frac{Q}{\pi(R^2 - r_0^2)}, \quad (3)$$

где Q – производительность (расход) центрифуги по суспензии, R и h заданы по (1) и (2).

В свою очередь, если пренебречь влиянием осадка на фильтрующую способность центрифуги, то скорость по радиусу $u = u_r$ фильтрации жидкости через ситовую поверхность ротора рассчитывают согласно закону Дарси [3]

$$u = \frac{k_0}{\mu} \rho \omega^2 R, \quad (4)$$

где k_0 – коэффициент проницаемости ситовой поверхности, μ – динамическая вязкость жидкости, ρ – плотность жидкой фазы суспензии.

В таком случае, если полагать, что в роторе центрифуги жидкая фаза суспензии полностью фильтруется через ситовую поверхность, то расчетное значение эффективной длины составит

$$L = Q / (2Ru), \quad (5)$$

где u вычисляют по (4).

Второй этап исследования

Учитывая, что в процессе седиментации твердой фазы действующие в суспензии на твердую частицу силовые факторы ориентированы в основном по радиусу, а частица перемещается по осадку взвешенная с расходной скоростью $w_0 = u_z$, согласно принципу Даламбера, в связанной с ротором системе координат r и z (рисунок 2) в проекциях по осям r и z условия равновесия приложенных к частице сил приближенно записывают в виде уравнений кинетики частицы [7]

$$k\delta^2 r - (v_r - u_r) = 0, \quad (6)$$

$$v_z - u_z = 0, \quad (7)$$

где

$$k = \omega^2 \Delta / (18\mu), \quad (8)$$

ω – угловая скорость ротора, рад/с; $\Delta = \rho_1 - \rho > 0$, ρ и ρ_1 – соответственно, плотность жидкой и твердой фаз суспензии, кг/м³; μ – динамическая вязкость жидкости, Па·с; δ – диаметр частицы, м;

r – текущий радиус частицы, м; u_r , v_r – соответственно, переносная скорость жидкости и скорость частицы, по радиусу м/с; u_z , v_z – скорость жидкости и скорость частицы по оси ротора, м/с.

Поскольку решением системы уравнений (6), (7) является

$$v_r = u + k\delta^2 r, \quad v_z = w_0 \quad (9)$$

где $u = u_r$, k – определяют по (8), то исходя из дифференциального уравнения траектории частицы $dr/dz = v_r/v_z$, с учетом (9), приходят к дифференциальному уравнению

$$\frac{dr}{kr\delta^2 + u} = \frac{dz}{w_0}. \quad (10)$$

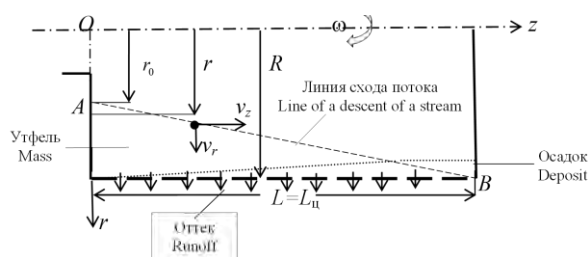


Рисунок 2. Схема к расчету процесса осаждения твердой фазы в роторе центрифуги

Figure 2. The scheme to calculation of process of sedimentation of a firm phase in a centrifuge rotor

При этом на базе (10), выражающее связь между параметрами потока жидкости и крупностью разделения (текущим критическим диаметром δ) для перемещающейся по траектории AB (где $A(r, 0)$, $B(R, L)$) гипотетической частицы, характеристическое уравнение имеет вид

$$\int_r^R \frac{dr}{k\delta^2 r + u} = \int_0^L \frac{dz}{w_0}. \quad (11)$$

В силу того, что разделению жидкостных систем в роторах машин типа ФГШ обычно подвергают сгущенные суспензии, скорость седиментации частиц по радиусу корректируют множителем [6]

$$U = U(c) = (1 - c)^3 < 1, \quad (12)$$

где c – объемная концентрация твердой фазы в суспензии.

В результате чего вместо уравнения (11) используют уточненное соотношение

$$\int_r^R \frac{dr}{kU\delta^2 r + u} = \int_0^L \frac{dz}{w_0},$$

интегрируя которое получают характеристическое уравнение, куда входит параметр δ – собственное значение (текущий критический диаметр) краевого

двухточечной задачи для частицы, перемещающейся по траектории AB (рисунок 2)

$$F(\delta, r) = \ln\left(\frac{kU\delta^2 R + u}{kU\delta^2 r + u}\right) - \frac{kU\delta^2 L}{w_0} = 0. \quad (13)$$

Полагая в (13) $r = r_0$, приходят к характеристическому уравнению для $\delta = \delta_{кр}$ – глобальному (наибольшему по величине) расчетному значению критического диаметра.

Учитывая, что уравнение (13) включает параметр δ неявным образом, данный параметр находят расчетным способом с помощью оператора

$$\delta(r) = F^{-1}(r, \omega, c, \mu, \delta), \quad (14)$$

обратного заданному по (13) оператору F .

Третий этап исследования

На базе (14) определяют относительную массу η оседающего твердого (коэффициент осветления, %), составляющую [3]

$$\eta = \frac{m_1(t)}{m_0} = \frac{200}{r_1^2 - r_0^2} \int_{r_0}^{r_1} \Phi[\delta(r)] r dr, \quad (15)$$

где m_0 , m_1 – соответственно, масса частиц в исходной суспензии и в осадке, $\Phi(\delta)$ – массовая характеристическая функция распределения частиц такая, что

$$\Phi(\delta) = \frac{m(\delta > \delta')}{m_0},$$

m – масса частиц размером $\delta > \delta'$, m_0 – масса частиц в исходной суспензии, δ' – зависящий от параметров управления критический диаметр вычисляют по (13).

Численный эксперимент

В соответствии с предложенной на базе (14), (15) расчетной схемой и технических параметров промышленной центрифуги ФВИ-1001К-1 [5] осуществляли количественный анализ эффективности процесса центробежного разделения суспензии, выбирая в качестве пробной модели жидкостной системы утфель III кристаллизации.

Параметры центрифуги ФВИ-1001К-1: производительность машины по осадку $Q_m = 8$ т/ч; $R_n = 0,167$ м, $R_b = 0,5$ м – соответственно, радиус нижнего и верхнего сечения конической части ротора; $R = 0,333$ м приведенный радиус цилиндра, $L = L_n = 0,652$ м – длина ротора, $h = 5$ мм – средняя по длине ротора толщина потока суспензии, $r_0 = 0,328$ м – радиус свободной поверхности потока; угловая скорость ротора $\omega = 183$ рад/с.

Физико-механические параметры утфеля (ориентировочно): $c = 0,3 \dots 0,5$ – объемная концентрация кристаллов сахарозы в утфеле; $\rho_1 = 1560$, $\rho = 1450$ кг/м³ – соответственно, плотность сахарозы и межкристального раствора; $\mu = 2$ Па·с – динамическая вязкость межкристального раствора; $k_0 = 2 \times 10^{-10}$ м² – коэффициент проницаемости ситовой поверхности [3, 8].

Предполагали, что массовая характеристическая функция распределения твердой фазы по крупности определяется зависимостью

$$\Phi(\delta) = \begin{cases} 1 & \text{при } 0 \leq \delta \leq \delta_1, \\ (\delta_2 - \delta) / (\delta_2 - \delta_1) & \text{при } \delta_1 < \delta < \delta_2, \\ 0 & \text{при } \delta \geq \delta_2, \end{cases} \quad (16)$$

где $\delta_1 = 10^{-4}$ м, $\delta_2 = 10^{-3}$ м, соответственно, минимальный и максимальный диаметр частицы твердой фазы (сахарозы).

Учитывая разнообразие физико-механических и геометрических параметров, определяющих протекание процесса центробежного разделения суспензии в ФЦНД, целесообразно располагать выражениями параметров управления данным процессом в безразмерной форме, с использованием критериальных величин. Для чего в качестве характерных величин процесса выбирали R , ω и ρ – соответственно, радиус цилиндра, угловая скорость ротора и плотность межкристального раствора, что позволяет сократить количество переменных задачи на три – по числу характерных величин.

В результате чего, в рамках критериального моделирования, расчетная формула (14) выражается через критериальные комплексы: $Ta = (\omega R^2 / \nu)^2$ – число Тейлора (первое) – удельное значение центробежной силы по отношению к вязкостной силе, $\nu = \mu / \rho$ – кинематическая вязкость жидкости, и число Рейнольдса $Re = w_0 R / \nu$ – удельное значение силы инерции в осевом направлении к силам вязкости. А также симплексные величины: $\xi = L / R$ – удельное значение длины цилиндра к его радиусу; $\chi = \rho_1 / \rho$ – отношение плотностей сахарозы и межкристального раствора (эффективная плотность); $\kappa = k_0 / R^2$ – удельное значение коэффициента k_0 проницаемости ситовой поверхности в долях площади сечения цилиндра.

Поэтому вместо формулы (13) получают характеристическое уравнение

$$\phi(r, Ta, Re, c, \lambda, \xi, \chi, \bar{\delta}) = \ln\left(\frac{\bar{\delta}^2 + \lambda}{\bar{\delta}^2 (r/R) + \lambda}\right) - \frac{UTa(\chi - 1)\xi\bar{\delta}^2}{18Re} = 0 \quad (17)$$

где $\lambda = 18\kappa / [U \cdot (\chi - 1)]$, $\bar{\delta} = \delta / R$ – безразмерный диаметр частицы, выраженный в долях R – радиуса цилиндра, $U = U(c)$ – вычисляется по (12).

При этом в соответствии с (17) коэффициент осветления η составляет

$$\eta = \frac{m_1(t)}{m_0} = \frac{200}{r_1^2 - r_0^2} \int_{r_0}^{r_1} \Phi[R\delta(r)] r dr, \quad (18)$$

где

$$\delta = \phi^{-1}(r, Ta, c, \lambda, \xi, \chi) \quad (19)$$

оператор, обратный (17), черточки над безразмерным диаметром δ по умолчанию опущены.

Формулы (7), (11), (14), (16), (18), (19) являются базовыми при количественном моделировании процесса разделения суспензии в роторе ФЦНД.

При выбранных значениях режимных параметров центрифуги ФВИ-1001К-1 получили следующие величины: на основе формулы (3) значение расходной скорости потока составило $w_0 = 0,214$ м/с, период $T = L / w_0$ пребывания пробной частицы в роторе $T = 3,05$ с (что близко к наблюдаемому значению периода T в реальных условиях [5]), а также значения безразмерных параметров $Ta = 2,18 \times 10^8$; $Re = 51,67$; $\xi = 1,96$; $\chi = 1,08$; $\kappa = 1,8 \times 10^{-9}$; $\lambda = 1,98 \times 10^{-6}$. Поэтому при числовых расчетах числу Тейлора придавали значения $Ta = 2,1 \times 10^8$; $2,3 \times 10^8$, а число Рейнольдса варьировали в области значений $Re = 50-100$ (рисунки 3, 4).

Результаты расчетов на базе приведенных параметров и решения уравнения (15) по глобальному критическому диаметру частиц показаны в виде графиков рисунка 3.

Визуальный анализ кривых данного рисунка выявляет согласующуюся с физическим смыслом задачи зависимость глобального критического диаметра $\delta_{кр}$ частиц от режимных параметров процесса центрифугирования (при фиксированных значениях остальных параметров): возрастание $\delta_{кр}$ (что соответствует ухудшению условий разделения суспензии) вместе с увеличением концентрации твердой фазы и параметра управления – числа Рейнольдса (т. е. когда расход суспензии растет), и убывание $\delta_{кр}$ в том случае, когда число Ta Тейлора растет, что свидетельствует об улучшении условий разделения суспензии (рисунок 3, кривые 1, 3 и 2, 4).

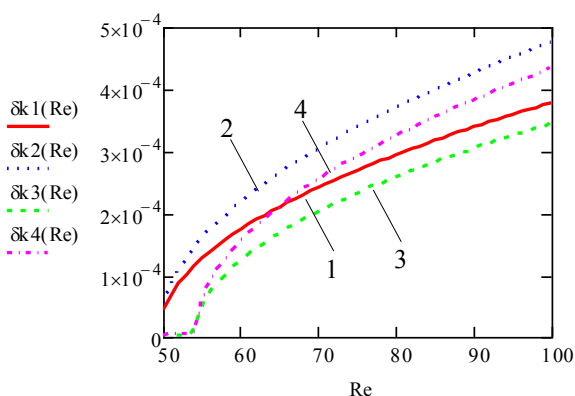


Рисунок 3. Зависимости глобального критического диаметра частицы δ_k (м) от числа Рейнольдса при различных значениях числа Тейлора и объемной концентрации c кристаллов сахарозы ($Ta = 2,1 \times 10^8$: 1 – $c = 0,3$, 2 – $c = 0,4$; $Ta = 2,3 \times 10^8$: 3 – $c = 0,3$, 4 – $c = 0,4$)

Figure 3. Dependences of global critical diameter of a particle δ_k (m) on Reynolds's number at various values of number of Taylor and volume concentration c of crystals of sucrose ($Ta = 2,1 \times 10^8$: 1 – $c = 0,3$, 2 – $c = 0,4$; $Ta = 2,3 \times 10^8$: 3 – $c = 0,3$, 4 – $c = 0,4$)

В свою очередь, для принятого в форме (17) распределения твердого в жидкости визуализация данных рисунок 4 также подтверждает соответствие рассчитанных данных физическому смыслу процесса центрифугирования. А именно, отмечается убывание коэффициента осветления η , когда концентрация c увеличивается, т. е. выявляется снижение эффективности процесса разделения суспензии при большей сгущенности взвеси в суспензии (соответственно, кривые 1 и 2; 3 и 4, рисунок 4) и параметра управления – числа Рейнольдса (все кривые рисунка 4).

В свою очередь, как и должно быть, коэффициент η возрастает, (т. е., острота разделения суспензии повышается), когда число Ta Тейлора растет (а, значит, увеличивается и движущая сила процесса), что свидетельствует об улучшении условий разделения суспензии (соответственно, кривые 1 и 3; 2 и 4 того же рисунка).

Для режимных значений параметров машины $Ta = 2,18 \times 10^8$; $Re = 51,67$; $c = 0,4$ расчет

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Славянский А.А. Промышленное производство сахара. М.: МГУТУ имени К.Г.Разумовского, 2015. 255 с.
- 2 Сапронов А.Р., Сапронова Л.А., Ермолаев С.В. Технология сахара. СПб: Профессия, 2013. 295 с.
- 3 Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. В двух томах. М: АльянС, 2015. С 400, 368.
- 4 Жуков В.Г., Андреев Н.Р., Лукин Н.Д., Костенко В.Г. Совершенствование фильтрующих центрифуг для выделения крахмала из крахмалосодержащих суспензий // Достижения науки и техники АПК. 2014. Т.28. № 12. С. 60–62.

коэффициента осветления и данные рисунка 4 дают значение $\eta = 100\%$, т. е., согласно расчету, в процессе эксплуатации центрифуга типа ФВИ-1001К-1 реализует полное осаждение кристаллов сахара и отвод оттока на ситовой поверхности машины.

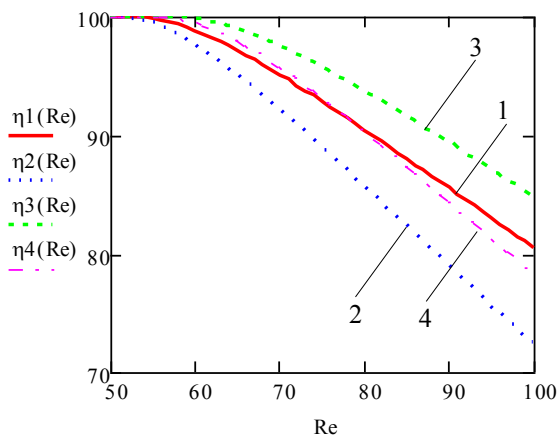


Рисунок 4. Зависимости относительной массы η (%) оседающих частиц (коэффициента осветления) от числа Рейнольдса при различных значениях числа Тейлора и объемной концентрации c кристаллов сахарозы ($Ta = 2,1 \times 10^8$: 1 – $c = 0,3$, 2 – $c = 0,4$; $Ta = 2,3 \times 10^8$: 3 – $c = 0,3$, 4 – $c = 0,4$)

Figure 4. Dependences of relative mass η (%) of the settling particles (clarification coefficient) on Reynolds's number at various values of number of Taylor and volume concentration c of crystals of sucrose ($Ta = 2,1 \times 10^8$: 1 – $c = 0,3$, 2 – $c = 0,4$; $Ta = 2,3 \times 10^8$: 3 – $c = 0,3$, 4 – $c = 0,4$)

Заключение

На примере центрифуги ФВИ-1001К-1, согласно проведенному количественному анализу процесса разделения жидкостной системы типа утфеля последней кристаллизации, показано, что использование в сахарной промышленности для обработки утфеля третьего продукта центрифуги типа ФВИ-1001К-1 и близких к ней по режимным параметрам машин целесообразно.

5 Голыбин В.А., Федорук В.А., Кульнева Н.Г. Технологическое оборудование сахарных заводов. Воронеж: ВГУИТ, 2012. 172 с.

6 Семенов Е.В., Славянский А.А., Карамзин А.В. Количественное моделирование процесса разделения суспензий в роторе фильтрующей центрифуги периодического действия // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2014. № 11. С. 7–10.

7 Ruslim F. Modified lab-scale beaker centrifuge as a tool for investigation on filter cake washing processes // Aufbereitungstechnik. 2006. V. 47. № 11. P. 20–31.

8 Zhukov V.G., Chesnokov V.M. Free-flow centrifugal filtration with regulated dwell time of sediment in a conical sieve // Chemical and petroleum engineering. 2015. V. 50. № 11–12. P. 685–691. doi: 10.1007/s10556-015-9962-x.

REFERENCES

- 1 Slavyanskiy A.A. Promyshlennoe proizvodstvo sahara [Industrial production of sugar]. Moscow, Razumovsky MSUTM, 2015, 255 p. (in Russian).
- 2 Saprionov A.R., Saprionova L.A., Ermolaev S.V. Tehnologiyasahara [Technology of sugar]. Saint Petersburg, Professiya, 2013, 295 p. (in Russian).
- 3 Dyitnerskiy Yu.I. Protsessy i apparaty himicheskoy tehnologii. V dvuhtomah [Processes and devices of chemical technology]. Moscow, AlyanS, 2015, pp. 400, 368. (in Russian).
- 4 Zhukov V.G., Andreev N.R., Lukin N.D., Kostenko V.G. Improvement of the filtering centrifuges for release of starch from starch-containing suspensions. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AICis], 2014.28. no. 12. pp. 3–11. (in Russian).
- 5 Golyibin V.A., Fedoruk V.A., Kulneva N.G. Tehnologicheskoe oborudovanie saharnykh zavodov [Processing equipment of the sugar plants]. Voronezh, VGUIT, 2012, 172 p. (in Russian).
- 6 Semenov E.V., Slavyanskiy A.A., Karamzin A.V. Numerical simulation of the separation process in suspensions rotor filtering centrifuge periodic action. *Himicheskoe neftegazovomashino stroenie* [Chemical and petroleum engineering], 2014. no. 11. pp. 7–10. (in Russian).
- 7 Ruslim F. Modified lab-scale beaker centrifuge as a tool for investigation on filter cake washing processes. *Aufbereitungs-Technik*. 2006. vol. 47. no. 11. pp. 20–31.
- 8 Zhukov V.G., Chesnokov V.M. Free-flow centrifugal filtration with regulated dwell time of sediment in a conical sieve. *Chemical and petroleum engineering*. 2015. vol. 50. no. 11–12. pp. 685–691. doi: 10.1007/s10556-015-9962-x.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анатолий А. Славянский д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра «Технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий», Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ), Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, anatoliy4455@yandex.ru

Евгений В. Семенов д.т.н., профессор, кафедра «Технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий», Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ), Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, sem-post@mail.ru

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

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Анатолий А. Славянский предложил научную концепцию работы, корректировка рукописи статьи

Евгений В. Семенов обоснование физико-математической модели процесса, несет ответственность за плагиат

Сергей Т. Антипов консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anatoliy A. Slavyanskii Dr. Sci. (Engin.), professor, head of the department, technologies of products from vegetable raw materials and perfume-cosmetic products department, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University), Zemlyanoi val str, 73, Moscow, 109004, Russia, anatoliy4455@yandex.ru

Evgeniy V. Semenov Dr. Sci. (Engin.), professor, technologies of products from vegetable raw materials and perfume-cosmetic products department, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University), Zemlyanoi val str, 73, Moscow, 109004, Russia, sem-post@mail.ru

Sergey T. Antipov Dr. Sci. (Engin.), professor, vice-rector for research and innovation, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru

CONTRIBUTION

Anatoliy A. Slavyanskii proposed a scientific concept, correction of the manuscript

Evgeniy V. Semenov rationale physic-mathematical model of the process, is responsible for plagiarism

Sergey T. Antipov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.1.2017

ACCEPTED 8.1.2017

Смеситель с z-образной рабочей лопастью для высоковязких компонентов

Лариса И. Лыткина ¹	larissaig2410@rambler.ru
Александр А. Шевцов ¹	shevalol@rambler.ru
Софья А. Переверзева ¹	sofya.pereverzeva.96@mail.ru

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

Реферат. Несовершенство смесительной техники сказывается на качестве выпускаемой продукции. Процесс смешивания компонентов относится к наиболее энергоемкому, положительно влияющему на качество готовой продукции и сроки хранения. Разработан смеситель, имеющий три камеры, через которые проходят два вала, при этом быстроходный вал, расположенный в первой камере, установлен внутри тихоходного вала. Особенностью конструкции смесителя является z-образная рабочая лопасть, расположенная на быстроходном валу, с использованием которой улучшается процесс смешивания компонентов. На быстроходном валу после Z-образных лопастей расположены две ленточные спирали разного диаметра с противоположной навивкой, обеспечивающие направление движения потоков смеси навстречу друг другу в виде перекрестного противотока. Рабочими органами (конусообразными лопастями и ленточными спиралями) создаются три вида движения смеси в смесителе: тангенциальное, радиальное и осевое течения. Смеситель позволяет оптимизировать процесс смешивания исходного сырья, различного по своему гранулометрическому составу и физическим свойствам, за счет рационального характера движения смеси в каждой рабочей камере в зависимости от функционального назначения продукта. Кроме этого, расширяется область применения смесителя за счет достигнутой универсализации механизма перемешивания с учетом особенностей физико-механических свойств исходных компонентов. Кроме этого, сокращается продолжительность технологического цикла получения готовой смеси, и, следовательно, снижаются удельные энергозатраты на процесс смешивания при достижении наилучшей однородности готовой продукции.

Ключевые слова: смеситель, конструкция, высоковязкая смесь, z-образная рабочая лопасть, процесс смешивания

The mixer with z-shaped working blades for high viscosity components

Larisa I. Lytkina ¹	larissaig2410@rambler.ru
Aleksandr A. Shevtsov ¹	shevalol@rambler.ru
Sofiya A. Pereverzeva ¹	sofya.pereverzeva.96@mail.ru

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

Summary. The imperfection of the mixing technique affects the quality of products. The process of mixing the components is among the most energy-intensive, positively influencing the quality of finished products and shelf life. The mixer, having three chambers, through which pass two shafts, while the high speed shaft located in the first chamber, is installed inside the low-speed shaft. The design feature of a mixer is a z-shaped working blade, located on the fast shaft, which improves the process of mixing the components. On a high-speed shaft after the Z-shaped blades are two tape spirals of different diameter with opposite winding, providing a direction of flow of the mixture toward each other in a cross-counterflow. Working bodies (cone-shaped blades and band spirals) are three kinds of the movement of the mixture in the mixer: tangential, radial and axial flow. Mixer allows to optimize the mixing process of raw materials, different in grain-size composition and physical properties, due to the rational character of the movement of the mixture in each working chamber depending on the functional purpose of the product. In addition, expanding the scope of the mixer due to the achievement of the universalization of the mechanism of mixing taking into account characteristics of physical and mechanical properties of initial components. In addition, decreasing the duration of the technological cycle of obtaining ready mix, and hence reduce the specific energy consumption of the mixing process in achieving a better homogeneity of the finished product.

Keywords: mixer, construction, high viscosity mixture, z-shaped working blade, mixing process

Введение

Комбикормовая промышленность является одной из старейших отраслей промышленности России, которая в последнее десятилетие интенсивно развивается. Построены и строятся новые заводы, перевооружаются действующие. В настоящее время в отрасли интенсивно идет работа по разработке и внедрению различных высокоэффективных машин и аппаратов, которые должны способствовать снижению удельных энергозатрат при создании энерго- и ресурсосберегающих технологий.

На фоне несбалансированного кормления и дефицита ряда веществ у крупного рогатого скота существует риск снижения репродуктивной

функции, резко снижается количество и качество молока. Как правило, это влечет за собой дополнительные расходы на ветеринарную помощь. В таких условиях необходимы кормовые добавки в виде брикетов-лизунцов, компенсирующие недостаток в микро- и макроэлементах, витаминах и многих других веществах. Минеральная составляющая корма в виде неорганических солей, традиционно используемая в составе брикетов-лизунцов, вызывает затруднения при смешивании всех ингредиентов многокомпонентной смеси.

Процесс смешивания компонентов относится к наиболее энергоемкому, положительно влияющему на качество готовой продукции и сроки хранения. Несовершенство смесительной

Для цитирования

Лыткина Л.И., Шевцов А.А., Переверзева С.А. Смеситель с z-образной рабочей лопастью для высоковязких компонентов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 18–21. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-18-21

For citation

Lytkina L.I., Shevtsov A.A., Pereverzeva S.A. The mixer with z-shaped working blades for high viscosity components. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 18–21. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-18-21

техники снижает качество выпускаемой продукции, обеспечивающей необходимые привесы животных и профилактику заболеваний, создает дополнительные затруднения при смешивании высоковязких компонентов.

Основная часть

Разработана конструкция смесителя с Z-образным рабочим органом для смешивания сыпучих и жидких компонентов, различных по физико-механическим свойствам, при производстве кормовой добавки в виде лизунцов.

Смеситель (рисунок 1) содержит корпус с загрузочными патрубками форсунками, имеет три последовательно расположенных камеры. Внутри корпуса расположены быстроходный и тихоходный валы, причем быстроходный вал

расположен внутри тихоходного вала и проходит через три камеры.

В первой камере установлен быстроходный вал с расположенными в начале двумя очищающими лопастями, а затем – z-образной лопастью. Очищающие лопасти на быстроходном валу и опора между первой и второй камерами корпуса смесителя имеют профиль, соответствующий профилю z-образной лопасти. В верхней части первой камеры расположены форсунки для подачи жидких и вязких компонентов.

Через вторую и третью камеры проходит тихоходный вал, который приводится во вращение от быстроходного вала с помощью планетарной зубчатой передачи, расположенной в опоре между первой и второй камерами корпуса смесителя.

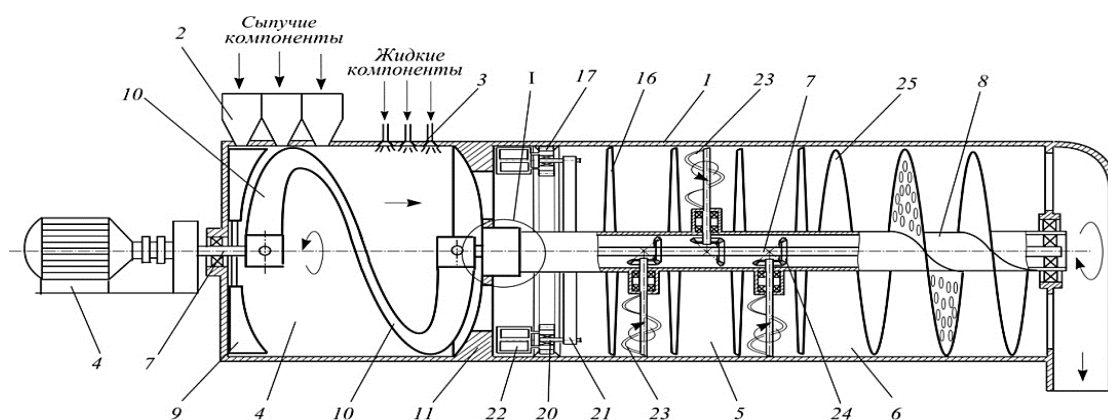


Рисунок 1. Смеситель с Z-образным рабочим органом. Общий вид. 1 – корпус; 2 – загрузочные патрубки; 3 – форсунки; 4–6 – камеры; 7, 8 – быстроходный и тихоходный валы; 9 – очищающие лопасти; 10 – z-образные лопасти; 11 – опора; 16 – конусообразные лопасти; 20 – ось; 21 – стойка; 22 – рамные мешалки; 23 – спирали; 24 – конические зубчатые колеса; 25 – шнек

Figure 1. The mixer with Z-shaped working element. General form. 1 – housing; 2 – loading nozzles; 3 – injectors; 4–6 cameras; 7, 8 – high-speed and low-speed shafts; 9 – cleaning blades; 10 – z-shaped blades; 11 – support; 16 – conical blades; 20 – an axis; 21 – stand; 22 – frame mixers; 23 – spirals; 24 – bevel gears; 25 – auger

Планетарная зубчатая передача состоит из ведущего центрального зубчатого колеса, жестко закрепленного на быстроходном валу неподвижного центрального колеса, жестко закрепленного на внутреннем диаметре (внутри) опоры, ведомых водил и трех сателлитов, вращающихся вместе с водилами вокруг центральной оси валов. Ведомые водила жестко крепятся к тихоходному валу.

Данная планетарная передача обеспечивает противоположное направление вращения водил и центрального колеса, на котором жестко крепится вал, так как передаточное отношение i имеет отрицательное значение $i = -(z_3 / z_1)$, где z_1 и z_3 – соответственно числа зубьев зубчатых колес.

Во второй камере тихоходный вал снабжен конусообразными лопастями. Внутренняя цилиндрическая поверхность второй камеры корпуса смесителя снабжена зубчатым венцом, взаимодействующим с зубчатым колесом, подшипник качения

которого насажен на ось, причем ось закреплена на стойке, которая приварена к тихоходному валу, а к торцевой части зубчатого колеса жестко закреплена рамная мешалка. На тихоходном валу во второй камере между конусообразными лопастями в плоскости, перпендикулярной оси вала, установлены ленточные спирали, приводимые во вращение с помощью конических зубчатых колес от быстроходного вала. Они вращаются с большой круговой частотой и предназначены для турбулизации многофазной смеси, содержащей компоненты с разной дисперсностью частиц.

На находящемся в третьей камере тихоходном валу жестко закреплен однозаходный шнек с переменным шагом витков.

Конфигурация и форма лопастей выбрана с учетом состояния перемешиваемой массы, ее объема, толщины слоя, производительности, соотношения смешиваемых компонентов, степени однородности, способа загрузки компонентов и выгрузки смеси и требований технологии.

Предлагаемый смеситель работает следующим образом.

Исходные сыпучие компоненты загружаются в смеситель через загрузочные патрубки. Включается регулируемый привод, валы приводятся во вращение. При этом тихоходный вал приводится во вращение от быстроходного вала с помощью планетарной зубчатой передачи, расположенной в опоре между первой и второй камерами корпуса. Вращающийся быстроходный вал жестко закрепленным ведущим центральным зубчатым колесом приводит во вращение три сателлита, которые в свою очередь через водила приводят во вращение вал.

Быстроходный вал посредством z-образной лопасти захватывает и начинает перемещать сыпучие компоненты получаемой смеси. Одновременно из форсунок, находящихся в верхней части первой камеры, подаются жидкие и вязкие компоненты. Две очищающие лопасти при вращении очищают внутреннюю поверхность торцевой стенки камеры смесителя от налипших частиц перемешиваемых компонентов.

Затем смесь компонентов последовательно перемещается во вторую камеру смесителя, в которой захватывается вращающимися конусообразными лопастями, расположенными на тихоходном валу, вращающихся посредством планетарной передачи в противоположном направлении.

Рамные мешалки во второй камере, совершающие вращение вокруг собственной оси при движении по внутренней поверхности камеры посредством взаимодействия венца и зубчатого колеса, осуществляют вытеснение смешиваемых высоковязких компонентов из застойных зон смесителя между камерами.

Одновременно с помощью конических зубчатых колес от быстроходного вала приводятся во вращение ленточные спирали, которые обеспечивают радиальное (в плоскости, перпендикулярной оси вала) перемещение смеси от оси вращения к внутренней поверхности корпуса.

Рабочими органами (конусообразными лопастями и ленточными спиралями) создаются три вида движения смеси в смесителе: тангенциальное, радиальное и осевое течения. При тангенциальном течении смесь в смесителе

движется преимущественно по концентрическим окружностям, параллельным плоскости вращения рабочих органов. Перемешивание происходит за счет вихрей, возникающих на их кромках. Качество перемешивания будет наихудшим, когда скорость вращения смеси равна скорости вращения рабочих органов. Радиальное течение характеризуется направленным движением смеси от оси вращения к стенкам смесителя перпендикулярно оси вращения валов. Осевое течение компонентов смеси направлено параллельно оси вращения валов. В предлагаемом смесителе имеют место различные сочетания этих основных типов течения.

Возможно регулирование интенсивности перемещения материала в смесителе при изменении угла поворота конусообразных лопастей в плоскости, перпендикулярной оси вала, и частоты вращения валов.

Заключение

Применение предложенной конструкции смесителя с тремя камерами смешивания, а также оригинальной конструкции вращающихся рабочих органов (лопастей, ленточных спиралей, конусообразных лопастей, однозаходного шнека с переменным шагом витков) позволит повысить однородность высоковязкой многокомпонентной смеси и тем самым улучшить качество конечной продукции.

Смеситель позволяет оптимизировать процесс смешивания исходного сырья, различного по своему гранулометрическому составу и физико-механическим свойствам, за счет рационального характера движения в каждой рабочей камере в зависимости от функционального назначения продукта. За счет рационального характера движения смеси в каждой из трех рабочих камер происходит снижение удельных энергозатрат при достижении наилучшей однородности высоковязкой смеси компонентов. Кроме этого, расширяется область применения смесителя за счет достигнутой универсализации механизма перемешивания с учетом особенностей структурно-механических свойств исходных компонентов, сокращается продолжительность технологического цикла получения готовой смеси.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Стратегия инновационного развития кормопроизводства // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 16–18.
- 2 Шенцова Е.С., Лыткина Л.И., Апалихина О.А., Муравьев А.С. Выбор рациональных параметров технологических условий процесса смешивания при получении кормовых брикетов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 3. С. 61–67.

- 3 Алферов А.С. Экспериментальные исследования процесса смешивания сухих и жидких компонентов комбикормов // Вестник Алтайского государственного университета. 2012. № 10 (96). С. 115–118.

- 4 Шаймерденова Д.А. Влияние факторов на формирование технологического потенциала зерна мягкой пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 205–208. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-205-208

- 5 Jared R. Froetschner. Mixing: Simple process that hides its complexity (Part 2) // FeedTech. 2007. V. 11. № 3. P. 13–15.

- 6 Andersen R.A. Algal culturing techniques. Burlington: Academic Press, 2005. 570 p.

7 Полезная модель 171698 (Российская Федерация), МПК 51 В01 F7/02 (2006.01), В01 F7/08 (2006.01). Смеситель / Апалихина О.А., Переверзева С.А., Сазонова С.И., Шевцов А.А., Лыткина Л.И.; заявл. 11.11.2016, № 2016144385, опубл. 13.06.2017 г., Бюл. № 17.

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

9 Дерканосова А.А., Коротаева А.А. Особенности российского рынка комбикормов и перспективы его развития // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 3 (4). С. 107а–107б.

10 Bessonov I.V., Kopitsyna M.N. New prepreps based on unsaturated polyester resins modified with polysiloxane oligomers // International Polymer Science and Technology. 2016. V. 43. №. 6. С. T49.

11 Kochetov V.I. et al. Strength and stiffness analysis of Z-shape bladed shaft of a dual-shaft mixer // Chemical and Petroleum Engineering. 2013. V. 48. №. 11–12. С. 715–722.

12 Utracki L.A. et al. Compounding polymer blends // Polymer blends handbook. 2014. P. 919–1028.

REFERENCES

1 Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. The Strategy of Innovative Development of Forage Production. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences] 2012. no. 1. pp. 16–18. (in Russian)

2 Shentsova E.S., Lytkina L.I., Apalikhin O.A., Muraviev A.S. Selection of rational parameters of technological conditions of the mixing process in the production of feed briquettes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2016. no. 3. pp. 61–67. (in Russian)

3 Alferov A.S. Experimental studies of the process of mixing dry and liquid components of mixed fod-

der. *Vestnik AltGU* [Proceedings of Altai State University] 2012. no. 10 (96). pp. 115–118. (in Russian)

4 Shaimerdenova D.A. Influence factors on the formation of technological capabilities of grain soft wheat. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. vol. 79. no. 1. pp. 205–208. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-1-205-208

5 Jared R. Froetschner. Mixing: Simple process that hides its complexity (Part 2). *FeedTech*. 2007. vol. 11. no. 3. pp. 13–15.

6 Andersen R.A. *Algal culturing techniques*. Burlington: Academic Press, 2005. 570 p..

7 Utility model 171698 (Russian Federation), IPC 51 В01 F7 / 02 (2006.01), В01 F7 / 08 (2006.01). *Smesitel' [Mixer]* Apalikhina O.A., Pereverzeva S.A., Sazonova S.I., Shevtsov A.A., Lytkina L.I. Appl. 11/11/2016, No. 2016144385, Publ. 06/13/2017, Bul. no. 17. (in Russian)

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

9 Derkanosova A.A., Korotaeva A.A. Features of the Russian mixed-fodder market and prospects for its development. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestva* [Economics. Innovations. Quality control] 2013. no. 3 (4). 107a–107b. (in Russian)

10 Bessonov I.V., Kopitsyna M.N. New prepreps based on unsaturated polyester resins modified with polysiloxane oligomers. *International Polymer Science and Technology*. 2016. vol. 43. no. 6. pp. T49.

11 Kochetov V.I. et al. Strength and stiffness analysis of Z-shape bladed shaft of a dual-shaft mixer. *Chemical and Petroleum Engineering*. 2013. vol. 48. no. 11–12. pp. 715–722.

12 Utracki L.A. et al. Compounding polymer blends. *Polymer blends handbook*. 2014. pp. 919–1028

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Лариса И. Лыткина д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, larissaig2410@rambler.ru

Александр А. Шевцов 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, shevalol@rambler.ru

Софья А. Переверзева студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, sofya.pereverzeva.96@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Лариса И. Лыткина предложила методику проведения эксперимента, провела обобщение, написала рукопись, консультация в ходе исследования

Александр А. Шевцов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, консультация в ходе исследования

Софья А. Переверзева первичная обработка данных, проведение расчетов

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.11.2017

Larisa I. Lytkina Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, larissaig2410@rambler.ru

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

Sofiya A. Pereverzeva student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sofya.pereverzeva.96@mail.ru

CONTRIBUTION

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

Aleksandr A. Shevtsov review of the literature on an investigated problem, consultation during the study

Sofiya A. Pereverzeva primary data processing, carrying out calculations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.26.2017

ACCEPTED 11.23.2017

Разработка способа и технологии получения растительного масла из семян сафлора

Сергей Т. Антипов	¹	ast@vsuet.ru
Ирина С. Юрова	¹	yurova_ira83@mail.ru
Александр Н. Мартеха	¹	man6630@rambler.ru
Алексей А. Берестовой	¹	berestovoy_1991@mail.ru

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

Реферат. В статье разработана и спроектирована малогабаритная линия по переработке зерна сафлора, в которой использовано оборудование повышенной эффективности, реализующее прогрессивные процессы с применением современных физических методов обработки. Данная линия включает в себя ковшовый элеватор (нория), приёмный бункер, воздушно-ситовой сепаратор, промежуточные бункера, триера (овсюгоотборник и куколеотборник), камнеотделительную машину и сепаратор для выделения прицепника широколистного, шнек, промежуточный бункер, шелушильная машина, маслопрессы, устройство для осаждения масла (отстойник), насос, рамный фильтр. Исследован процесс обрушения на шлифовальной экспериментальной установке, в которой разрушение покровного слоя оболочки происходит за счет того, что напряжение на сжатие в зоне воздействия превышает предел упругой деформации оболочки зерна. Проведен ситовой анализ, в результате которого был изучен гранулометрический состав подаваемого на прессование частиц семян сафлора, при этом для характеристики гранулометрического состава сырья, состоящего из частиц неправильной формы, использовали понятие эквивалентный диаметр. В результате проведенных экспериментов была получена зависимость эквивалентного диаметра частиц от диаметра сит. Так как на степень отжима семян сафлора огромное влияние оказывает влажность исходного продукта, поэтому были проведены экспериментальные исследования прессования с различным влагосодержанием семян, а также с добавлением лузги. Из анализа графических зависимостей был установлен диапазон оптимальной влажности семян сафлора 8,5–10%, обеспечивающий наименьшую остаточную масличность и, следовательно, наибольший выход масла. Также удалось значительно повысить эффективность отжима масла путем добавления в семена сафлора предварительно обрушенной лузги, что позволило получить жмых с остаточной масличностью в 12% при форпрессовании и до 6% при окончательном отжиме.

Ключевые слова: обрушение, сафлор, прессование

Development of a method and technology for obtaining vegetable oil from safflower seeds

Sergei T. Antipov	¹	ast@vsuet.ru
Irina S. Yurova	¹	yurova_ira83@mail.ru
Aleksandr N. Martekha	¹	man6630@rambler.ru
Aleksei A. Berestovoi	¹	berestovoy_1991@mail.ru

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

Summary. The article is designed and engineered compact line for processing grain safflower, which used the equipment of the increased efficiency, implementing progressive processes with application of modern physical methods of treatment. This line includes bucket Elevator (Noria), a receiving hopper, the air-sieve separator, intermediate tank, Trier (osgoodby and qualitronic), stone-dividing machine and separator for separation of *Caucalis lappula*, screw conveyor, intermediate bunker, peeler, oil press machines, the device for the deposition of oil (the sump), pump, frame filter. The process of collapse in the grinding pilot plant, in which the destruction of the epithelial layer of the shell is due to the fact that the compression stress in the impact zone exceeds the limit of elastic deformation of the shell of the grain. Conducted sieve analysis, which was studied granulometric composition fed to the compression of the particles of safflower seed, in this case to characterize the granulometric composition of the raw material, consisting of particles of irregular shape, used the concept of equivalent diameter. As a result of the experiments was the dependence of the equivalent particle diameter from the diameter of the sieve. Since the degree of extraction of safflower seed are hugely influenced by the moisture source of the product, was therefore carried out experimental studies of compaction with different moisture content of the seeds, and with the addition of Luz-Ki. From the analysis of graphic dependences were established a range of optimum moisture safflower seed 8,5--10%, providing the lowest residual oil content and hence the greatest yield of oil. Also managed to significantly increase the efficiency of extraction of oil by adding safflower seed pre-milled husks, which allowed to obtain cake with a residual oil content of 12% when you multiply pre-pressing and to 6% at the final extraction

Keywords: collapse, safflower, pressing

Для цитирования

Антипов С.Т., Юрова И.С., Мартеха А.Н., Берестовой А.А. Разработка способа и технологии получения растительного масла из семян сафлора // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 22–25. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-22-25

For citation

Antipov S.T., Yurova I.S., Martekha A.N., Berestovoy A.A. Development of a method and technology for obtaining vegetable oil from safflower seeds. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 22–25. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-22-25

Введение

В настоящее время актуальным является вопрос производства растительного масла методом прессования. Процесс прессования характеризуется большими удельными затратами энергии, а вопросы рационального расходования топливно-энергетических ресурсов приобретают важное значение. Поэтому стоит задача создания и освоения прогрессивных процессов с применением современных физических методов обработки, проектирования и создания новых технологий и оборудования повышенной эффективности [1].

Основная часть

Нами была разработана и спроектирована малогабаритная линия по переработке зерна сафлора, которая включает в себя ковшовый элеватор (нория), приёмный бункер, воздушно-ситовой сепаратор, промежуточные бункера (на рисунке не показано), триера (овсюгоотборник и куколеотборник), камнеотделительную машину и сепаратор для выделения прицепника широколистного, шнек, промежуточный бункер, шелушительная машина, маслопресс, устройство для осаждения масла (отстойник), насос, рамный фильтр [2].

Исходная зерновая смесь поступает в норию и транспортируется в приёмный бункер. Из приёмного бункера зерновая масса равномерно подаётся в воздушно-ситовой сепаратор. Воздушно-ситовой сепаратор очищает зерно от крупных, мелких и лёгких примесей.

Зерновая смесь с семенами прицепника широколистного, минеральными и другими примесями поступает самотёком в промежуточный бункер. Из промежуточного бункера зерновая масса сафлора подаётся в триера.

В триере-овсюгоотборнике короткие зерна и примеси длиной меньше диаметра ячеек захватываются ими и поднимаются вверх. Над лотком семена под действием силы тяжести выпадают из ячеек и направляются в шнек, по которому они выводятся по лотку из цилиндра. Длинные семена, частично попадая в ячейки, не удерживаются в них и выпадают, не доходя до лотка. Далее они перемещаются вдоль оси цилиндра и идут сходом по ячеистой поверхности.

Таким образом, из зерновой смеси выделяются зерновки овсюга. Затем зерновая смесь попадает в триер-куколеотборник. В триере-куколеотборнике зерновая смесь проходит очистку от коротких примесей – куколя. Семена куколя лучше заполняют ячейки и свободно выпадают из них над лотком тогда, когда цилиндр будет вращаться с определенной скоростью, а остальные частицы перемещаются сходом вдоль оси цилиндра [3].

Далее зерновая смесь, очищенная от крупных, мелких, лёгких, длинных (овсюг) и коротких (куколь) примесей поступает в камнеотделительную машину.

В камнеотделительной машине происходит выделение минеральных частиц (камней) из зерновой смеси. Таким образом, после сепарирования в камнеотделительной машине зерновая смесь поступает в промежуточный бункер (на схеме не показано). Из промежуточного бункера зерновая смесь подаётся в приёмное устройство вибросепаратора для выделения прицепника. В вибросепараторе прицепникоотборнике, зерновая смесь из приёмного устройства частицы попадают в каналы сепарирования, образованные зигзагообразными отражателями, закреплёнными на сортировальном столе сепаратора для выделения прицепника широколистного. В каналах сепарирования, образованных зигзагообразными отражателями в процессе виброударного самосортирования разделяются сафлор и прицепник широколистный. Далее сафлор направляется норией и шнеком в шелушительные машины, в которых происходит обрушение семян с целью повышения степени отжима масла [4].

В данной работе был исследован процесс обрушения на экспериментальной установке. Сущность метода обрушения заключается в том, что семена попавшие на вращающийся нижний рабочий орган – шлифовальный круг и с помощью центробежной силы затаскиваются в зазор между горизонтально расположенным верхним неподвижным и вращающимся шлифовальными кругами. При прохождении зерна между шлифовальными кругами и происходит разрушение оболочки зерна. Перемещаясь от центра к периферии круга, зерно освобождается от шелухи. Разрушение покровного слоя оболочки происходит за счет того, что напряжение на сжатие в зоне воздействия превышает предел упругой деформации оболочки зерна [5].

После шелушения проводили ситовой анализ, в результате которого был изучен гранулометрический состав подаваемого на прессование частиц семян сафлора (рисунок 1) размеры частиц полученных фракций ограничены размерами отверстий используемых в анализе сит.

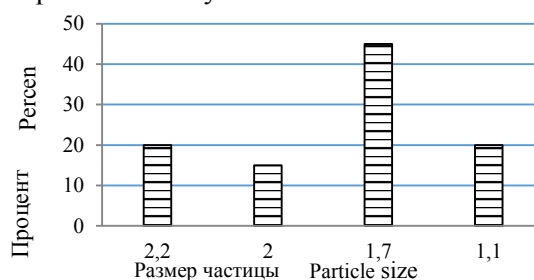


Рисунок 1. Гранулометрический состав подаваемого на прессование частиц семян сафлора

Figure 1. Particle size distribution applied to the compaction of particles safflower seed

Для характеристики гранулометрического состава сырья, состоящего из частиц неправильной формы, использовали понятие эквивалентный диаметр. В результате проведенных экспериментов была получена зависимость эквивалентного диаметра частиц от диаметра сит.

Далее семена сафлора поступают в накопительный бункер и подаются в шнековый маслопресс [6, 7]. На степень отжима семян сафлора огромное влияние оказывает влажность исходного продукта, кроме того повысить выход масла можно добавлением лузги [8, 9]. Анализируя графические зависимости (рисунок 2), был установлен диапазон оптимальной влажности семян сафлора 8,5–10%, обеспечивающий наименьшую остаточную маслянисть и, следовательно, наибольший выход масла [10]. Также значительно снизить остаточную маслянисть позволяет добавление в семена сафлора предварительно обрушенной лузги, что позволяет получить жмых с остаточной маслянистью в 12% при форпрессовании и до 6% при окончательном отжиме [11].

Отжимаемое масло, содержащее в себе твердые частицы прессуемого материала, которые выносятся потоком через зерновые щели, поступает в поддон станины и направляется на очистку. Жмых поступает на упаковку [12].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипов С.Т., Шахов С.В., Мартеха А.Н., Берестовой А.А. Разработка способа получения растительного масла из семян сафлора методом прессования в поле ультразвука // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4. С. 7–10.
- 2 Кадирбаев М.К., Еркебаев М.Ж., Садвокасова Д.С., Матеев Е.З. и др. Технологическая линия производства сафлорового масла // Вестник Алматинского технологического университета. 2013. № 5. С. 16–20.
- 3 Дьякова А.А., Мартеха А.Н., Берестовой А.А. Получение сафлорового масла методом прессования // В сборнике: Материалы студенческой научной конференции за 2016 год 2016. С. 244.
- 4 Антипов С.Т., Матеев Е.З., Шахов С.В., Ветров А.В. Разработка линии подготовки зерна сафлора к переработке // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. №1. С. 62–67
- 5 Матеев Е.З., Усманов А.А., Мергенбаева Г.К. Требования к выбору параметров пресса для «холодного» отжима масла // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2011. № 12. С. 90–94.
- 6 Müller M., Eggers R. Gas-Assisted Oilseed Pressing on an Industrial Scale // JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society; Champaign. 2014. V. 91. №9. P. 1633–1641.
- 7 Marco M., Giulia F., Luigi D. Chiamonti. Oilseed pressing and vegetable oil properties and upgrading in decentralised small scale plants for biofuel production // International Journal of Oil, Gas and Coal Technology (IJOGCT). 2017. V. 14. № 1/2.
- 8 Savoire R., Lanoisellé J.-L., Vorobiev E. Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review // Food and Bioprocess Technology. 2013. V. 6. № 1. P. 1–16
- 9 Mridula D., Barnwal P., Singh K.K. Screw pressing performance of whole and dehulled flaxseed and some physico-chemical characteristics of flaxseed oil // J Food Sci Technol. 2015. № 52(3). P. 1498–1506.

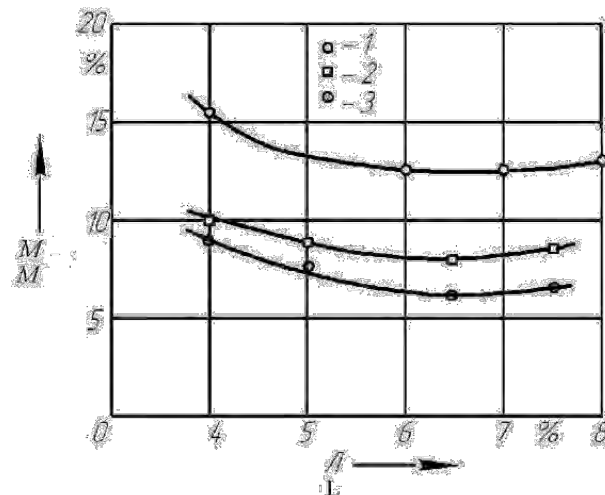


Рисунок 2. Зависимость остаточной маслянисти жмыха от влажности исходного продукта

Figure 2. The dependence of residual oil content jmyh from husk original product

Полученное сафлоровое масло центробежным насосом перекачивается в отстойник. После удаления основной части примесей масло из отстойника под давлением нагнетается в рамный фильтр-пресс. Из фильтр-пресса окончательно очищенное от примесей сафлоровое масло поступает на розлив и хранение [13].

REFERENCES

- 1 Antipov S.T., Shakhov S.V., Martekha A.N., Berestovoi A.A. A method of producing vegetable oil from the seeds of safflower by pressing in the ultrasound field. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 4. pp. 7–10. (in Russian).
- 2 Kadirbaev M.K., Erkebaev M. Zh., Sadvokasova D.S., Mateev E.Z. et al. The technological production line of safflower oil. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Proceedings of Almaty technological University]. 2013. no. 5. pp. 16–20. (in Russian).
- 3 Dyakova A.A., Martha A.N., Berestovoi A.A. Production of safflower seed oil by pressing. *Materialy studenteskoi nauchnoi konferentsii* [In the book: Materials of student scientific conference in 2016] 2016. pp. 244 (in Russian)
- 10 Uitterhaegen E., Evon P. Twin-screw extrusion technology for vegetable oil extraction: A review // *Journal of Food Engineering*. 2017.
- 11 Małgorzata Wroniaka Agnieszka Rękaś, Aleksander Sigerb, Monika Janowicz Microwave pretreatment effects on the changes in seeds microstructure, chemical composition and oxidative stability of rapeseed oil // *LWT – Food Science and Technology*. 2016. V. 68. P. 634–641
- 12 Kachel-Jakubowska M., Kraszkiewicz A., Krajewska M. Possibilities of Using Waste after Pressing Oil from Oilseeds for Energy Purposes // *Agricultural Engineering*. 2016.
- 13 Матеев Е.З., Терёхина А.В., Копылов М.В. Исследование качественных показателей сафлорового масла // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 115–119.
- 14 Кадирбаев М.К., Еркебаев М.Ж. Прочностные характеристики семян сафлора // Вестник ВГУИТ. 2013. № 2. С. 43–46.

4 Kadirbaev M.K., Erkebaev M.Z., Sadvokasova D.S., Mateev E.Z., Nekrasov A.V., Shakhov S.V. Technological line of production of safflower oil *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Proceedings of Almaty technological University] 2013. no. 5. pp. 16–20. (in Russian)

5 Antipov S.T., Mateyev Y.Z., Shahov S.V., Vetrov A.V. Investigation of wettability to evaluate the morphology and surface tension wood filler. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017, vol 79, no. 1, pp. 62–67. (in Russian)

6 Müller M., Eggers R. Gas-Assisted Oilseed Pressing on an Industrial Scale. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*; Champaign. 2014. vol. 91. no. 9. pp. 1633–1641.

7 Marco M., Giulia F., Luigi D. Chiamonti. Oilseed pressing and vegetable oil properties and upgrading in decentralised small scale plants for biofuel production. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology (IJOGCT)*. 2017. vol. 14. no. 1/2.

8 Savoie R., Lanoisellé J.-L., Vorobiev E. Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review. *Food and Bioprocess Technology*. 2013. vol. 6. no. 1. pp. 1–16

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

Ирина С. Юрова к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yurova_ira83@mail.ru

Александр Н. Мартеха к.т.н., кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, man6630@rambler.ru

Алексей А. Берестовой аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, berestovoy_1991@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 10.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.10.2017

9 Mridula D., Barnwal P., Singh K.K. Screw pressing performance of whole and dehulled flaxseed and some physico-chemical characteristics of flaxseed oil. *J Food Sci Technol*. 2015. no. 52(3). pp. 1498–1506.

10 Uitterhaegen E., Evon P. Twin-screw extrusion technology for vegetable oil extraction: A review. *Journal of Food Engineering*. 2017.

11 Małgorzata Wroniaka Agnieszka Rękaś, Aleksander Sigerb, Monika Janowicz Microwave pretreatment effects on the changes in seeds microstructure, chemical composition and oxidative stability of rapeseed oil. *LWT – Food Science and Technology*. 2016. vol. 68. pp. 634–641

12 Kachel-Jakubowska M., Kraszkiewicz A., Krajewska M. Possibilities of Using Waste after Pressing Oil from Oilseeds for Energy Purposes. *Agricultural Engineering*. 2016.

13 Mateev E.Z., Terekhina 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).

14 Kadirbaev M.K., Erkebaev M.Zh. Strength characteristics of safflower seeds. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 2. pp. 43–46.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei T. Antipov Dr. Sci (Engin.), professor, vice-rector of research and innovation, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru

Irina S. Yurova Cand. Sci (Engin.), associate professor, machines and equipment of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yurova_ira83@mail.ru

Aleksandr N. Martekha Cand. Sci. (Engin.), machines and equipment of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, man6630@rambler.ru

Aleksei A. Berestovoi graduate student, machines and equipment of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, berestovoy_1991@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 9.10.2017

ACCEPTED 10.23.2017

Особенности инженерного расчета процесса ультрафильтрационного концентрирования и очистки пектиновых полисахаридов

Шавкат Ё. Холов	¹	sh.kholov88@gmail.com
Хуршед И. Икромии	²	x_teshaev@yahoo.com
Низомиддин И. Юнусов	³	unizom@hotmail.com
Зайниддин К. Мухидинов	¹	zainy@mail.ru

¹ Институт химии имени В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан, ул. Айни 299/2, г. Душанбе, 734063, Таджикистан

² Технологический Университет Таджикистана, ул. Н.Карабаева 63/3, г. Душанбе, 734061, Таджикистан

³ Таджикский технический Университет имени акад. М.С. Осими, ул. акад. Раджабовых 10, г. Душанбе, 734042, Таджикистан

Реферат. В данной работе предлагается математическая модель процесса изменения производительности мембраны как за счет образования сплошного слоя геля, так и за счет блокирования отдельных пор. А также приводятся результаты моделирования процесса диа-ультрафильтрационной (ДУФ) очистки пектиновых растворов и их концентрирования ультрафильтрацией (УФ) с использованием полуволоконных мембран. Изучено влияние периодической промывки мембраны и процесса гелеобразования вдоль мембраны на производительность установки. Таким образом, процесс характеризуется двумя параметрами, причем А является основным параметром задачи, одинаковым для всех этапов, а второй параметр – отношение ($k = F_0/F$) – характеризует степень прочистки пор при общей очистке поверхности мембраны и является, таким образом, одной из характеристик отдельного цикла. Значения ряда параметров определены экспериментальным путём. Показано, что при совместном решении системы дифференциальных уравнений, представленных в нормальной форме Коши, описывающих данный технологический процесс, производительность ДУФ установки можно увеличить за счет частоты промывок. Проведённые опыты продемонстрировали преимущество применения ДУФ процесса в производстве пектина и особенности очистки и концентрирования яблочного и подсолнечного пектинов в данном процессе. Установлено, что применение ДУФ обуславливает внедрение при производстве пектина энергосберегающего технологического процесса для получения целевого продукта, отвечающего требуемому качеству и экологической безопасности производства. Внедрение предложенных способов ДУФ и УФ в производство пектина приводит к улучшению качества и себестоимости продукта.

Ключевые слова: диа-ультрафильтрация, пектиновые полисахариды, очистка и концентрирование, система дифференциальных уравнений, моделирование.

Features of ultrafiltration process engineering calculation in concentration and purification of pectin polysaccharides

Shavkat E. Kholov	¹	sh.kholov88@gmail.com
Khurshed I. Ikromi	²	x_teshaev@yahoo.com
Nizomiddin I. Yunusov	³	unizom@hotmail.com
Zainiddin K. Mukhidinov	¹	zainy@mail.ru

¹ Institute of Chemistry by name V.I. Nikitin Academy of Sciences, Republic of Tajikistan, str. Ainy 299/2, Dushanbe, 734063, Tajikistan

² Technological University of Tajikistan, str. N. Karabaev 63/3, Dushanbe, 734063, Tajikistan

³ Tajik Technical University by name acad. M.S. Osimi, str. acad. Rajabov 10, Dushanbe, 734061, Tajikistan

Summary. In this paper, we propose a mathematical model of the process of changing the productivity of a membrane, both through the formation of a continuous gel layer, and by blocking individual pores. Also, the results of modeling the process of dia-ultrafiltration (DUF) purification of pectin solutions and their concentration by ultrafiltration (UF) using hollow fiber membranes are presented. The effect of periodic washing of the membrane and the process of gelation along the membrane on the productivity of the plant was studied. Thus, the process is characterized by two parameters, and A is the main parameter of the problem, which is the same for all stages, and the second parameter, the ratio ($k = F_0/F$), characterizes the degree of pore purification with a general cleaning of the membrane surface and is thus one from the characteristics of a single cycle. The values of a number of parameters are determined experimentally. It is shown that when the system of differential equations, represented in the normal Cauchy form describing the given technological process, is jointly solved, the productivity of the DUF system can be increased by the frequency of flushing. The conducted experiments demonstrated the advantage of the use of the DUF process in the production of pectin and the features of purification and concentration of apple and sunflower pectins in this process. It is established that the use of DUF causes the introduction of an energy-saving technological process in the production of pectin to produce the target product that meets the required quality and environmental safety of production. The introduction of the proposed methods of DUF and UF into the production of pectin leads to an improvement in the quality and cost of the product.

Keywords: dia-ultrafiltration, pectin polysaccharides, purification and concentration, a system of differential equations, modeling.

Для цитирования

Холов Ш.Ё., Икромии Х.И., Юнусов Н.И., Мухидинов З.К. Особенности инженерного расчета процесса ультрафильтрационного концентрирования и очистки пектиновых полисахаридов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 26–30. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-26-30

For citation

Holov Sh.Jo., Ikromi H.I., Yunusov N.I., Mukhidinov Z.K. Features of ultrafiltration process engineering calculation in concentration and purification of pectin polysaccharides. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 26–30. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-26-30

Введение

Одним из сложных и энергоёмких процессов в производстве пектина является концентрирование и очистка пектиновых гидролизатов. В связи с этим возникает задача разработки методов очистки и концентрирования пектиновых растворов с применением энергосберегающих технологий, исключающих применение химических реагентов и не нарушающих, присущих им, нативной структуры и свойства макромолекул пектина. Наиболее перспективным способом, в этом плане, является сочетание процессов очистки пектиновых растворов методом диализа ультрафильтрации (ДУФ) и их концентрирования ультрафильтрацией (УФ) [1]. Этот способ объединяет оба процесса в одном аппарате, а также позволяет, проводить процесс при комнатной температуре, что существенно сокращает энергозатраты при производстве пектина.

В процессе УФ пектиновых полисахаридов производительность мембраны, со временем, может резко снизиться, что может быть вызвано несколькими причинами – концентрационной поляризацией, адсорбцией [2], а также агрегацией пектиновых макромолекул в процессе концентрировании разбавленных растворов пектинового гидролизата [3]. Основной вклад в формирование гелевого слоя вносят пектиновые полисахариды, а также целлюлоза. Для регенерации мембран авторы [4] рекомендуют применять моющую композицию, содержащую ферментные препараты пектолитического и карбогидразного действия. В технологическом процессе разработанной сотрудниками Института химии Академии наук Республики Таджикистан для периодической очистки мембран используется процесс ДУФ в тангенциальном потоке дистиллированной водой и с целью уменьшения агрегации макромолекулы во время фильтрации. После достижения определенной степени чистоты, которая контролируется на линии пермеата и ретентата, цикл ДУФ или УФ снова повторяется до получения раствора нужной концентрации [5, 6]. При проведении экспериментальных исследований этот процесс был автоматизирован, готовность конечного продукта определялся помощью датчика давления, который установлен на линии ретентата.

В ходе УФ растворов гидролизата, содержащих пектиновые полисахариды, происходит образование геля, который откладывается на поверхности мембраны и препятствует процессу фильтрации.

Периодическая очистка УФ мембраны по указанному технологическому процессу приводит к растворению агрегатов и уменьшения гелевого слоя на поверхности мембраны. Опыт показывает, что такой метод очистки пектинового раствора позволяет уменьшить частоту проведения промывок.

В литературе имеется ряд работ, посвящённых математическому моделированию происходящих при мембранных процессах [7–9].

Основная часть этих моделей, как правило, описывают процессы, происходящие в случае неизменных внешних параметров, а использования промежуточных очищений мембраны, такими моделями не отражается. Кроме того, они в основном рассматривают один механизм влияния гелеобразования на процесс ультрафильтрации – повышение общего гидравлического сопротивления системы «мембрана–гель» за счет увеличения толщины слоя геля.

В данной работе предлагается математическая модель процесса изменения производительности мембраны как за счет образования сплошного слоя геля, так и за счет блокирования отдельных пор.

В ходе процесса производится периодическая очистка поверхности мембраны, которая позволяет частично восстановить ее фильтрующую способность. В результате весь процесс разбивается на отдельные этапы, на каждом из которых внешние условия постоянны, а изменение характеристик происходит непрерывно. Момент окончания очередного этапа и начала следующего связан с очисткой поверхности. Практика показывает, что время, затрачиваемое на очистку, мало по сравнению с длительностью одного этапа.

Математический анализ процессов УФ и ДУФ

Математическая модель процесса строится с учетом следующих допущений:

1. Производительность мембраны ($л/м^2\text{мин}$), которая определяется как объёмный расход пермеата в расчёте на единицу площади поверхности мембраны и может быть отождествлена со средней скоростью v движения пермеата в направлении нормали к поверхности, прямо пропорциональна трансмембранному давлению (перепад давлений между линиями ретентата и пермеата) p и обратно пропорциональна сумме сопротивлений мембраны и слоя геля. Сопротивление мембраны в таком случае обратно пропорциональна суммарной площади

$F(t)$ с учетом постоянства толщины слоя вдоль мембраны за фильтрационный цикл, сечение свободных пор, расположенных в мембране в расчете на единицу площади ее поверхности; сопротивление слоя геля пропорционально толщине этого слоя. Таким образом, производительность мембраны описывается выражением

$$v = \frac{P}{\frac{1}{bF} + \frac{\delta}{K_g}}, \quad (1)$$

где b – коэффициент пропорциональности; K_g – удельная гидравлическая проницаемость слоя геля, $\text{м}^2/(\text{Па} \cdot \text{с})$; δ – толщина слоя геля.

2. Свойства геля, толщина образующегося слоя геля считаются постоянными вдоль мембраны; предполагается, что образование геля начинается при достижении раствором определенной концентрации C_g при плотности геля равной g (масса пектина в единице объема слоя геля). Тогда уравнение материального баланса для слоя геля можно записать в виде

$$\rho_g \frac{d\delta}{dt} = v c_g, \quad (2)$$

3. Количество пор мембраны, засоряемых за время dt , пропорционально плотности потока пектина, приносимого раствором к поверхности мембраны, и количеству свободных (не засоренных на данный момент) пор. В этом случае скорость изменения суммарной площади свободных пор можно описать выражением:

$$\frac{dF}{dt} = -a v c_g F + R, \quad (3)$$

где a – константа, характеризующая способность сгустков геля блокировать поры мембраны. Она измеряется в $\text{м}^2/\text{кг}$ и отражает суммарную площадь сечений пор, блокируемых единицей массы геля, R – остаточная площадь непроницаемых пор, измеряется м^2 .

4. Промывка поверхности мембраны тангенциальными потоками ретентата приводит как к частичной очистке пор мембраны, так и к частичному удалению слоя геля, которая вновь попадает в исходный фильтруемый раствор.

5. Время, затрачиваемое на очистку поверхности мембраны, не учитывается; считается, что изменение характеристик процесса, связанное с очисткой, происходит скачкообразно.

Наличие зависимостей $F(t)$ и (t) позволяет рассмотреть функцию $F(\delta)$, заданную при помощи параметра t . Разделив (3) на (2), получим

$$\frac{dF}{d\delta} = -a F \rho_g. \quad (3)$$

Мы получили зависимость площади ультрафильтрации вдоль толщины гелевого слоя на поверхности мембраны. После ряда преобразований получим уравнение описывающее изменение толщины слоя геля во времени с учетом

$$v_0 = b F_0 \rho \quad (4)$$

для начального момента времени каждого этапа процесса фильтрации, (параметры с индексом 0), то есть для чистой мембраны получаем:

$$c_0 = \frac{b F_0}{K_g} \delta = \frac{v_0}{\rho K_g} \delta. \quad (5)$$

$$A = \frac{a \rho_g \rho K_g}{v_0}. \quad (6)$$

Результаты и их обсуждение

Обозначив толщину слоя геля и суммарную площадь открытых пор в начальный момент рассматриваемого этапа процесса (после очередной очистки мембраны) через δ' и F' соответственно окончательно получаем (8). Эти величины являются постоянными параметрами для конкретного этапа, но для разных этапов различны.

$$\frac{d c_g}{dt} = \frac{1}{c_0 + k e^{At}}, \quad (7)$$

где c_0 – исходная концентрация, $k = F_0 / F'$.

Таким образом, процесс характеризуется двумя параметрами, причем A является основным параметром задачи, одинаковым для всех этапов, а второй параметр – отношение ($k = F_0 / F'$) – характеризует степень прочистки пор при общей очистке поверхности мембраны является, таким образом, одной из характеристик отдельного цикла. Значения ряда параметров определены экспериментальным путём.

Решение полученной системы дифференциальных уравнений в форме Коши было произведено в среде Matlab/Simulink и дало следующие результаты. На рисунке 1. приведены зависимости концентрации пектинового раствора и пропускной способности мембраны от времени, также на рисунке 2. приведен 3D график зависимости производительности мембраны от времени и давления в системе.

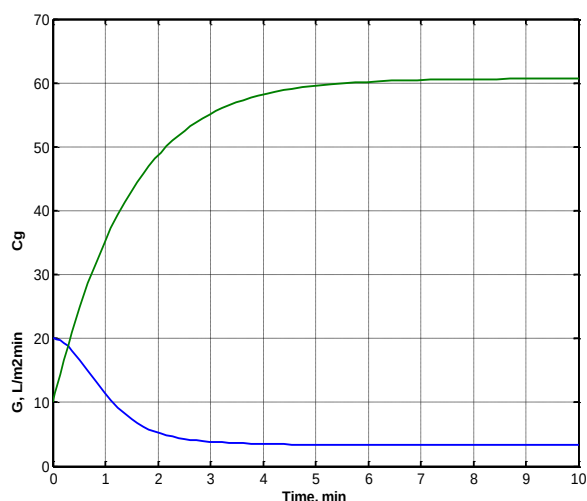


Рисунок 1. Графики зависимости концентрации пектинового раствора (C_g) и пропускной способности мембраны (G) от времени

Figure 1. Graph of the dependence of the concentration of pectin solution (C_g) and the membrane capacity (G) on time

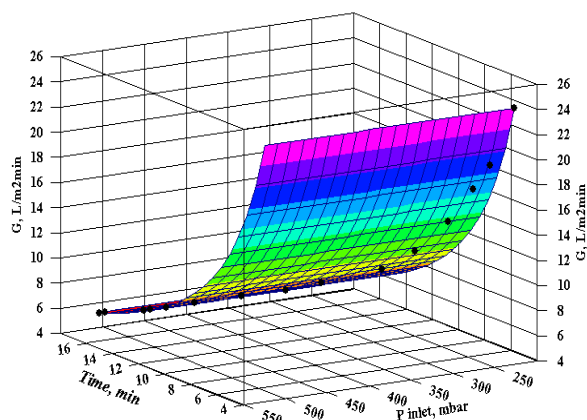


Рисунок 2. 3D график зависимости производительности мембраны от времени и давления в системе

Figure 2. 3D graph of the membrane performance versus time and pressure in the system

В лабораторных условиях сотрудниками Института химии Академии наук Республики Таджикистан были проведены эксперименты по выявлению влияния периодической очистки мембраны на ход процесса концентрирования и ультрафильтрации пектина из выжимок яблок и корзинок подсолнечника [5]. Табличные данные полученные в ходе эксперимента были обработаны и построены графики зависимости производительности мембраны от времени и давления

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пат. № 197 ТД. Способ очистки пектинового гидролизата и получение пектинового геля / Мухидинов З.К., Опубл. 14.11.98, Бюл. № 3 (11).
- 2 Мулдер М. Введение в мембранную технологию. Пер. с англ. М.: Мир, 1999, 513 с.
- 3 Fishman M.L., Cooke P.H., Chau H.K., Coffin D.R. et al. // Biomacromol. 2007. V. 8. P. 573.

в системе. Графики, приведенные ниже были построены с использованием современного пакета программ DataFit 9.1 (рисунок 3, 4).

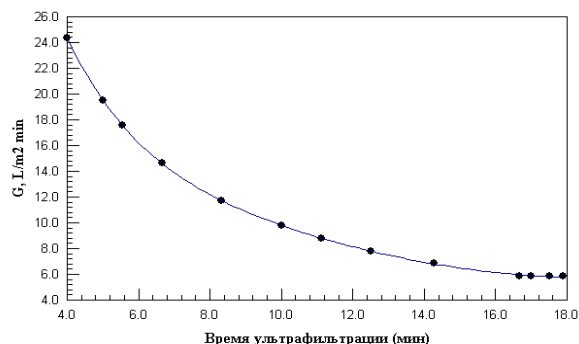


Рисунок 3. График зависимости производительности мембраны от время ультрафильтрации пектинового концентрата

Figure 3. Graph of the dependence of membrane productivity on the time of ultrafiltration of pectin concentrate

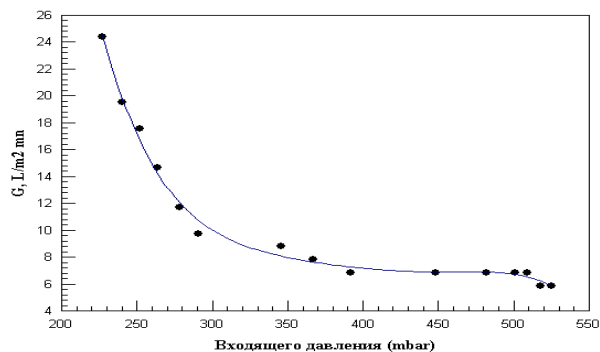


Рисунок 4. График зависимости производительности мембраны от входящего давления

Figure 4. Graph of the dependence of capacity of the membrane on the incoming pressure

Заключение

Показано, что при совместном решении системы дифференциальных уравнений, представленных в нормальной форме Коши, описывающих данный технологический процесс, производительность фильтрационной установки можно увеличить за счёт частоты промывок. Внедрение предложенного способа ультрафильтрации в производство пектина позволяет на стадии проектирования изучить данные процессы, выявить оптимальные условия процессов и направить их в сторону увеличения выхода пектина и оптимизация качества продукта.

4 Горячий Н.В., Свитцов А.А. и др. Критические технологии // Мембраны. 2002. № 2. С. 40–43.

5 Мухидинов З.К., Джонмуродов АС, Горшкова Р.М и др. Диаультрафильтрационная концентрирование и очистка пектиновых полисахаридов // Известия Вузов. Химия и химическая технология. 2011. Т. 54. № 2. С. 121–125.

6 Джонмуродов А.С., Тешаев Х.И., Мухидинов З.К. и др. Концентрирование и очистка пектиновых полисахаридов на полупромышленной диа-ультрафильтрационной установке // Известия АН РТ. 2011. Т. 142. № 1. С. 67–73.

7 Филиппов А.Н., Старов В.М., Лялин В.А. Образование геле-слоя на поверхности мембраны (квазистационарное приближение) // Химия и технология воды. 1989. Т. 11. № 4. С. 291–295.

8 Karasu K., Yoshikawa Sh., Kentish S. E., Stevens G. W. A model for cross-flow ultrafiltration of dairy whey based on the rheology of the compressible cake // Journal of Membrane Science. 2009. V. 341. P. 252–260.

9 Семенов А.Г., Лобасенко Б.А. Математическое описание процесса ультрафильтрации с учетом гелеобразования на поверхности мембраны // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 8. С. 15.

REFERENCES

1 Mukhidinov Z.K. Spособ ochistki pektinovo gidrolizata I poluchenie pektinovo gelya [The method of pectin gel] Patent TJ, 1998. (in Russian)

2 Mulder M. Vvedenie v membrannyu tekhnologiyu [Introduction to membrane technology] Moscow, Mir, 1999, 513 p. (in Russian)

3 Fishman M.L., Cooke P.H., Chau H.K., Coffin D.R. et al. Biomacromol, 2007, vol. 8, pp. 573.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шавкат Ё. Холов старший научный сотрудник, лаборатория химии высокомолекулярных соединений, Института химии имени В.И. Никитина АН РТ, ул. Айни 299/2, г. Душанбе, 734063, Таджикистан, sh.kholov88@gmail.com

Хуршед И. Икром к.т.н., доцент, кафедра технологии пищевых производств, Технологический Университет Таджикистана, ул. Н. Карабаева 63/3, г. Душанбе 734061, Таджикистан, x_teshaev@yahoo.com

Низомиддин И. Юнусов к.т.н., доцент, кафедра автоматизированные системы обработки информации и управления, Таджикского технического Университета им. акад. М.С. Осими, ул. акад. Ражабовых, г. Душанбе, 734063, Таджикистан, unizom@hotmail.com

Зайниддин К. Мухидинов д.х.н., профессор, директор, Институт химии имени В.И. Никитина АН Республики Таджикистан, ул. Айни 299/2, г. Душанбе, 734063, Таджикистан, zainy@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Шавкат Ё. Холов собрал обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Хуршед И. Икром предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Низомиддин И. Юнусов консультация в ходе исследования моделирование процессов

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.11.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2017

4 Goryachiy N.V., Svittsov A.A. et al. Critical technologies. *Membrany* [Membranes] 2002, no. 2 (18), pp. 40–43. (in Russian)

5 Muhidinov Z.K., Dzhonmurodov A.S., Gorshkova R.M. et al. Dia-ultrafiltration concentration and purification of pectin polysaccharides. *Izvestiya. Vuzov*. [News of universities. Chemistry and Chemical Technology] 2011. vol. 54, no. 2. pp.121–125. (in Russian)

6 Dzhohnmurodov A.S., TeshaevKh. I., Muhidinov Z.K. at.all. Concentration and purification of pectin-containing polysaccharides on a Pilot Plandia-ultrafiltration unit. *Izvestiya AN RT* [News of AS of Republic of Tajikistan] 2011. vol. 142. no. 1. pp. 67–73. (in Russian)

7 Filippov A.N., Starov V.M., Lyalin V.A. Formation of a gel layer on the membrane surface (quasistationary approximation). *Khimiya I tekhnologiya vody* [Chemistry and Technology of Water] 1989. vol. 11. no. 4. pp. 291–295. (in Russian)

8 Karasu K., Yoshikawa Sh., Kentish S. E., Stevens G. W. A model for cross-flow ultrafiltration of dairy whey based on the rheology of the compressible cake. *Journal of Membrane Science*. 2009. vol. 341. pp. 252–260.

9 Semenov A.G., Lobasenko B.A. Mathematical description of the process of ultrafiltration taking into account gel formation on the surface of the membrane. *Khranenie I pererabotka sel'khozsyriya* [Storage and processing of agricultural raw materials] 2001. no. 8. pp. 15. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Shavkat E. Kholov Senior Researcher, Laboratory of Chemistry of High molecular compounds, Institute of Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Ainy str. 299/2, Dushanbe, 734063, Tajikista, sh.kholov88@gmail.com

Khurshed I. Ikromi Cand. Sci. (Engin.), associate professor, department of food technology, Technological University of Tajikistan, , N. Karabaeva str. 63/3, Dushanbe, 734061, Tajikistan, x_teshaev@yahoo.com

Nizomiddin I. Yunusov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, department of automated information processing and control systems, Tajik Technical University. acad. M.S. Osimi, acad. Rajabov str., Dushanbe, 734063, Tajikistan, unizom@hotmail.com

Zainiddin K. Mukhidinov Dr. Sci. (Chem.), professor, director Institute of Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Ainy str. 299/2, Dushanbe, 734063, Tajikistan, zainy@mail.ru

CONTRIBUTION

Shavkat E. Kholov collected review of the literature on aninvestigated problem, conductedanexperiment, performedcomputations

Khurshed I. Ikromi proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Nizomiddin I. Yunusov consultation during the study and modeling of process

Zainiddin K. Mukhidinov wrote the manuscript, correct it before filing and editing, who is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.2.2017

ACCEPTED 11.30.2017

Выбор рациональных параметров процесса сушки свекловичного жома в импульсном виброкипящем слое пониженного давления

Алексей В. Дранников	¹	drannikov@list.ru
Евгений В. Литвинов	¹	zenlit@yandex.ru
Андрей С. Полканов	¹	andrej.polkanov.96@mail.ru
Дарья К. Костина	¹	kostina.dasha.2111@mail.ru

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

Реферат. Свекловичный жом – основной побочный продукт сахарной промышленности, получаемый при традиционной технологии производства. Он обладает высокими питательными качествами, но в сыром виде он быстро закисает, поэтому его необходимо консервировать. Одним из наиболее распространенных способов является сушка. Сушка свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в импульсном виброкипящем слое позволяет повысить качество готового продукта за счет снижения температуры сушильного агента, тем самым сохранив значительное количество питательных веществ в исходном продукте. Для изучения кинетических и гидродинамических зависимостей процесса сушки разработана экспериментальная установка, позволяющая получать максимально точные и воспроизводимые результаты. В ходе работы было проведено множество экспериментов, по результатам которых были построены кривые сушки, кривые скорости сушки и кривые нагрева, по характеру изменения которых, сделаны соответствующие выводы. Для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс сушки свекловичного жома, применяются математические методы планирования эксперимента. Математическое описание данного процесса может быть получено эмпирически. При этом его математическая модель имеет вид уравнения регрессии, найденного статистическими методами на основе экспериментов. В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс сушки свекловичного жома в импульсном виброкипящем слое пониженного давления на экспериментальной установке. Применительно к сушильной установке определены такие технологические режимы ее работы, которые обеспечивают минимум удельных энергозатрат процесса сушки, отнесенные на 1 кг испаренной влаги, и максимальное влагонапряжение сушильной камеры.

Ключевые слова: сушка, свекловичный жом, виброкипящий слой, разрежение, перегретый пар, статистическая модель.

The choice of rational parameters of beet pulp drying process in a pulsed low-pressure vibro-boiling layer

Aleksey V. Drannikov	¹	drannikov@list.ru
Evgene V. Litvinov	¹	zenlit@yandex.ru
Andrey S. Polkanov	¹	andrej.polkanov.96@mail.ru
Darya K. Kostina	¹	kostina.dasha.2111@mail.ru

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

Summary. Beet pulp is the main sugar industry by-product obtained with traditional production technology. It has high nutritional qualities, but in its raw form it turns sour quickly so it must be preserved. One of the most common methods is drying. Drying of the beet pulp with superheated vapor of reduced pressure in the pulsating vibro-boiling layer allows to improve the quality of the finished product by lowering of the drying agent temperature, thereby retaining a significant amount of nutrients in the initial product. To study the kinetic and hydrodynamic dependencies of the drying process, an experimental apparatus was developed that makes it possible to obtain the most accurate and reproducible results. In the course of the work, a lot of experiments were carried out. Drying curves, drying rate curves and heating curves were made based on these experiments results. According to the nature of the changes the corresponding conclusions were drawn. To study the interaction of various factors affecting the beet pulp drying process, the mathematical methods of experiment planning are applied. A mathematical description of this process can be obtained empirically. At the same time, its mathematical model has the form of a regression equation, determined by statistical methods on the basis of experiments. As a result of statistical processing of experimental data, regression equations were obtained that adequately describe the beet pulp drying process in a pulsed low-pressure vibro-boiling layer in the experimental apparatus. With reference to this drying apparatus, such technological modes of its operation were determined that ensure a minimum specific energy consumption of the drying process per kilogram of evaporated moisture and the maximum drying chamber moisture stress.

Keywords: drying, beet pulp, vibro-boiling layer, vacuum, superheated steam, statistical model

Для цитирования

Дранников А.В., Литвинов Е.В., Полканов А.С., Костина Д.К. Выбор рациональных параметров процесса сушки свекловичного жома в импульсном виброкипящем слое пониженного давления // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 31–39. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-31-39

For citation

Drannikov A.V., Litvinov E.V., Polkanov A.S., Kostina D.K. The choice of rational parameters of beet pulp drying process in a pulsed low-pressure vibro-boiling layer. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 31–39. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-31-39

Введение

Свекловичный жом – основной побочный продукт сахарной промышленности, получаемый при традиционной технологии производства. Жом используют на корм скоту в свежем, кислом и сухом виде. По питательности и содержанию сухого вещества высушенный жом превосходит луговое сено и только немногим уступает овсу. Ведь практически все питательные вещества свеклы, кроме сахара, остаются в жоме. Однако при длительном хранении в сыром жоме накапливается большое количество масляной кислоты. Он приобретает мягкую консистенцию и животные отказываются его поедать. Во избежание этого жом необходимо консервировать. Одним из наиболее распространенных способов является сушка [1].

Целью работы является изучение влияния режимных параметров на интенсивность протекания процесса сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в импульсном виброкипящем слое и определение наиболее рациональных параметров.

Материалы и методы

Предлагаемый способ сушки высоковлажных дисперсных материалов и установка для его осуществления позволяют повысить качество готового продукта за счет снижения температуры сушильного агента, тем самым сохранив значительное количество питательных веществ в исходном продукте. Применение виброкипящего слоя улучшает перемешивание материала и тем самым в несколько раз повышает величину коэффициентов тепло- и массообмена, а также снижает энергозатраты [2–4].

Для изучения кинетических и гидродинамических зависимостей процесса сушки свекловичного жома разработана экспериментальная установка, позволяющая получать максимально точные и воспроизводимые результаты.

Исходными положениями при проектировании и изготовлении установки является надежная герметизация, возможность оперативного контроля и регулирования технологических параметров в широком диапазоне, надежность и безопасность в работе [5, 6].

На рисунке 1 представлена схема разработанной установки, спроектированной методом 3D моделирования.

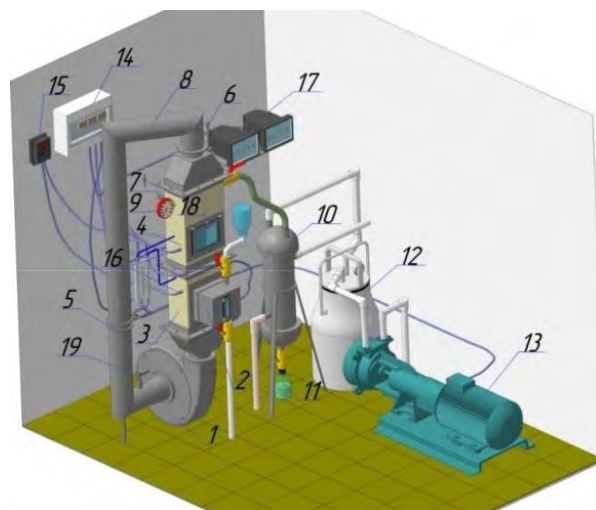


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

Figure 1. The scheme of the experimental setup

Позиции на чертеже: 1 – вентилятор среднего давления; 2 – парогенератор; 3 – сушильная камера; 4 – газораспределительная решетка; 5 – камерная диафрагма; 6 – шток; 7 – устройство для загрузки материала; 8 – рециркуляционный трубопровод; 9 – вакуумметр; 10 – конденсатор; 11 – сборник конденсата; 12 – ресивер; 13 – водокольцевой вакуум-насос; 14 – щит управления; 15 – измеритель-регулятор температуры; 16 – хромель-капелевые термопары; 17 – манометры типа; 18 – окно разгрузки; 19 – заслонка

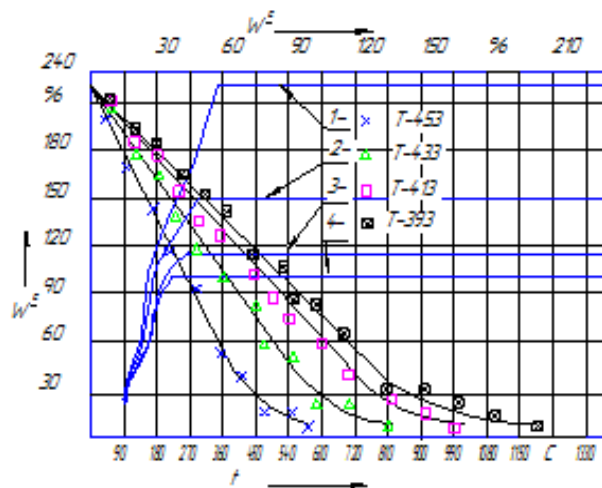
Кинетические закономерности процесса сушки свекловичного жома перегретым паром в импульсном виброкипящем слое

Исследования по кинетике сушки проводятся в периодическом режиме на экспериментальной сушильной установке (рисунок 1). При этом влажность продукта определяется методом отбора проб. Для этого изготовлено специальное устройство, которое позволяет отбирать пробы без разгерметизации установки. Причем отбор проб производится по длине и высоте рабочей камеры с целью определения равномерности сушки продукта. Окончательную влажность жома определяем высушиванием продукта в сушильном шкафу при температуре 378 К согласно методике, предусмотренной ТУ ОСТ 18-22-81 «Жом сушеный».

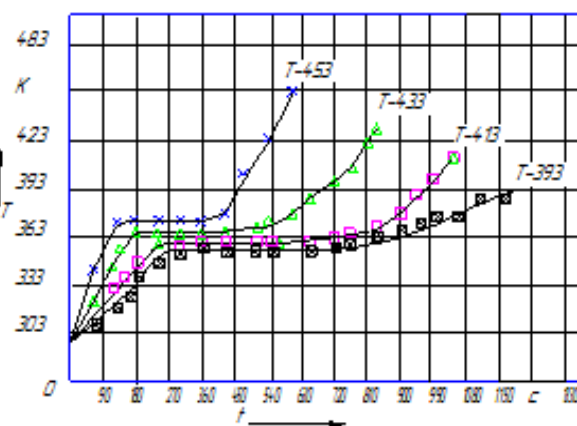
Параметры процесса сушки в каждом опыте поддерживаются постоянными в интервале значений: температура перегретого пара на входе в рабочую камеру $T_n = 393\text{--}453\text{ К}$, давление в камере $P_n = 40\text{--}100\text{ КПа}$, скорость пара в рабочей камере $v_n = 3\text{--}5\text{ м/с}$. Амплитуда и частота колебаний газораспределительной решетки остаются неизменными и составляют соответственно $a = 7\text{ мм}$ и $f = 12,5\text{ Гц}$, частота пульсаций колебаний решетки изменяется от $f_n = 0,0083\text{ Гц}$ (одна пульсация в две минуты) до $f_n = 0,04\text{ Гц}$

(одна пульсация в 25 секунд), начальная удельная нагрузка жома на решетку $q = 8.24 \text{ кг/м}^2$, начальная влажность жома $W_n^c = 216\%$ по отношению к сухим веществам.

Угол наклона решетки α во всех опытах составляет 0° , а угол направления вибрации β равен 90° и тоже остается неизменным.



(a)



(b)

Рисунок 2. (a) Кривые сушки $W^c = f(t)$ (1–4) и скорости сушки $dW^c/dt = f(W^c)$ (1–4) свекловичного жома при различных температурах перегретого пара; (b) Кривые нагрева $T_m = f(t)$ свекловичного жома при различных температурах перегретого пара, К.

Figure 2. (a) Drying curves $W^c = f(t)$ (1–4) and drying rate $dW^c/dt = f(W^c)$ (1–4) of beet pulp at various temperatures of superheated steam; (b) Heating curves $T_m = f(t)$ of beet pulp at different temperatures of superheated stem, К.

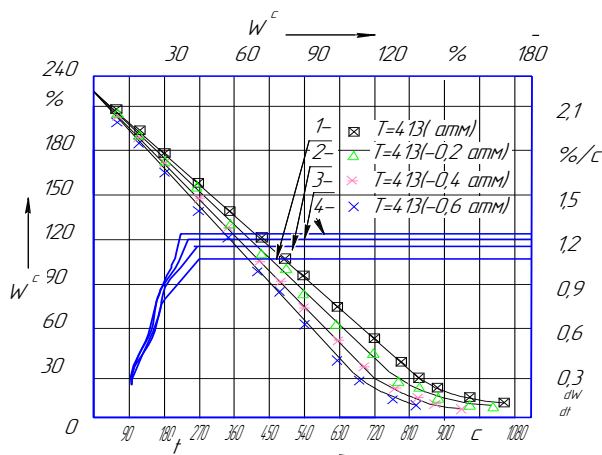


Рисунок 3. Кривые сушки $W^c = f(t)$ (1–4) и скорости сушки $dW^c/dt = f(W^c)$ (1–4) жома при различном давлении внутри сушильной камеры, Па 1 – 100кПа, 2 – 80кПа, 3 – 60кПа, 4 – 40кПа

Figure 3. The drying curves are $W^c = f(t)$ (1–4) and the drying rate $dW^c/dt = f(W^c)$ (1–4) pulp at different pressures inside the drying chamber, Pa 1–100 kPa, 2–80 kPa, 3–60 kPa, 4–40 kPa

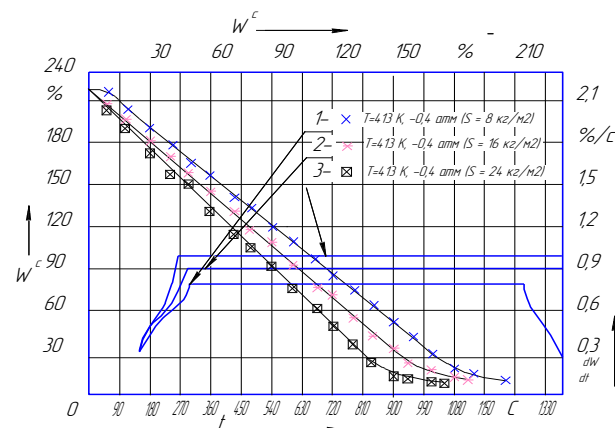


Рисунок 4. Кривые сушки $W^c = f(t)$ (1–3) и скорости сушки $dW^c/dt = f(W^c)$ (1–3) жома при различной удельной нагрузке, кг/м²

Figure 4. The drying curves $W^c = f(t)$ (1–3) and the drying rate $dW^c/dt = f(W^c)$ (1–3) of pulp at different specific loads, kg / m²

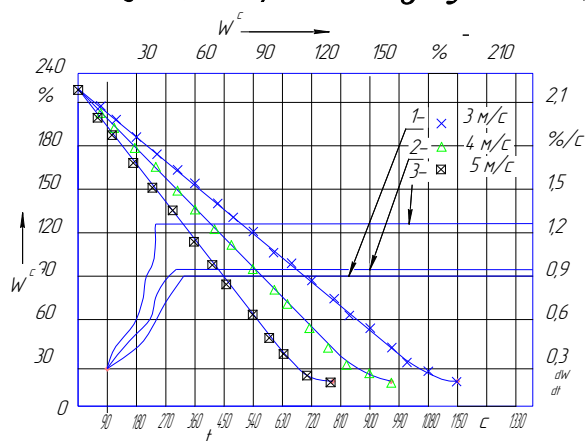


Рисунок 5. Кривые сушки $W^c = f(\tau)$ (1–3) и скорости сушки $dW^c/d\tau = f(W^c)$ (1–3) жома при различной скорости перегретого пара, м/с

Figure 5. The drying curves are $W^c = f(\tau)$ (1–3) and the drying rate $dW^c/d\tau = f(W^c)$ (1–3) of pulp at different superheated steam velocity, m / s

Характер изменения кривых соответствует периодам постоянной и убывающей скорости сушки. Причем конденсации перегретого пара на поверхности частиц не наблюдается. Это можно объяснить высокими коэффициентами тепло-массообмена и высокой начальной влажностью жома, вследствие которой уже в самый начальный момент процесса происходит испарение влаги с поверхности частиц [7].

Увеличение температуры перегретого пара от 120 до 180 °С при разряжении 60 кПа способствует возрастанию скорости сушки в первом периоде на 50%. При этом температура продукта в этом периоде практически одинакова. Больше влияние на температуру продукта, как и ожидалось, оказывает разряжение в сушильной камере. Так снижение давления от 100 кПа до 40 кПа позволяет снизить температуру продукта в первом периоде с 97 до 75 °С, а конечная температура продукта не превышает 70–75 °С, что несомненно положительно сказывается на качестве готового продукта. При этом необходимо отметить, что время высушивания в данном опыте незначительно изменяется. Это объясняется изменением гидродинамической обстановки в камере при увеличении разряжения перегретого пара.

Увеличение скорости движения перегретого пара также ускоряет процесс высушивания, что обусловлено увеличением виброкипящего слоя и, следовательно, удаление влаги с поверхности материала проходит наиболее интенсивно.

При увеличении удельной нагрузки материала на поверхность газораспределительной решетки повышается сопротивление материала, что замедляет процесс сушки.

Таким образом можно сделать вывод, что данный способ энергоподвода позволяет сохранить достоинства сушки перегретым паром (высокие коэффициенты тепло – массообмена, отсутствие кислорода) и при этом снизить температуру материала для повышения качества готового продукта.

Обоснование выбора и пределов изменения входных факторов.

Для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления, применяются математические методы планирования эксперимента [3]. Математическое описание данного процесса может быть получено эмпирически. При этом его математическая модель имеет вид уравнения регрессии, найденного статистическими методами на основе экспериментов. Математическая модель изучаемого процесса представлена в виде полинома второй степени

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{j=1}^n b_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j}^n b_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

где b_0 – свободный член уравнения, равный средней величине отклика при условии, что рассматриваемые факторы находятся на средних, «нулевых», уровнях; X – масштабированные значения факторов, которые определяют функцию отклика и поддаются варьированию; b_{ij} – коэффициенты двухфакторных взаимодействий, показывающие, насколько изменяется степень влияния одного фактора при изменении величины другого; b_{ii} – коэффициенты квадратичных эффектов, определяющие нелинейность выходного параметра от рассматриваемых факторов; i, j – индексы факторов; n – число факторов в матрице планирования.

Выбираем следующие основные факторы, влияющие на процесс сушки свекловичного жома: X_1 – температура перегретого пара на входе в рабочую камеру, К; X_2 – давление перегретого пара в рабочей камере, кПа; X_3 – скорость перегретого пара в рабочей камере, м/с; X_4 – удельная нагрузка свекловичного жома на газораспределительную решетку, кг/м³.

Все эти факторы не коррелируемы между собой. Пределы изменения исследуемых факторов приведены в таблице 1

Пределы изменения входных факторов

Table 1.

Limits of change in input factors

Условия планирования Planning conditions	Кодированное значение Coded value	Значения факторов в точках плана Values of factors in the points of the plan			
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
		t _п , K t _с , K	P _п , кПа P _с , kPa	V _п , м/с V _с , m/s	q _{уд} , кг/м ² q, kg/m ²
Основной уровень Basic level	0	423	70	4	16
Интервал варьирования Variation interval	Δ	15	15	0.5	4
Верхний уровень Top level	+1	438	80	4.5	20
Нижний уровень Lower level	-1	408	60	3.5	12
Верхняя «звездная» точка The top “star” point	+2	453	40	5	24
Нижняя «звездная» точка The lower “star” point	-2	393	100	3	8

Выбор интервалов изменения входных факторов обусловлен технологическими условиями процесса сушки свекловичного жома в активных гидродинамических режимах, возможностью уноса частиц материала из сушильной камеры, а также технико-экономическими показателями процесса.

Критериями оценки влияния входных факторов на процесс сушки свекловичного жома являются: Y₁ – удельные энергозатраты процесса сушки, отнесенные на 1 кг испаренной влаги, (кВт×ч) /кг; Y₂ – влагонапряжение сушильной камеры, кг/(м³·с).

Выбор критериев оценки Y обусловлен их наибольшей значимостью для процесса сушки свекловичного жома. Так, Y₁ определяет энергоемкость процесса и является важным показателем в оценке его энергетической

эффективности, Y₂ определяет производительность процесса сушки и напрямую связан с его скоростью.

Для исследования применяем центральное композиционное ротатабельное униформпланирование и полный факторный эксперимент ПФЭ 24. Число опытов в матрице планирования для четырех входных параметров равно 32. Порядок опытов рандомизировали посредством таблицы случайных чисел, что исключает влияние неконтролируемых параметров на результаты эксперимента. При их обработке применяем следующие статистические критерии: Кохрена, Стьюдента, Фишера. В результате получаем нелинейные уравнения регрессии, описывающие данный процесс:

$$Y_1 = 2.55 + 0.25X_1 - 0.056X_2 + 0.064X_3 - 0.16X_4 + 0.099X_1^2 + 0.0125X_2^2 - 0.05X_3^2 + 0.184X_4^2 + 0.025X_1X_2 - 0.05X_1X_3 - 0.094X_1X_4 - 0.0076X_2X_3 + 0.033X_2X_4 - 0.1X_3X_4 \quad (2)$$

$$Y_2 = 1.536 + 0.34X_1 - 0.04X_2 + 0.176X_3 - 0.24X_4 + 0.1457X_1^2 + 0.07X_2^2 - 0.07X_3^2 + 0.01X_4^2 + 0.047X_1X_2 - 0.05X_1X_3 - 0.12X_1X_4 - 0.0033X_2X_3 + 0.0008X_2X_4 - 0.06X_3X_4 \quad (3)$$

В результате выполнения тридцати двух опытов получена информация о влиянии факторов и построена математическая модель процесса, позволяющая рассчитать удельные энергозатраты и влагонапряжение объема сушильной камеры внутри выбранных интервалов варьирования входных факторов.

На рисунках 6–10 показаны кривые равных значений выходных параметров, которые несут смысл номограмм и представляют практический интерес.

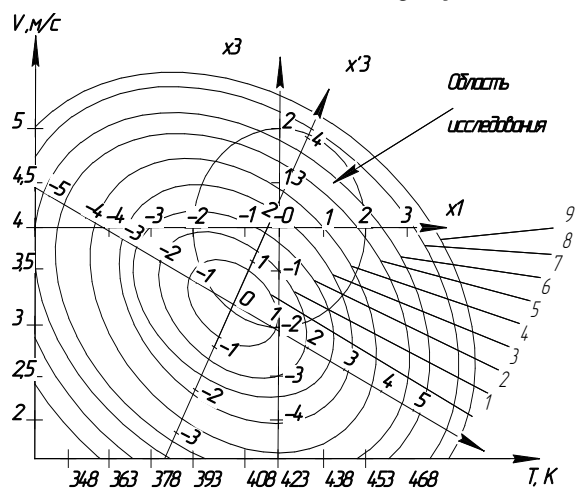


Рисунок 6. Кривые равных значений удельных энергозатрат от температуры перегретого пара на входе в камеру t_n (K) и скорости перегретого пара в рабочей камере, (м/с): 1 – 2,35; 2 – 2,5; 3 – 2,65; 4 – 2,8; 5 – 2,95; 6 – 3,1; 7 – 3,25; 8 – 3,405; 9 – 3,56.

Figure 6. Curves of equal values of specific energy consumption from the temperature of superheated steam at the inlet to the chamber t_n (K) and the superheated steam velocity in the working chamber, (m / s): 1 – 2.35; 2 – 2.5; 3 – 2.65; 4 – 2.8; 5 – 2.95; 6 – 3.1; 7 – 3.25; 8 – 3.405; 9 – 3.56.

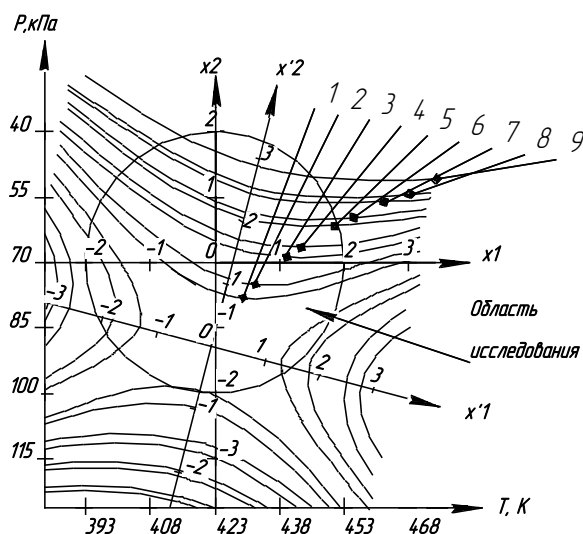


Рисунок 7. Кривые равных значений влагонапряжения от температуры перегретого пара на входе в рабочую камеру t_n (K) и давления перегретого пара (кПа): 1 – 0,988; 2 – 1,257; 3 – 1,526; 4 – 1,795; 5 – 2,064; 6 – 2,333; 7 – 2,602; 8 – 2,871; 9 – 3,14.

Figure 7. Curves of equal values of moisture stress from the temperature of superheated steam at the inlet to the working chamber t_s (K) and the superheated vapor pressure (kPa): 1 – 0.988; 2 – 1.257; 3 – 1.526; 4 – 1.795; 5 – 2.064; 6 – 2.333; 7 – 2.602; 8 – 2.871; 9 – 3.14.

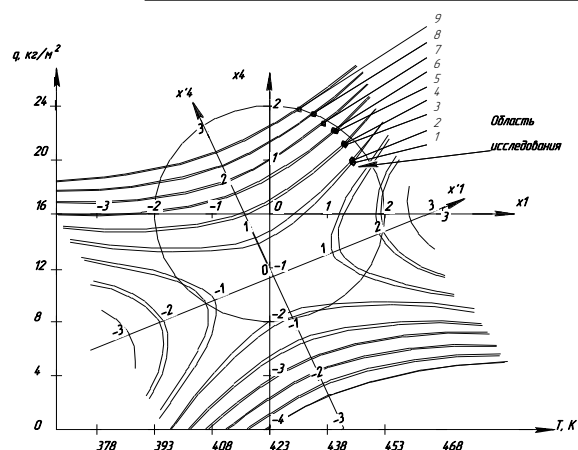


Рисунок 8. Кривые равных значений удельных энергозатрат от температуры перегретого пара на входе в рабочую камеру t_n (K) и удельной нагрузки свекловичного жома на газораспределительную решетку, (кг/м²): 1 – 2,35; 2 – 2,5; 3 – 2,65; 4 – 2,8; 5 – 2,95; 6 – 3,1; 7 – 3,25; 8 – 3,405; 9 – 3,56.

Figure 8. Curves of equal values of specific energy consumption from the temperature of superheated steam at the inlet to the working chamber t_n (K) and the specific load of beet pulp on the gas distribution grid, (kg / m²): 1 – 2.35; 2 – 2.5; 3 – 2.65; 4 – 2.8; 5 – 2.95; 6 – 3.1; 7 – 3.25; 8 – 3.405; 9 – 3.56.

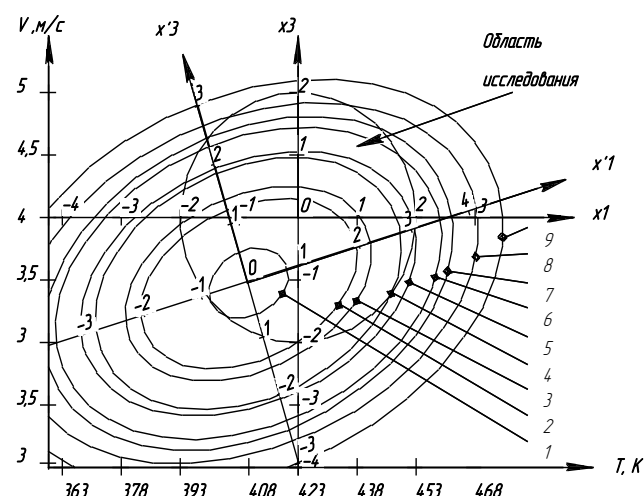


Рисунок 9. Кривые равных значений влагонапряжения от температуры перегретого пара на входе в камеру t_n (K) и скорости перегретого пара в рабочей камере, (м/с): 1 – 0,988; 2 – 1,257; 3 – 1,526; 4 – 1,795; 5 – 2,064; 6 – 2,333; 7 – 2,602; 8 – 2,871; 9 – 3,14.

Figure 9. Curves of equal values of the moisture stress from the temperature of superheated steam at the inlet to the chamber t_s (K) and the superheated steam velocity in the working chamber, (m / s): 1 – 0.988; 2 – 1.257; 3 – 1.526; 4 – 1.795; 5 – 2.064; 6 – 2.333; 7 – 2.602; 8 – 2.871; 9 – 3.14.

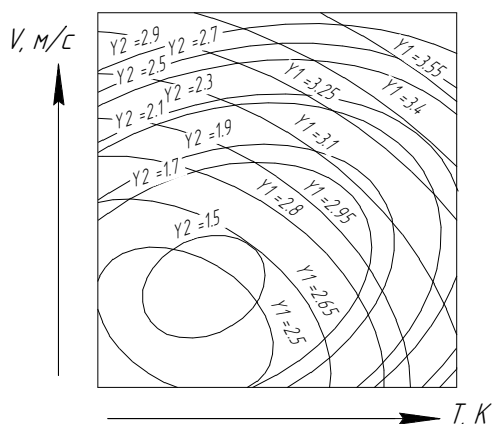


Рисунок 10. Номограмма для определения энергоёмкости процесса (Y_1) и влагонапряжения процесса сушки (Y_2) в зависимости от температуры и скорости перегретого пара

Figure 10. A nomogram for determining the energy intensity of the process (Y_1) and the moisture stress of the drying process (Y_2) as a function of temperature and superheated steam velocity

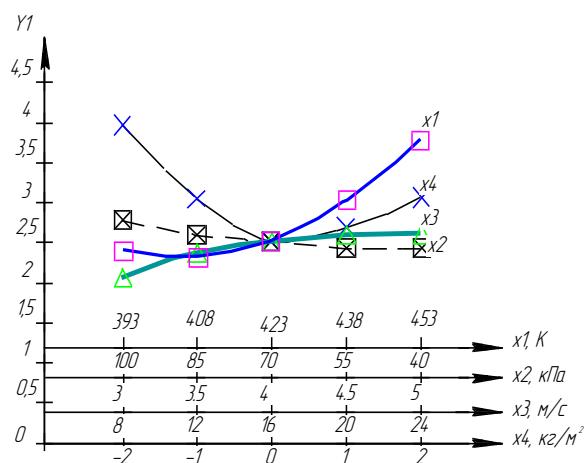


Рисунок 11. Зависимость удельных энергозатрат сушильной камеры от входных параметров

Figure 11. Dependence of the specific energy consumption of the drying chamber on the input parameters

Определение оптимальных интервалов варьирования входных факторов. Задача оптимизации сформулирована следующим образом: найти такие режимы работы сушилки, которые бы в широком диапазоне изменения входных параметров процесса сушки доставляли минимум влагонапряжения сушильной камеры. На рисунках 11 и 12 представлены зависимости удельных энергозатрат и влагонапряжения от входных параметров удельных энергозатрат и максимум. Общая математическая постановка задачи оптимизации представлена в виде следующей модели:

$$\begin{aligned} q &= q(Y_1 Y_2) \xrightarrow{x \in D} \text{opt}; \\ D: Y_1(X_1, X_2, X_3, X_4) &\xrightarrow{x \in D} \min; \\ Y_{21}(X_1, X_2, X_3, X_4) &\xrightarrow{x \in D} \max; \\ Y_i &\geq 0, i = \overline{1, 2}; X_j \leq [-2; 2], j = \overline{1, 4} \end{aligned} \quad (4)$$

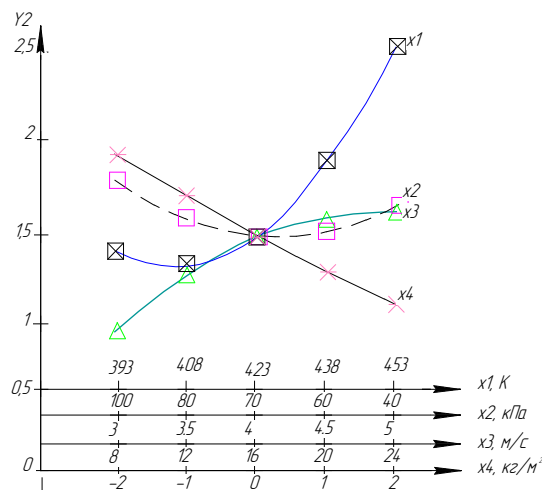


Рисунок 12. Зависимость влагонапряжения сушильной камеры от входных параметров

Figure 12. Dependence of the humidity of the drying chamber on the input parameters

Таблица 2.

Оптимальные интервалы параметров

Table 2.

Optimal parameter intervals

Y_i	X_1, K		X_2, kPa		$X_3, m/s$		$X_4, kg/m^2$	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Y_1	393	408	80	40	3	3.5	16	20
Y_2	438	453	100	60	4.5	5	8	12

В результате были получены рациональные интервалы изменения параметров: $X_1 = 418-428 K$; $X_2 = 60-80 kPa$; $X_3 = 3,5-4,5 m/s$; $X_4 = 12-16 kg/m^2$.

Для проверки правильности результатов был поставлен ряд параллельных экспериментов.

Полученные результаты попадали в рассчитанные доверительные интервалы по всем критериям качества. При этом среднеквадратичная ошибка не превышала 6,1%.

Заключение

Разработанная статистическая модель сушки свекловичного жома в среде перегретого пара пониженного давления может быть использована при конструкторской разработке оригинальных конструкций сушильных установок

ЛИТЕРАТУРА

1 Орлов В.Д., Заборсин А.Ф., Иваницкая Л.Г., Позняк А.С. и др. Интенсификация процессов жомосушильного производства и перспективы его развития. М.: АгроНИИТЭИПП, 1990. 24 с.

2 Andersson V. Beet pulp drying using pressurized superheated steam // Int. Sugar J. 1999. V. 101. № 1207. P. 340–344.

3 Hepbasli A. Exergoeconomic analysis of plum drying in a heat pump conveyor dryer // Drying Technology. 2010. V. 28. P. 1385–1395.

4 Шевцов А.А., Дранников А.В., Пономарев А.В., Лесных Т.В. Эксергетический подход к термодинамическому анализу процесса сушки свекловичного жома // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 12. С. 8–12.

5 Пат. № 2603225 РФ, F 26 В 17/10, F 26 В 17/26 Установка для сушки дисперсных высоковлажных материалов / А.А. Шевцов, А.В. Дранников, Е.В. Костина, А.А. Дерканосова, А.В. Квасов, Ю.А. Питькова, А.В. Мочалова. № 2015126304/06; Заявл. 02.07.2015; Опубл. 27.11.2016; Бюл. № 33.

6 Шевцов А.А., Дранников А.В., Подрезова А.А., Лесных Т.В. Сбалансированное теплоснабжение жомосушильного отделения свеклосахарного завода // Вестник ВГУИТ. 2012. № 3. С. 153–156.

7 Дранников А.В., Дерканосова А.А., Муравьев А.С., Коротаева А.А. Кинетические закономерности и определение продолжительности сушки высоковлажных дисперсных материалов // Международная научно-техническая конференция «Проблемы ресурсо- и энергосберегающих технологий в промышленности и АПК» (ПРЭТ-2014): сборник трудов (секционные доклады). Иваново, 2014. С. 49–53.

8 Пат. № 2581012 РФ, F 26 В 25/22 Способ автоматического управления процессом сушки высоковлажных дисперсных материалов / А.А. Шевцов, А.В. Дранников, С.В. Куцов, А.А. Дерканосова, Е.В. Костина, А.В. Квасов. № 2015111668/06; Заявл. 01.04.2015; Опубл. 10.04.2016; Бюл. № 10.

9 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

10 Луковкин С.Б., Хохлова Л.И., Шиманский С.А. Моделирование процесса сушки древесного сырья для последующего использования его при копчении рыбы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 30–36. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-30-36.

11 Шевцов А.А., Дранников А.В., Шенцова Е.С., Дерканосова А.А. и др. Выбор рациональных параметров хранения премикса с содержанием холинхлорида // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2009. № 5-6. С. 68–71.

и управляющей аппаратуры для высокоинтенсивного проведения процесса [8].

Решена задача оптимизации, которая позволила выделить оптимальную область изменения входных факторов по двум критериям посредством компромиссных решений.

REFERENCES

1 Orlov V.D., Zaborsin A.F., Ivanitskaya L.G., Poznyak A.S. et al. Intensification of the processes of pulp drying and prospects for its development. Moscow, AgronitEIPP, 1990, 24 p. (in Russian)

2 Andersson V. Beet pulp drying using pressurized superheated steam. Int. Sugar J. 1999. vol. 101. no. 1207. pp. 340–344.

3 Hepbasli A. Exergoeconomic analysis of plum drying in a heat pump conveyor dryer. Drying Technology. 2010. vol. 28. pp. 1385–1395.

4 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Ponomarev A.V., Lesnykh T. V. Exergetic approach to the thermodynamic analysis of the drying process of beet pulp. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials] 2012. no. 12. pp. 8–12. (in Russian)

5 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Kostina E.V., Derkanosova A.A. et al. Ustanovka dlya sushki [Installation for drying dispersed high-moisture materials] Patent RF, no. 2603225, 2016. (in Russian)

6 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Podrezova A.A., Lesnykh T. V. Balanced heat supply of pulp drying department of sugar beet plant. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2012. no. 3. pp. 153–156 (in Russian)

7 Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Muraviev A.S., Korotayeva A.A. Kinetic regularities and determination of the drying time of high-moisture dispersed materials. Problemy resurso- i energosberegayushchikh tekhnologii [International Scientific and Technical Conference "Problems of resource and energy-saving technologies in industry and agro-industrial complex" (PRET-2014): a collection of papers (section reports)] Ivanovo, 2014. pp. 49–53. (in Russian)

8 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Kutsov S.V., Derkanosova A.A. et al. Sposob avtomaticheskogo upravleniya protsessom sushki [A method for automatic control of the drying process of high-moisture dispersed materials] Patent RF, no. 2581012, 2016. (in Russian)

9 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.

10 Lukovkin S.B., Hohlova L.I., Shimanskiy S.A. Modeling of drying process of wood raw material for its subsequent use at fish smoking. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 30–36. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-30-36.

11 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Shentsova E.S., Derkanosova A.A., Yasinovskaya V.P. The choice of rational parameters for premix storage with choline chloride content. *Izvestiya Vysshih Uchebnykh Zavedenii*. [News of universities. Food technology] 2009. no. 5-6. pp. 68–71. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Евгений В. Литвинов к.т.н., доцент, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zenlit@yandex.ru

Андрей С. Полканов студент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, andrej.polkanov.96@mail.ru

Дарья К. Костина студент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kostina.dasha.2111@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алексей В. Дранников предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Евгений В. Литвинов консультация в ходе исследования
Андрей С. Полканов провёл эксперимент, выполнил расчёты

Дарья К. Костина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

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

Evgene V. Litvinov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zenlit@yandex.ru

Andrey S. Polkanov student, Machinery and food production machines department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, andrej.polkanov.96@mail.ru

Darya K. Kostina student, Machinery and food production machines department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kostina.dasha.2111@mail.ru

CONTRIBUTION

Aleksey V. Drannikov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Evgene V. Litvinov consultation during the study
Andrey S. Polkanov conducted an experiment, performed computations

Darya K. Kostina 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 9.30.2017

ACCEPTED 11.17.2017

Исследование реологических характеристик и определение рациональных параметров процесса сушки активированной закваски для хлебобулочных изделий

Дмитрий М. Бородулин	¹	borodulin_dmitri@list.ru
Елена А. Сафонова	¹	safonova.kem@yandex.ru
Екатерина В. Невская	²	katerinarose@mail.ru
Маргарита Т. Шулбаева	¹	sh-m-t@yandex.ru
Денис В. Дonya	¹	doniadv@rambler.ru
Татьяна И. Непомнящая	¹	matmodeli@yandex.ru

¹ Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056 Россия

² Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, ул. Б. Черкизовская, 26А, г. Москва, 107553, Россия

Реферат. Работа направлена на исследование реологических свойств закваски в процессе созревания и хранения с последующим определением рациональных параметров ее сушки в различных сушильных установках с анализом микрофлоры высушенных образцов. Изучены реологические свойства закваски с использованием штамма молочнокислых бактерий (МКБ) *L. acidophilus* 146А (активатора) и без него, которые показали, что закваска для производства хлебобулочных изделий специализированного назначения относится к неньютоновским или аномально-вязким жидкостям, описываемым реологическим уравнением Оствальда-де-Вале. Выявлено, что внесение штамма МКБ *L. acidophilus* 146А способствует уменьшению вязкости в процессе созревания почти в 3 раза, а при хранении образцов – в 2 раза, о чем свидетельствует значение коэффициента консистенции. Активатор снижает влияние температуры, поэтому структура закваски становится более стабильной. В таком состоянии она легче подвергается дальнейшей переработке. Следовательно, добавление штамма МКБ *L. acidophilus* 146А в закваску для производства хлебобулочных изделий специализированного назначения значительно снижает энергозатраты на весь процесс производства и приводит к увеличению срока годности. Выявлены кинетические закономерности сушки активированной закваски в терморadiационной, конвективной и сублимационной сушилках при их различных температурных режимах работы. Определены рациональные параметры сушки закваски для производства хлебобулочных изделий специализированного назначения. Выполнен анализ полезной микрофлоры высушенных образцов. Выявлено, что наименьшему разрушающему воздействию подвергаются микроорганизмы при конвективной и сублимационной (лиофильной) сушки. Микробный титр в этих образцах составляет не менее $1 \cdot 10^5$ КОЕ/г, в то время как при сушке терморadiационным методом титр полезной микрофлоры ниже в десять раз по отношению к ним. Учитывая, что температура проведения процесса не является разрушающей для заквасочных микроорганизмов – вероятнее всего пониженная выживаемость микрофлоры связана именно с радиационной активностью инфракрасных ламп. В результате проведенных исследований выявлено, что оптимальным видом сушки для активированной закваски является конвективная.

Ключевые слова: штаммы, закваска, реология, терморadiационная сушка, конвективная сушка, сублимационная сушка, кинетика сушки, хлебобулочные изделия

Research of rheological characteristics and determination of rational parameters of drying process of activated ferment for bakery products

Dmitrii M. Borodulin	¹	borodulin_dmitri@list.ru
Elena A. Safonova	¹	safonova.kem@yandex.ru
Ekaterina V. Nevskaya	²	katerinarose@mail.ru
Margarita T. Shulbaeva	¹	sh-m-t@yandex.ru
Denis V. Donya	¹	doniadv@rambler.ru
Tatyana I. Nepomnyashchaya	¹	matmodeli@yandex.ru

¹ Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia

² Scientific Research Institute of the Bakery Industry, B. Cherkizovskaya str., 26A, Moscow, 107553, Russia

Summary. The work is aimed at investigating the rheological properties of the ferment in the process of maturation and storage with subsequent determination of the rational parameters of its drying in various drying plants with the analysing of microflora of dried samples. We studied the rheological properties of the ferment using the strain of the lactobacilli *L. Acidophilus* 146A (activator) and without it, which showed that the ferment for the production of special purpose bakery products to non-Newtonian or anomalously viscous liquids described by the Ostwald-de-Vale rheological equation. We found that the introduction the strain of the lactobacilli *L. Acidophilus* 146A helps to reduce the viscosity during maturation by almost 3 times, and when storing the samples – in 2 times, this is indicated by the value of the consistency coefficient. The activator reduces the influence of temperature, so the structure of the ferment becomes more stable. It is easier to further process in this state. Consequently, the energy consumption for production is significantly reduced and the increases expiration date after the strain of the lactobacilli *L. Acidophilus* 146A is added to the starter for the production of special purpose bakery products. We detected kinetic patterns of drying of the activated ferment in thermoradiation, convective and sublimation dryers under different temperature operating conditions. We have determined the rational parameters of drying the ferment for the production of bakery products of specialized purpose. We analyzed the useful microflora of the dried samples. It has been revealed that microorganisms undergoing convective and sublimation (freeze drying) are subjected to the smallest destructive effect.

Для цитирования

Бородулин Д.М., Сафонова Е.А., Невская Е.В., Шулбаева М.Т., Дonya Д.В., Непомнящая Т.И. Исследование реологических характеристик и определение рациональных параметров процесса сушки активированной закваски для хлебобулочных изделий // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 40–48. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-40-48

For citation

Borodulin D.M., Safonova E.A., Nevskaya E.V., Shulbaeva M.T., Donya D.V., Nepomnyashchaya T.I. Research of rheological characteristics and determination of rational parameters of drying process of activated ferment for bakery products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 40–48. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-40-48

We found that microorganisms are less destroyed by convective and freeze drying. The microbial titer in these samples is at least $1 \cdot 10^5$ CFU/g. While drying by the method of infrared irradiation, this titer is lower by a factor of ten compared to other types of drying considered. Taking into account that the temperature of the process is not destructive for starter microorganisms, it is most likely that the reduced survival of the microflora is due precisely to the radiation activity of the infrared lamps. As a result of the conducted studies it was revealed that the optimal type of drying for the ferment is convective.)

Keywords: strain, ferment, rheology, thermoradiation drying, convection drying, freeze drying, kinetics of drying, bakery products

Введение

Применение новых видов сырья, расширение ассортимента и разработка хлебобулочных изделий специализированного назначения, распространение нарезки и упаковки хлеба обуславливают актуальность проблемы его микробиологической порчи. Возбудителями болезней хлеба являются не только плесневые грибы, вызывающие заплесневение хлеба, но и ряд других биологически активных микроорганизмов, приводящих к потерям качества продукции.

Увеличение сроков годности и предотвращение микробиологической порчи [1–3] хлебобулочных изделий возможно за счет использования биологических методов. Они предусматривают применение заквасок, которые в процессе тестоприготовления образуют органические кислоты, бактериоцины и другие ингибиторы возбудителей ингибиторы роста возбудителей микробиологической порчи хлеба. Кроме того, хлеб, приготовленный на заквасках, характеризуется улучшенными: структурой пористости и свойствами мякиша, вкусом и ароматом, способностью к длительному сохранению свежести. Поэтому для разработки технологии специализированных хлебобулочных изделий [4, 5] необходимо подобрать наиболее эффективный штамм молочнокислых бактерий, обладающий антагонистической активностью по отношению к возбудителям порчи хлеба, синтезирующий биологически активные вещества, аминокислоты, витамины, за счет которых можно повысить пищевую и биологическую ценность изделий.

Для удобного использования, хранения и транспортировки актуальным является создание сухих биопрепаратов заквасок с сохранением всех биотехнологических показателей молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток.

При рассмотрении характеристики и свойств ацидофильной закваски, аспектов ее использования в хлебопекарной промышленности выявлено, что ацидофильная закваска представляет большой интерес, так как она имеет в своем составе пробиотические микроорганизмы, формирующие структуру теста, как из пшеничной, так и ржаной муки.

Целью настоящей работы являлось изучение физических свойств закваски за счет исследования ее реологических показателей на этапе активации и хранения, а также определение

оптимального вида сушки данных образцов реологических показателей [8] и микрофлоры закваски на этапе ее активации, хранения, и высушивания.

Достижение поставленной цели осуществлялось путем решения следующих задач:

1. исследование антагонистической активности хлебопекарных промышленно ценных штаммов молочнокислых бактерий;
2. изучение кривых течения закваски без использования активатора в процессах ее созревания и хранения;
3. изучение кривых течения закваски с использованием активатора в процессах ее созревания и хранения;
4. изучение кинетики сушки в терморadiационной, конвективной и сублимационной сушилке с последующим определением рациональных параметров сушки активированной закваски;
5. определение количества полезной микрофлоры в образцах высушенной закваски.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлась ацидофильная закваска для приготовления хлебобулочных изделий специализированного назначения.

Предметом исследования было изучение физических и реологических свойств закваски и определение рациональных параметров видов сушки, удовлетворяющего заданным требованиям.

Исследования антагонистической активности [7] хлебопекарных промышленно ценных штаммов молочнокислых бактерий (МКБ) были проведены в институте ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности». В качестве тест-культур использовали плесневые грибы *P. Roqueforti* и *P. funiculosum*, спорообразующие бактерии *Bacillus subtilis* 40, дрожжеподобные грибы ВМБХ (в настоящее время идентифицируются). Для контроля роста тест-культур использовали стерильное солодовое сусло. Модельная среда представляла собой предварительно прогретую культуру МКБ. В пробирки с модельной средой, охлажденной до 30 °С, добавляли инокулят тест-штамма плесневого гриба или ВМБХ. Культивирование плесневых грибов в модельной среде проводили при температуре 24 °С в течение 10 сут., появление и рост видимого мицелия грибов оценивали визуально. Выращивание ВМБХ проводили при температуре 24 °С

в течение суток; влияние метаболитов МКБ на рост ВМБХ оценивали подсчетом в камере Горяева количества клеток тест-штамма. Воздействие метаболитов МКБ на рост спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* 40 осуществляли по диффузионному методу лунок на среде КМАФАнМ. В лунки вносили модельную среду на основе чистых культур МКБ; чашки помещали в термостат с температурой 30 °C на сутки. Наличие антагонистической активности МКБ определяли по диаметру зоны ингибирования роста тест-штамма вокруг лунки.

Для определения реологических характеристик продуктов при сдвиговом течении использовалась измерительная установка – ротационный вискозиметр «RHEOTEST-2» с измерительной системой S/S1, представленная на рисунке 1.

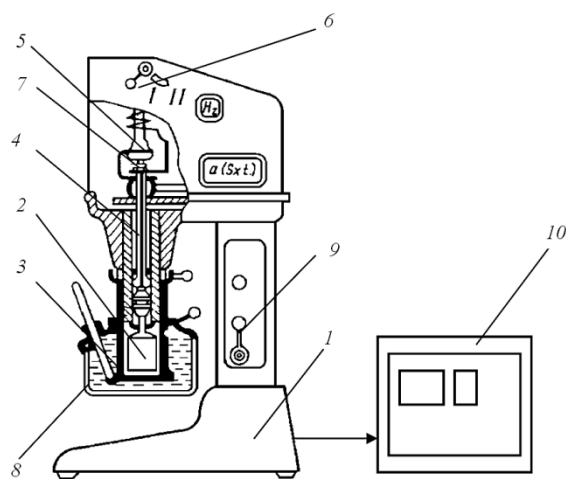


Рисунок 1. Функциональная схема измерительной установки: 1 – станина; 2 – измерительный цилиндр (внутренний); 3 – измерительная емкость (наружный цилиндр); 4 – измерительный вал; 5 – приводной вал; 6 – динамометр (спиральная пружина); 7 – потенциометр; 8 – термостатирующая емкость; 9 – рычаг переключения коробки передач; 10 – индикаторный прибор

Figure 1. Functional scheme of the measuring device: 1 – frame; 2 – measuring cylinder (internal); 3 – measuring capacity (outer cylinder); 4 – a measuring shaft; 5 – a power shaft; 6 – dynamometer (spiral spring); 7 – potentiometer; 8 – thermostatic capacity; 9 – the lever of a gear change; 10 – indicator device

Измерительный механизм экспериментальной установки представляет собой механико-электрический преобразователь вращающего момента. Для измерения момента вращения, действующего на вращающемся измерительном цилиндре 2, используется вращение измерительного вала 4 относительно приводного вала 5 в направлении, обратном действию двухступенчатого динамометра 6. Приборный потенциометр 7, связанный с динамометром и включенный в мостовую

схему, воспроизводит величину относительного вращения. При этом естественный сигнал «вращающий момент» преобразуется в пропорциональный ему аналоговый сигнал тока, который регистрируется индикаторным прибором 10.

Методика проведения эксперимента при определении реологических характеристик предусматривает следующие операции:

1. установка измерительного (внутреннего) цилиндра 2 на приводном валу 5;

2. заливка заданного объема исследуемого продукта в измерительную емкость (наружный цилиндр) и его установка в рабочее положение коаксиально цилиндру 2. При этом происходит заполнение исследуемой массой кольцевого зазора;

3. приведение во вращение измерительного (внутреннего) цилиндра 2 при помощи рычага переключения коробки передач 9. Вращение на данной скорости проводят до стабилизации показаний вторичного прибора, измеряющего угол α относительного поворота цилиндров 2 и 3;

3. регистрация частоты выходного сигнала датчика силы и определение по расчетным соотношениям установившегося значения напряжения сдвига τ при фиксированной скорости сдвига γ и температуре;

4. увеличение скорости сдвига γ в слое исследуемого продукта на $\Delta\gamma$;

5. выполнение заданного числа k раз пунктов 4–6 настоящей методики;

6. определение реологических характеристик исследуемого продукта с помощью разработанной компьютерной программы «Виртуальная модель кривых течения» (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ «Виртуальная модель кривых течения» № 2008612695, зарегистрирована 29.05. 2008 г.).

Для изучения кинетики сушки закваски в терморadiационной, конвективной и сублимационной сушилках [8–12] строились кривые сушки.

После каждой сушки образцы закваски подвергались определению в них количества клеток полезной микрофлоры. Для этого были проведены посевы методом предельных разведений с пересевом на чашки и заливом дифференциально-диагностической средой. Поскольку основную микрофлору закваски составляют термофильные молочнокислые палочки, то для анализа выбрана агаризованная питательная среда MRS.

Микрофлора закваски относится к группе условно анаэробных микроорганизмов, поэтому для определения количества клеток создавались условно анаэробные условия. Учет проводили методом подсчета и микроскопирования.

Результаты и обсуждение

В результате исследований антагонистической активности хлебопекарных промышленно ценных штаммов были установлены антимикробные свойства термоустойчивых метаболитов молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* в отношении плесневых, дрожжеподобных грибов, вызывающих порчу хлебобулочных изделий. По отношению к *P. roqueforti*, *P. funiculosum* и ВМБХ (наиболее типичных возбудителей микробной порчи хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки) наибольшая антагонистическая активность выявлена в модельной среде на основе штамма *L. acidophilus* A-146.

В результате экспериментальных работ установлена оптимальная дозировка разработанной закваски при приготовлении хлебобулочных изделий, для повышения их хранимоустойчивости. Результаты исследований по обеспечению антагонистической активности по отношению к возбудителям микробной порчи хлеба приведены в таблице 1.

Данные экспериментов показали, что в модельной среде на основе штамма *L. acidophilus* A-146 во всех опытах выявлена антагонистическая активность в отношении исследуемых тест-штаммов *P. Funiculosum* и *P. roqueforti* (развития плесневых грибов не обнаружено). В модельной среде на основе

L. brevis B-1 наблюдали полное ингибирование роста *P. funiculosum* и 50%-ное – *P. roqueforti*. Антифунгальная активность метаболитов остальных штаммов МКБ варьировалась от 0 до 75%.

Наибольшая антагонистическая активность к *B. subtilis* 40 выявлена у штамма *L. Plantarum*30 – диаметр зоны подавления роста *B. subtilis* 40 составил 13 мм; у *L. acidophilus* A-146 и *L. brevis* B1 диаметр зоны в среднем составил 10 мм (за вычетом диаметра самой лунки). *L. delbrueckii* T2 и *L. casei* C-1 также проявили антимикробную активность и образовали зону ингибирования роста *B. Subtilis* 40 (5 мм).

При изучении антагонистической активности термоустойчивых метаболитов МКБ в отношении ВМБХ установлено наиболее активное подавление роста ВМБХ-1 в модельной среде на основе *L. acidophilus* A-146 (концентрация дрожжеподобных грибов на 53% меньше, чем в контроле). Остальные МКБ ингибировали рост ВМБХ-1 в среднем на 30%.

По отношению к *P. roqueforti*, *P. funiculosum* и ВМБХ-1 наибольшая антагонистическая активность выявлена в модельной среде на основе *L. acidophilus* A-146.

Таким образом, для дальнейших исследований был выбран штамм МКБ *L. acidophilus* A-146, который обладал наибольшими антимикробными свойствами.

Таблица 1.

Антагонистическая активность штаммов молочнокислых бактерий
в отношении возбудителей микробной порчи хлеба

Table 1.

Antagonistic activity of strains of lactic acid bacteria in relation to the causative agents
of microbial spoilage of bread

Штаммы молочнокислых бактерий Strains of lactobacilli	Антагонистическая активность в отношении возбудителей Antagonistic activity against pathogens			
	плесени, % ингибирования mold, % inhibition		«картофельной» болезни хлеба, диаметр лунки, мм “Potato” disease of bread, diameter of the hole, mm	меловой болезни хлеба, %, концентрация дрожжеподобных грибов chalk disease of bread, %, concentration of yeast-like fungi
	<i>P. roqueforti</i>	<i>P. funiculosum</i>	<i>B. subtilis</i> 40	ВМБХ
<i>L. delbrueckii</i> 40	25	0	0	65
<i>L. delbrueckii</i> T-2	50	100	5	68
<i>L. brevis</i> B-1	25	0	10	68
<i>L. brevis</i> 3	0	25	0	73
<i>L. casei</i> C-1	0	25	0	72
<i>L. casei</i> 5 L	50	0	5	83
<i>L. plantarum</i> A-63	0	0	0	71
<i>L. plantarum</i> Pl-30	25	50	13	87
<i>L. acidophilus</i> A-146	100	100	10	48
<i>L. fermenti</i> F-34	0	0	0	73
Контроль	0	0	0	100

На первом этапе подвергалась исследованию закваска без использования штамма МКБ *L. acidophilus* A-146. Полученные реологические результаты представлены в виде кривых зависимости γ от τ на рисунке 2 и 3. Кривые, представленные на рисунке 2 соответствуют этапу созревания закваски, а на рисунке 3 – ее хранению.

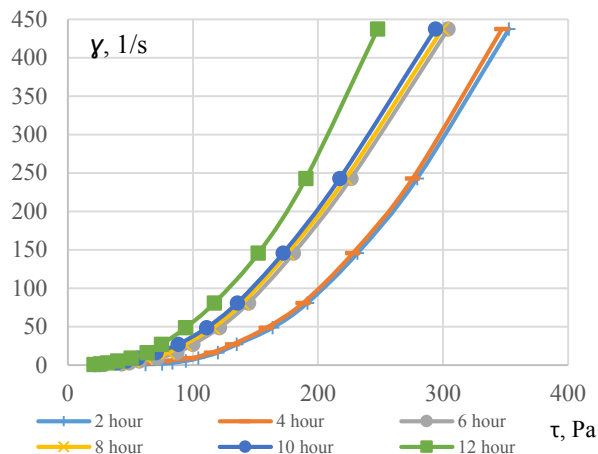


Рисунок 2. Кривые течения, полученные в процессе созревания закваски без использования штамма МКБ *L. acidophilus* A-146

Figure 2. Flow curves obtained during the ripening of the ferment without the use the strain of the lactobacilli *L. acidophilus* A-146

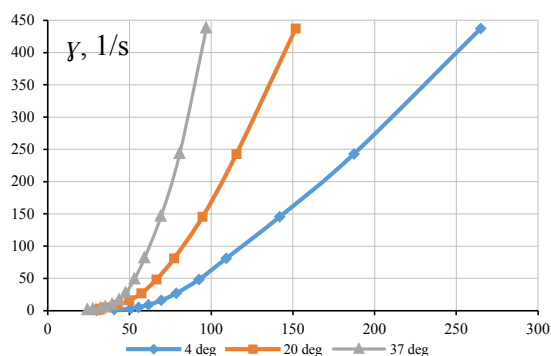


Рисунок 3. Кривые течения, полученные в процессе хранения закваски без использования штамма МКБ *L. acidophilus* A-146

Figure 3. Flow curves obtained during the storage of ferment without the use the strain of the lactobacilli *L. acidophilus* A-146

Из рисунка 2 видно, что с течением времени вязкость резко падает в начальный период, затем наблюдается ее незначительное снижение с резким уменьшением на заключительном этапе. Это объясняется протекающими в среде химическими реакциями.

Рисунок 3 показывает, что повышение температуры хранения снижает напряжение сдвига, следовательно, уменьшается вязкость закваски.

На следующем этапе подвергалась исследованию закваска с добавлением штамма МКБ *L. acidophilus* A-146. Полученные реологические результаты представлены в виде кривых

зависимости γ от τ на рисунке 4 и 5. Кривые, представленные на рисунке 4, соответствуют этапу созревания закваски, а на рисунке 5 – ее хранению.

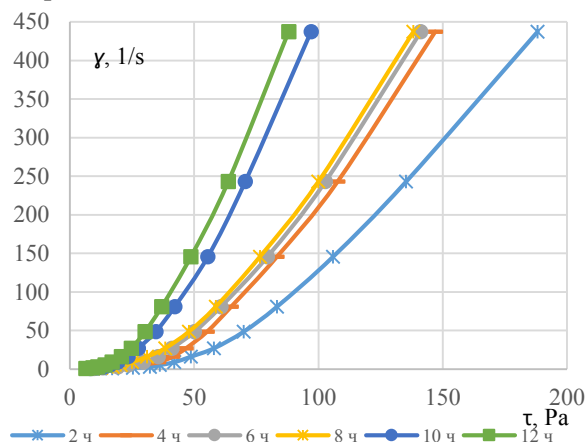


Рисунок 4. Кривые течения, полученные в процессе созревания закваски с использованием штамма МКБ *L. acidophilus* A-146

Figure 4. Flow curves obtained during the ripening of the ferment using the strain of the lactobacilli *L. acidophilus* A-146

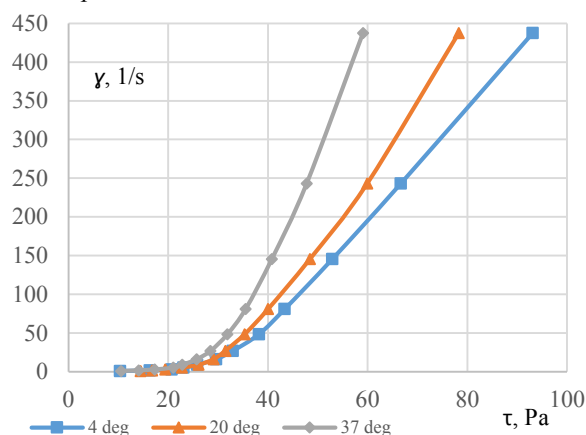


Рисунок 5. Кривые течения, полученные в процессе хранения закваски с использованием штамма МКБ *L. acidophilus* A-146

Figure 5. Flow curves obtained during the storage of ferment using the strain of the lactobacilli *L. acidophilus* A-146

Из рисунка 4 видно, что внесение штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 способствует постепенному изменению структуры закваски. Скачкообразность распределения показателей вязкости значительно снизилась. Так же уменьшился показатель напряжения сдвига, это говорит о снижении вязкости с течением времени созревания активированной закваски практически в 3 раза.

Рисунок 5 показывает, что внесение штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 уменьшает влияние температуры на структуру закваски, она становится более стабильной. Напряжение сдвига в процессе хранения закваски на основе штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 уменьшилось, что говорит о сокращении ее вязкости почти в 2 раза.

Анализируя кривые на рисунках 4 и 5 можно сделать вывод о том, что образцы закваски относятся к неньютоновским или аномально-вязким жидкостям, описываемым реологическим уравнением Оствальда-де-Вале, которое в общем виде записывается:

$$\tau = K \cdot \gamma^n$$

где τ – напряжение сдвига, Па; K – коэффициент консистенции, пропорциональный вязкости; γ – скорость сдвига, с^{-1} ; n – индекс течения.

Полученные значения коэффициентов представлены в таблице 2 и 3.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о том, что индекс течения n , показывающий степень аномалии вязкости, в течение всего периода изменялся незначительно. Внесение штамма МКБ *L. acidophilus*

A-146 способствует уменьшению вязкости в процессе созревания почти в 3 раза, а при хранении образцов – в 2 раза, о чем свидетельствует значение коэффициента консистенции K . Штамм МКБ *L. acidophilus* A-146 снижает влияние температуры, поэтому структура закваски становится более стабильной. В таком состоянии она легче подвергается дальнейшей переработке. Следовательно, добавление штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 в закваску для производства хлебобулочных изделий специализированного назначения значительно снижает энергозатраты на весь процесс производства и приводит к увеличению срока годности.

Далее закваска на основе штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 подвергалась высушиванию на терморадационной, конвективной и сублимационной сушилках при различных температурах сушильного агента.

Таблица 2.

Значение коэффициентов в процессе созревания закваски

Table 2.

The value of the coefficients during the ferment ripening

№	Наименование образца Sample Name	Коэффициенты Coefficients	Время измерения, ч Measurement time, h					
			2	4	6	8	10	12
1	контроль	K	59,81	41,69	30,91	25,58	22,85	20,49
2	(без использования штамма МКБ <i>L. acidophilus</i> A-146)	n	0,27	0,35	0,36	0,40	0,41	0,40
3	с использованием штамма МКБ	K	19,03	13,34	10,93	9,82	8,39	6,87
4	<i>L. acidophilus</i> A-146	n	0,35	0,38	0,41	0,42	0,38	0,40

Таблица 3.

Значение коэффициентов в процессе хранения закваски

Table 3.

The value of the coefficients during the storage of the ferment

№	Наименование образца Sample Name	Коэффициенты Coefficients	Температура хранения, °C Storage temperature, °C		
			4	20	37
1	контроль	K	39,31	19,03	24,29
2	(без использования штамма МКБ <i>L. acidophilus</i> A-146)	n	0,30	0,37	0,21
3	с использованием штамма МКБ	K	19,03	14,28	12,28
4	<i>L. acidophilus</i> A-146	n	0,35	0,26	0,25

При высушивании закваски на терморадационной сушилке использовались температуры 50 и 55 °C. Проба облучалась инфракрасными лучами с длиной волны 0,8–12 мкм. Высушиванию подвергались образцы массой 5 грамм в течение 3 часов. В каждом эксперименте производилось взвешивание навески с периодичностью в 5 секунд до тех пор, пока масса не станет постоянной.

Полученные данные в виде кривых сушки представлены на рисунке 6, из которых видно, что при температуре сушки 50 °C начальная влажность образца составляет 60,75%. Начальный этап сопровождается расходом тепла на нагрев материала, при этом влажность снижается

незначительно. Затем следует первый этап сушки, сопровождаемый испарением влаги со свободной поверхности закваски. Когда влага полностью удалена, происходит ее испарение из капилляров навески. При этом влажность закваски интенсивно уменьшалась по прямолинейной зависимости. После этого начинается второй период сушки, при котором температура закваски остается постоянной, а испарение влаги происходит равномерно. Этот период заканчивается при критической влажности. На последнем этапе скорость сушки постепенно снижается до наступления динамического равновесия. При этом испарение свободной и механически связанной влаги прекращается. Внутри образца

остается химически связанная влага, которая не удаляется при температуре 50 °С. В результате статистической обработки полученных экспериментальных данных кривая сушки описывается уравнением:

$$W_c = 0,0015t^2 - 0,6105t + 91,188, \quad (1)$$

где W_c - влагосодержание после сушки, %; t - время сушки, мин.

Множественный коэффициент детерминации у модели, описываемой уравнением 1, $R^2 = 0,9987$. Это значит, что доля дисперсии зависимой переменной составляет 99,87%.

При температуре сушки 55 °С на первом этапе происходит прогрев закваски. Затем начинается период постоянной скорости сушки. Несмотря на незначительное повышение температуры по сравнению с первым образцом скорость сушки во втором периоде второй навески возрастает более чем в 2 раза. В этом периоде происходило равномерное удаление свободной и механически связанной влаги. Затем процесс сушки выходит на стационарный режим, а ее кривая асимптотически приближается к значению равновесной влажности при заданных условиях процесса. Время сушки при температуре 55 °С сократилось на 40–50 минут по сравнению с процессом сушки при 50 °С. Данная кривая сушки описывается уравнением:

$$W_c = 0,0033t^2 - 0,8948t + 89,884. \quad (2)$$

Коэффициент детерминации у модели, описываемой уравнением 2, достаточно высок - $R^2 = 0,9887$.

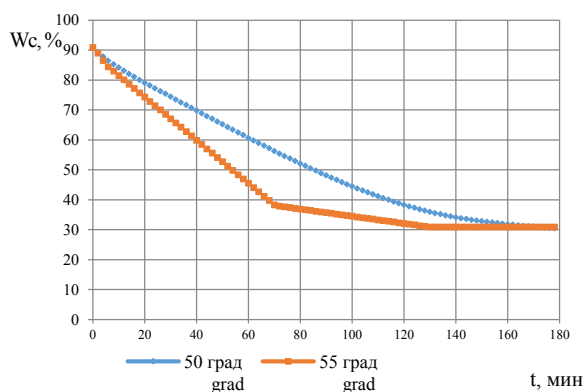


Рисунок 6. Кривые сушки закваски на основе штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 (терморационная сушилка)

Figure 6. Drying curves of ferment based on lactobacilli *L. acidophilus* A-146 (thermoradiation dryer)

При высушивании закваски на конвективной сушилке применяли сушильный агент, нагретый до температур 55, 60 и 65 °С. При этом влажность навески составляла 54,5%. Пробы с массой 3 грамма высушивали до постоянного веса со взвешиванием навески каждые две минуты. По полученным данным было определено изменение текущей влажности в закваске с течением времени. Результаты в виде кривых сушки представлены на рисунке 7.

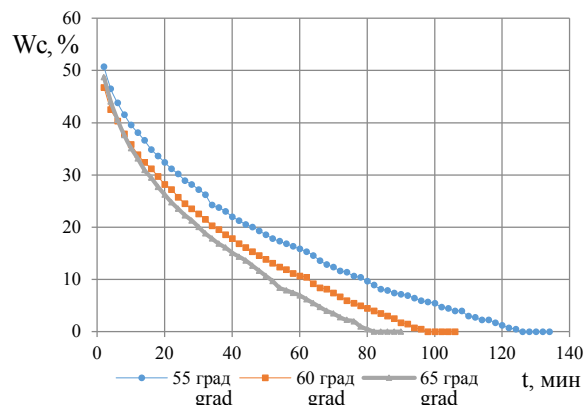


Рисунок 7. Кривые сушки закваски на основе штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 (конвективная сушилка)

Figure 7. Drying curves of ferment based on lactobacilli *L. acidophilus* A-146 (convection drier)

Анализ кривых сушки показал, что при температуре 55 °С время сушки закваски до постоянного веса составляет 2 часа 14 минут, при этом она теряет 100% влаги. При температуре 60 °С время сушки сокращается на 30 минут, однако потеря влаги при этом аналогична предыдущему случаю. Увеличение температуры до 65 °С приводит к сокращению времени сушки на 46 минут по отношению к первому опыту. Влажность закваски полностью удалена, материал абсолютно сухой.

Кривые сушки, полученные конвективным способом, описываются следующими уравнениями:

- при $t = 55$ °С

$$W_c = 0,0024t^2 - 0,6518t + 45,835, \quad (3)$$

$$R^2 = 0,9907;$$

- при $t = 60$ °С

$$W_c = 0,0034t^2 - 0,7702t + 43,585, \quad (4)$$

$$R^2 = 0,9931;$$

- при $t = 65$ °С

$$W_c = 0,0053t^2 - 0,9785t + 45,38, \quad (5)$$

$$R^2 = 0,9908;$$

Множественные коэффициенты детерминации у моделей высоки и показывают, что они с достаточной точностью описывают процесс сушки.

Третья проба подвергалась сублимационной (лиофильной) сушке. Для этого закваску массой 2 грамма расфасовывали в стерильные стеклянные флаконы, закрывали с соблюдением стерильности и замораживали при температуре (-18 °С). После полного замораживания флаконы подвергали вакуумированию. В процессе вакуумной сушки при удалении из образцов влаги происходило сублимирование (лиофилизация). Полученные концентраты герметично упаковывали.

После сушки активированной закваски определено количество микроорганизмов полезной микрофлоры в 1 г каждого высушенного образца закваски. Анализ полученных данных показал, что во всех образцах количество клеток не превысило $1 \cdot 10^6$ КОЕ/г. Например, в образцах

закваски, подвергнутых терморadiационному высушиванию, количество клеток составляло $(2-6) \cdot 10^4$ КОЕ/г, в образцах, полученных при конвективной сушке $(5-9) \cdot 10^5$ КОЕ/г. В то время как при сушке терморadiационным методом титр полезной микрофлоры показал $1 \cdot 10^5$ КОЕ/г, что ниже в десять раз по отношению к двум другим видам сушки. Учитывая, что температура проведения процесса не является разрушающей для заквасочных микроорганизмов – вероятнее всего пониженная выживаемость микрофлоры связана именно с радиационной активностью ламп.

Выводы

В результате исследований антагонистической активности хлебопекарных промышленно ценных штаммов были установлено, что наибольшими антимикробными свойствами обладает штамм МКБ *L. acidophilus* A-146.

Внесение штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 в закваску приводит к уменьшению вязкости в процессе созревания почти в 3 раза, а при хранении – в 2 раза, что способствует стабилизации ее

структуры. Это в свою очередь снижает энергозатраты при производстве хлебобулочных изделий и приводит к увеличению срока годности.

Наиболее благоприятной для высушивания закваски на основе штамма МКБ *L. acidophilus* A-146 является конвективная. Наилучшие результаты здесь достигаются по истечении 46 мин при температуре сушильного агента 65 °С.

Анализ экспериментальных данных показал, что наименьшему разрушающему воздействию подвергаются микроорганизмы при конвективной и сублимационной (лиофильной) сушке. Выживаемость микроорганизмов при этих способах концентрирования максимальна. Микробный титр в данных образцах составляет не менее $1 \cdot 10^5$ КОЕ/г.

Полученные результаты могут быть использованы в технологии приготовления закваски на основе штамма *Lactobacillus acidophilus* A-146 для ее рационального использования в производстве хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Быковченко Т.В., Костюченко М.Н., Волохова Л.Т., Работкин Ю.В. и др. Разработка системы обеспечения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий на хлебопекарных предприятиях // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2012. № 9. С. 22–24.

2 Saranraj P., Geetha M. Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives // International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives. 2012. V. 3. № 1. P. 38–48.

3 Liam A.M.R., Zannini E., Dal Bello F., Pawlowska A. et al. *Lactobacillus amylovorus* DSM 19280 as a novel food-grade antifungal agent for bakery products // International Journal of Food Microbiology. 2011. V. 146. № 3. P. 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.02.036>.

4 Иванова Е.П., Митрохин М.А., Перфилова О.В., Родионов Ю.В. и др. Разработка технологии закваски для производства хлеба функционального назначения // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И.Вернадского. 2014. № 1 (50). С. 260–264. doi: 10.17277/issn.1990-9047.

5 Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Бородулин Д.М. Оптимизация рецептурного состава хлебобулочных изделий для спортивного питания // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1 (36). С. 60–64.

6 Ziobro R., Witczak T., Juszcak L., Korus J. Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic // Food Hydrocolloids. 2013. V. 32. № 2. P. 213–220.

7 Иркитова А.Н., Каган Я.Р., Соколова Г.Г. Сравнительный анализ методов определения антагонистической активности молочнокислых бактерий // Известия Алтайского государственного университета. 2012. № 3–1(75). С. 41–44.

8 Бородулин Д.М., Невская Е.В., Непомнящая Т.И. Определение оптимального вида сушки закваски для производства хлебобулочных изделий // Материалы II Международной научно-практической конференции «Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств», Воронеж, 16–17 ноября, 2016. С. 419–425.

9 Maisnam D., Rasane P., Dey A., Kaur S. et al. Recent advances in conventional drying of foods // Journal of Food Technology and Preservation. 2017. № 1. P. 25–34.

10 Peiren J., Hellemans A., De Vos P. Impact of the freeze-drying process on product appearance, residual moisture content, viability, and batch uniformity of freeze-dried bacterial cultures safeguarded at culture collections // Applied Microbiology and Biotechnology. 2016. V. 100. № 14. P. 6239–6249. doi:10.1007/s00253-016-7359-1.

11 Магомедов Г.О., Зацепина Н.П., Журавлев А.А., Чешинский В.Л. Разработка сбивного хлеба функционального назначения из муки цельнозернового зерна пшеницы, ржаных и пшеничных отрубей // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4. С. 104–108.

12 Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Малютин Т.Н., Журавлева И.А. Влияние способа подготовки зерна ржи на его микроструктуру и показатели безопасности // Вестник ВГУИТ. 2014. № 1. С. 119–122.

REFERENCES

1 Bykovchenko T.V., Kostyuchenko M.N., Volokhova L.T., Rabotkin Yu.V. et al. Development of a system for ensuring the microbiological safety of bakery products at bakery enterprises. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionery and bakery production], 2012, no. 9, pp. 22–24. (in Russian)

2 Saranraj P., Geetha M. Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 2012, vol 3, no 1, pp. 38–48. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160511001164>.

3 Liam A.M. Ryan, Emanuele Zannini, Fabio Dal Bello, Agata Pawlowska et al. *Lactobacillus amylovorus* DSM 19280 as a novel food-grade antifungal agent for bakery products. *International Journal of Food Microbiology*, 2011, vol. 146, issue 3, pp. 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.02.036>.

4 Ivanova E.P., Mitrokhin M.A., Perfilova O.V., Rodionov Yu. V. et al. Development of the technology of starter for the production of bread of functional purpose. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im.*

V.I.Vernadskygo. [Issues of modern science and practice. University of V.I.Vernadsky], 2014, no. 1 (50), pp. 260–264. doi: 10.17277/issn.1990-9047. (in Russian)

5 Nevskaya E.V., Shlelenko L.A., Borodulin D.M. Optimization of the formulation composition of bakery products for sports nutrition. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technology and technology of food production] 2015, no. 1 (36), pp. 60–64. (in Russian)

6 Rafał Ziobro, Teresa Witczak, Lesław Juszcak, Jarosław Korus. Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. *Food Hydrocolloids*, 2013, vol. 32, issue 2, pp. 213–220.

7 Irkitova A.N., Kagan Ya.R., Sokolova G.G. A Comparative Analysis of Methods for Determining the Antagonistic Activity of Lactic Acid Bacteria. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [Izvestiya Altai State University], 2012, no. 3–1(75), pp. 41–44. (in Russian)

8 Borodulin D.M., Nevskaya E.V., Nepomnyashchaya T.I. Determination of the optimal type of drying of the starter for the production of bakery products. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Yavleniya perenosa v protsessakh i apparatakh khimicheskikh i pishchevykh proizvodstv», Voronezh, 16–17 noyabrya, 2016 [Proceedings of the II

International Scientific and Practical Conference "Transport phenomena in the processes and devices of chemical and food industries", Voronezh, November 16–17, 2016] pp. 419–425. (in Russian)

9 Daniel Maisnam, Prasad Rasane, Anirban Dey, Sawinder Kaur, Chayanika Sarma. Recent advances in conventional drying of foods. *Journal of Food Technology and Preservation*, 2017, no 1, pp. 25–34.

10 Jindrich Peiren, Ann Hellemans, Paul De Vos. Impact of the freeze-drying process on product appearance, residual moisture content, viability, and batch uniformity of freeze-dried bacterial cultures safeguarded at culture collections. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2016, vol. 100, issue 14, pp 6239–6249. doi:10.1007/s00253-016-7359-1.

11 Magomedov G.O., Zatsepilina N.P., Zhuravlev A.A., Cheshinskii V.L. Development of a functional purpose whipped bread whole grain wheat, rye and wheat bran. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2015, no. 4, pp. 104–108. (in Russian)

12 Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Malyutina T.N., Zhuravleva I.A. Effect of the method of preparation of rye grain on its microstructure and safety indicators. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2014, no. 1, pp. 119–122. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий М. Бородулин д.т.н., заведующий кафедрой, кафедры технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, borodulin_dmitri@list.ru

Елена А. Сафонова к.т.н., доцент, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, safonova.kem@yandex.ru

Екатерина В. Невская к.т.н., заместитель заведующей отделом, отдел технологии хлебопекарного производства, Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, ул. Б.Черкизовская, 26-А, г. Москва, 107553, Россия, katerinarose@mail.ru

Маргарита Т. Шулбаева к.т.н., доцент, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, sh-m-t@yandex.ru

Денис В. Доня к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов технологических систем, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, doniadv@rambler.ru

Татьяна И. Непомнящая магистрант, кафедра технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, matmodeli@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 19.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dmitrii M. Borodulin Dr. Sci. (Engin.), head of the department, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, borodulin_dmitri@list.ru

Elena A. Safonova Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, safonova.kem@yandex.ru

Ekaterina V. Nevskaya Cand. Sci. (Engin.), deputy head of the department, bakery technology department, Scientific Research Institute of the Bakery Industry, B. Cherkizovskaya str., 26A, Moscow, 107553, Russia, katerinarose@mail.ru

Margarita T. Shulbaeva Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, sh-m-t@yandex.ru

Denis V. Donya Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, machines and apparatus of technological systems department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, 47 Stroiteley Boulevard, Kemerovo, 650056, Russia, doniadv@rambler.ru

Tat'yana I. Nepomnyashchaya master student, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, 47 Stroiteley Boulevard, Kemerovo, 650056, Russia, matmodeli@yandex.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.19.2017

ACCEPTED 11.21.2017

Гидродинамика псевдоожиженного слоя овса при обжарке перегретым паром

Сергей В. Куцов¹ KutsovSV@bk.ru
Александр С. Муравьев²

¹ ВУНЦ ВВС ВВА 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. Для правильной организации процесса сушки и обжарки овса в псевдоожиженном режиме, а также при проектировании сушилок и обжарочных установок, необходимо знать основные гидродинамические показатели слоя материала. Они служат хорошей оценкой структуры слоя и способствуют определению оптимальных режимов подачи теплоносителя, при которых создается большая подвижность частиц материала в слое. Гидродинамические характеристики псевдоожиженного слоя определялись по изменению сопротивления слоя в зависимости от скорости пара и удельной нагрузки продукта на газораспределительную решетку, а также по изменению высоты слоя псевдоожиженного материала в зависимости от скорости пара и высоты неподвижного слоя. Исследование проводили в следующих диапазонах изменения технологических параметров: температура воздуха 343–373 К, температура пара 383–413 К; скорость потока теплоносителя на входе в слой – от 1,8 до 3,0 м/с; удельная нагрузка продукта на решетку – от 15 до 30 кг/м². Определены скорость псевдоожижения зерна овса, порозность и потери давления перегретого пара в псевдоожиженном слое материала. Отклонение экспериментальных данных от расчетных не превышало $\pm 18\%$. Получены графические зависимости степени расширения и однородности слоя зерна овса. Показано, что увеличение удельной нагрузки слоя овса на решетку способствует образованию более однородной структуры псевдоожиженного слоя. Анализ однородности и равномерности псевдоожижения монодисперсного слоя овса позволяет оценить его качество и выбрать оптимальный гидродинамический режим для проведения процесса сушки и обжарки.

Ключевые слова: обжарка овса, гидродинамика псевдоожиженного слоя, перегретый пар

Hydrodynamics of oats fluidized layer during roasting with superheated steam

Sergej V. Kutsov¹ KutsovSV@bk.ru
Aleksandr S. Muravev²

¹ MESAF AF N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Staryh Bolshevikov St., 54A, Voronezh, 394064, Russia

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

Summary. It is necessary to know the basic hydrodynamic parameters of the material layer for proper organization of oats drying and roasting in fluidized mode, as well as when dryers and roasting plants designing. They serve as a good evaluation of the structure of the layer and contribute to the determination of optimal modes of coolant supply, in which a greater mobility of the material particles in the layer is created. The hydrodynamic characteristics of the fluidized layer were determined from the change in the resistance of the layer, depending on the vapor velocity and the specific load of the product on the gas distribution grid, as well as on the change in the height of the fluidized material layer, depending on the vapor velocity and the height of the fixed layer. The study was carried out in the following ranges of technological parameters: air temperature 343–373 K, steam temperature 383–413 K; the flow velocity of the coolant at the entrance to the layer is from 1.8 to 3.0 m/s; specific load of the product on the grate is from 15 to 30 kg/m². The fluidization speed of oat grain, porosity and pressure loss of superheated steam in the fluidized layer of the material were determined. The deviation of the experimental data from the calculated data did not exceed $\pm 18\%$. Graphic dependencies of the degree of expansion and homogeneity of the oat grain layer were obtained. It was shown that an increase in the specific loading of the oat layer on the grate contributes to the formation of a more homogeneous structure of the fluidized layer. Analysis of uniformity and equality of fluidization of a monodisperse layer of oats allows to evaluate its quality and to choose the optimal hydrodynamic regime for the drying and roasting process.

Keywords: roasting of oats, fluidized bed hydrodynamics, superheated steam

Введение

Для правильной организации процесса сушки и обжарки овса в псевдоожиженном режиме, а также при проектировании сушилок и обжарочных установок, необходимо знать основные гидродинамические показатели слоя материала. К таким показателям можно отнести

потери давления сушильного агента, порозность и скорость вибротранспортирования материала по длине газораспределительной решетки. Изучение этих параметров может служить хорошей оценкой структуры слоя и способствовать определению оптимальных режимов подачи теплоносителя, при которых создается большая подвижность частиц материала в слое [1, 2].

Для цитирования

Куцов С.В., Муравьев А.С. Гидродинамика псевдоожиженного слоя овса при обжарке перегретым паром // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 49–55. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-49-55

For citation

Kutsov S.V., Muravev A.S. Hydrodynamics of oats fluidized layer during roasting with superheated steam. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 49–55. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-49-55

Целью настоящей работы являлось экспериментальное определение скорости псевдооживления зерна овса, порозности и потерь давления перегретого пара в псевдооживленном слое материала, с последующим математическим описанием, позволяющим проводить инженерный расчет данных показателей.

Материалы и методы

Экспериментальная установка для определения скорости псевдооживления зерна овса, порозности и потерь давления перегретого пара в псевдооживленном слое материала приведена на рисунке 1.

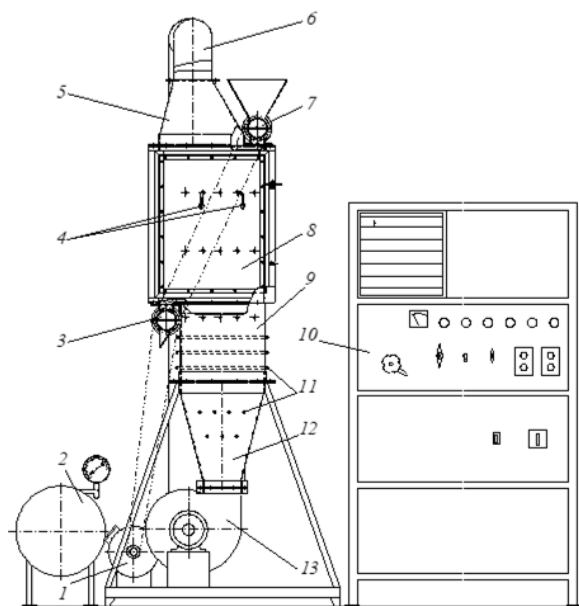


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки: 1 – привод ротационных дозаторов; 2 – парогенератор; 3, 7 – ротационные дозаторы; 4 – форсунки; 5 – вытяжной диффузор; 6 – циркуляционный трубопровод; 8 – рабочая камера; 9 – парораспределитель; 10 – шкаф управления; 11 – трубчатые электронагреватели; 12 – переходник; 13 – вентилятор

Figure 1. The scheme of experimental installation: 1 – actuator rotary feeders; 2 – steam generator; 3, 7 – rotary feeders; 4 – nozzle; 5 – exhaust diffuser; 6 – circulating pipe; 8 – working chamber; 9 – steam distributors; 10 – control Cabinet; 11 – tubular heaters; 12 conversion; 13 – fan

При проектировании и изготовлении установки предполагались широкий диапазон изменения технологических параметров процесса, возможность осуществления различных гидродинамических режимов слоя исследуемого продукта, а также максимальное приближение к условиям сушки и обжарки овса в промышленных аппаратах [3, 4].

Установка изготовлена из нержавеющей стали и теплоизолирована с наружной стороны.

Рабочая камера 8 имеет форму параллелепипеда с размерами 400×160×600 мм, в ее нижней части располагается газораспределительная решетка. Газораспределительная решетка выполнена из нержавеющей проволоки, закреплена на каркасе, установленном в корпусе, и имеет живое сечение 57,7%. С внешней стороны камера снабжена дверью с окном для контроля за проводимым процессом влаготепловой обработки и поведением слоя продукта, установки и съема газораспределительной решетки, а также для обслуживания установки.

К верхней части рабочей камеры прикреплен вытяжной диффузор 5 с сеткой, препятствующей попаданию частиц обрабатываемого продукта в циркуляционный трубопровод 6. Сверху, в начале рабочей камеры, и снизу, в ее конце, установлены ротационные дозаторы 3 и 7 секторного типа. Внутри цилиндрических корпусов дозаторов расположены валы с приваренными пластинами, корпуса дозаторов снабжены узлами крепления к рабочей камере. Загрузочный дозатор имеет бункер для исходного продукта, выгрузочный дозатор снабжен распределительным лотком. Регулируемый привод дозаторов обеспечивает непрерывную и регулируемую бесступенчатую подачу исходного продукта в рабочую камеру и отвод из нее обработанного продукта.

Внутри камеры 8 между газораспределительной решеткой и дозатором выгрузки расположена вертикальная съемная перегородка, препятствующая попаданию необработанного продукта на выгрузку. В задних стенках рабочей камеры и парораспределителя установлены штуцера для ввода хромель-капельных термопар (ТХК), а также для соединения пространств над и под газораспределительной решеткой с U-образными манометрами. В циркуляционном трубопроводе 6 имеется патрубок с вентилем для удаления избытка пара.

Внутри парораспределителя 9 и переходника 12 установлены трубчатые электронагреватели (ТЭНы) типа «С», обеспечивающие прогрев установки и нагрев теплоносителя до заданной температуры. В парораспределителе установлено девять трубчатых электронагревателей мощностью по 0,5 кВт, а в переходнике – семь трубчатых электронагревателей мощностью по 0,32 кВт. Электрические контакты ТЭНов снаружи установки закрыты кожухами. Рабочая камера нижней частью крепится к парораспределителю 9, который соединен при помощи фланцев через переходник 12 с вентилятором 13. На всасывающей стороне вентилятора установлен диффузор, соединенный при помощи фланцев

с циркуляционным трубопроводом 6. В циркуляционном трубопроводе 6 имеется шиберная заслонка. Диффузор снабжен патрубком, через который подается пар из парогенератора 2. В нижней части вентилятора установлен вентиль для удаления конденсата, образующегося в паропроводах и установке.

Диаметр циркуляционного трубопровода 6 равен 150 мм и принят конструктивно для обеспечения необходимого напора вентилятора и наименьшего влияния трубки Пито на поле скоростей потока теплоносителя при измерении динамического напора [3, 4]:

$$(d/D)^2 \leq 0,001,$$

где D – диаметр паропровода, $D = 0,15$ м; d – диаметр наконечника трубки Пито, $d = 0,0025$ м.

В шкафу управления 10 смонтированы автоматизированные системы регулирования температуры теплоносителя, средства измерения и регулирования режимных параметров для контроля и управления процессом сушки и обжарки овса.

Автоматизированная система управления температурой теплоносителя включает программно-аппаратный модуль (измеритель) с программой регистрации значений температуры, хромель-копелевые термопары (диаметр электродов 0,1 мм) и систему световой индикации работы ТЭНов. Требуемая температура теплоносителя на входе в рабочую камеру поддерживалась работой ТЭНов с помощью системы автоматического регулирования температуры.

Программное обеспечение (ПО) измерительного устройства состоит из двух частей. Первая часть ПО – микропрограмма – размещается в микроЭВМ, расположенной в измерителе, и позволяет непосредственно управлять аппаратными ресурсами измерителя: проводить замеры; анализировать температуру и управлять нагревателем и взаимодействовать с ПЭВМ.

Вторая часть ПО управления устройством функционирует на ПЭВМ. Она разработана для операционных систем семейства *Microsoft Windows*.

Выходные данные, описывающие состояние системы в определенные моменты времени, представлены в виде файла, формат которого поддерживается электронной таблицей *Microsoft Excel*. Это обеспечивает прямое импортирование содержимого файла в электронную таблицу, позволяя производить полностью автоматизированный процесс обработки результатов [2].

Система компьютерного контроля и регулирования позволяет измерять температуру в диапазоне 50–300 °С в трех точках рабочей

камеры установки, используя в качестве датчиков хромель-копелевыми термоэлектрическими преобразователями ТХК-539М, обеспечивая точность измерения в диапазоне 50–300±1 °С. Она позволяет также задавать и отображать на дисплее ПЭВМ текущие значения температур на стрелочных индикаторах и в цифровом виде и регистрировать измеренные значения температур путем записи в текстовый файл с табличным форматированием для обозначения определенного момента времени при изменении параметров процесса сушки и обжарки.

За температуру продукта принималась температура, измеренная с помощью термопары, введенной в центр частицы. Для измерения температуры теплоносителя и продукта применялись термопары, изолированные асбестовым шнуром. Точность измерения температур ± 1 К.

Скорость теплоносителя измерялась цифровым анемометром АП1.

Гидравлическое сопротивление слоя продукта во время сушки измеряли U -образными манометрами. Контроль и регулирование режимных параметров процесса сушки и обжарки овса, приводов дозаторов загрузки и выгрузки продукта и вентилятора осуществлялись со шкафа управления работой установки.

Для проведения опыта установка выводится на заданный режим работы:

- осуществлялась подача пара из пароподводящих коммуникаций в диффузор и далее вентилятором через диффузор, переходник, парораспределитель в рабочую камеру;
- пар перегревался до заданной температуры;
- включением электропривода дозатора загрузки осуществлялась подача исходного продукта на газораспределительную решетку;
- начинался опыт.

Активные гидродинамические режимы слоя продукта создавались подачей потока теплоносителя. Псевдооживленный слой продукта обеспечивался открытием заслонки диффузора на нужную величину и включением электропривода вентилятора. Конструкция передней стенки рабочей камеры обеспечивала быстрый ввод пробоотборника в камеру через определенные промежутки времени. Отбор проб проводился в трех точках по длине газораспределительной решетки. Взвешивание проб овса проводилось на аналитических весах *WA-31* с точностью ±0,1 мг.

Для определения влажности продукта использован метод высушивания до постоянной массы при температуре 130 °С.

Универсальность экспериментальной установки позволяла исследовать процесс сушки и обжарки овса, используя при этом в качестве теплоносителя горячий воздух и перегретый пар атмосферного давления.

В качестве объекта исследования использовали овес I типа 2-го подтипа, сорт «Кировский», не очищенный от цветочной пленки выращенный в центрально-черноземном районе.

Овес, поступающий в переработку, по своему качеству должен соответствовать требованиям ГОСТ 28673-90.

Процесс сушки и обжарки овса в псевдоожиженном слое воздухом и перегретым паром атмосферного давления исследовали в следующих диапазонах изменения технологических параметров: температура воздуха 343–373 К, температура пара 383–413 К; скорость потока теплоносителя на входе в слой – от 1,8 до 3,0 м/с; удельная нагрузка продукта на решетку – от 15 до 30 кг/м².

Опыты проводились несколько раз для проверки воспроизводимости полученных результатов. Надежная работа установки подтвердила стабильность всех полученных экспериментальных данных.

В исследованиях использовался перегретый пар атмосферного давления, который пронизывал слой овса снизу-вверх. Так как в процессе сушки и обжарки происходит уменьшение массы материала, то показания опытов регистрировались в течение первой минуты процесса, когда удельная нагрузка слоя максимальна.

Сопротивление слоя овса при переходе его в псевдоожиженное состояние измерялось прямым методом [5, 6]. Для анализа состояния слоя кривые псевдоожижения строились в виде линий прямого и обратного хода – при постепенном увеличении и уменьшении скорости пара. Статическое давление измерялось U-образными манометрами, соединенными с камерой импульсными трубками, установленными на различной высоте камеры.

Гидродинамические характеристики псевдоожиженного слоя определялись по изменению сопротивления слоя в зависимости от скорости пара и удельной нагрузки продукта на газораспределительную решетку $\Delta P = f(q, v)$, а также по изменению высоты слоя псевдоожиженного материала в зависимости от скорости пара и высоты неподвижного слоя $h_{cl} = \varphi(v, h_0)$. Высота псевдоожиженного слоя характеризует величину активной поверхности тепло- и массообмена, поэтому наличие перечисленных параметров необходимо для правильной организации процесса сушки и обжарки овса.

Результаты и обсуждение

Гидравлическое сопротивление псевдоожиженного слоя не зависит от скорости пара и определяется равенством сил гидродинамического давления и сил, противодействующих псевдоожижению частиц, вызываемых трением потока пара о стенки камеры, его движения между частицами, соударением частиц между собой, а также поддержания слоя материала во взвешенном состоянии [5, 6]

$$\Delta P = G / F_p = (\rho_{кр} - \rho_n) \cdot (1 - \varepsilon_0) \cdot g \cdot h_0. \quad (1)$$

Гидродинамика псевдоожиженного слоя наиболее наглядно изображается кривой псевдоожижения (рисунок 2), на которой процесс перехода плотного слоя овса в псевдоожиженный отражается резким увеличением давления и зависит от состояния поверхности зерна, их формы и плотности слоя.

На рисунке 3 изображены зависимости перепада давления перегретого пара в слое овса влажностью $W^c = 14\%$ от скорости сушильного агента при различных значениях начальной высоты слоя h_0 .

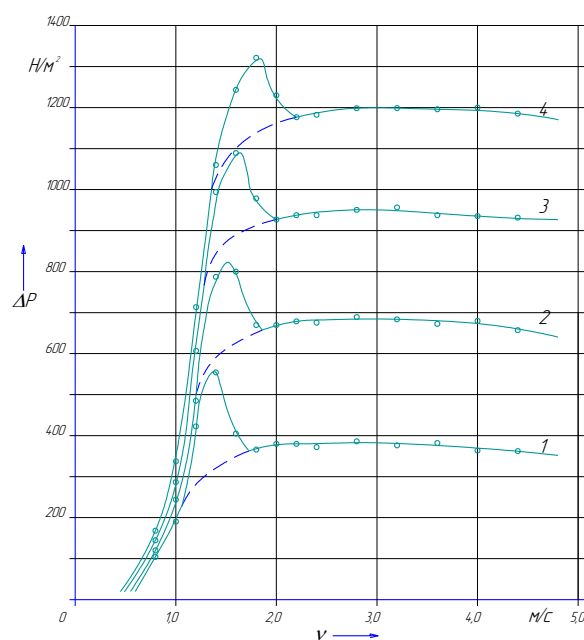


Рисунок 2. Зависимость сопротивления слоя овса от скорости сушильного агента при различном значении начальной высоты слоя h_0 , мм: 1 – 20; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 50

Figure 2. The dependence of the resistance layer of oats on the speed of the drying agent with different value of the initial layer height h_0 , mm: 1 – 20; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 50

Пик давления ΔP_{max} свидетельствует о необходимости затраты дополнительной энергии потока на преодоление сил сцепления частиц. Ввиду того, что дополнительные затраты энергии при переходе от плотного слоя в псевдоожиженный не поддаются точному

аналитическому расчету, они учитываются коэффициентом $R_{крит}$, который определяется экспериментально. А.С. Гинзбург и В.А. Резчиков установили, что на величину этого коэффициента оказывает влияние плотность слоя, влажность материала и высота неподвижного слоя.

Увеличение скорости пара выше критического значения приводит к расширению объема слоя при постоянном гидравлическом сопротивлении. Переход от режима фильтрации к псевдооживленному состоянию сопровождается

появлением в слое газовых пузырей, которые барботируют через слой и изменяют его концентрацию и порозность. При этом гидравлическое сопротивление слоя колеблется около некоторого среднего значения, зависящего от величины удельной нагрузки, и определяется по формуле

$$\Delta P = R_{крит} \cdot G / F_p. \quad (2)$$

Значения коэффициента $R_{крит}$, характеризующие равномерность псевдооживления, при различных высотах слоя овса представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Значения коэффициента $R_{крит}$ овса

Table 1.

The values of the coefficient R for oats

Высота плотного слоя h_0 , мм The height of the dense layer, mm	Удельная нагрузка зерна на решетку q , Н/м ² Specific load of grain on the grid, n/m ²	Гидравлическое сопротивление слоя ΔP , Н/м ² The hydraulic resistance of the layer, n/m ²	Коэффициент $R_{крит}$ R_{boil} ratio
20	189	385	0,79
30	207	670	0,88
40	236	930	0,91
50	297	1190	0,94

Приближение значений коэффициента $R_{крит}$ к единице свидетельствует об улучшении равномерности псевдооживления с увеличением удельной нагрузки овса на газораспределительную решетку за счет уменьшения каналообразования [7].

Порозность неподвижного слоя зерна овса определяется по уравнению

$$\varepsilon_0 = 1 - \rho_n / r_z, \quad (3)$$

где ρ_n – насыпная плотность слоя овса, кг/м³; ρ_z – плотность зерна овса, кг/м³.

Перепад давления в слое, необходимый для выбора дутьевого оборудования, определяли по формуле (4) при условии, что порозность ε_{cp} постоянная по высоте слоя h , то

$$\Delta P = (1 - \varepsilon_{cp}) \rho_z g h. \quad (4)$$

где ρ_z – плотность зерна овса, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м²/с.

Уравнение для определения порозности псевдооживленного слоя имеет вид:

$$\varepsilon_{cp} = 1 - \frac{1 - \varepsilon_0}{K}, \quad (5)$$

где $K = V_{крит}/V_{пл}$ – отношение объема кипящего слоя к объему плотного слоя.

Границы существования псевдооживленного слоя овса определяли по формуле

$$Re = \frac{Ar \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,61 \sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}} \quad (6)$$

Отклонение расчетных данных по приведенным формулам от экспериментальных не превышало $\pm 18\%$, что является хорошей сходимостью.

Наиболее полно характеризует структуру монодисперсного материала в псевдооживленном состоянии его порозность [8]. Основными параметрами, влияющими на ее величину, являются конструкция газораспределительной решетки, скорость потока сушильного агента, размер и влажность зерна овса.

Перед закипанием слой овса расширяется и представляет собой ориентированные по ходу движения сушильного агента зерна. Степень расширения зависит от коэффициента внутреннего трения.

В процессе сушки и обжарки овса степень расширения слоя влияет на распределение скоростей потока теплоносителя по всей площади газораспределительной решетки установки. Эта величина обуславливает минимально возможную скорость перегретого пара, обеспечивающую равномерное кипение овса в зоне загрузки и по всей площади газораспределительной решетки (рисунок 3).

Для определения степени расширения слоя зерна овса на основе экспериментальных данных была установлена следующая зависимость

$$\frac{h}{h_0} = a + b \frac{J}{J_0}, \quad (7)$$

где h – высота псевдоожиженного слоя овса, м; h_0 – высота неподвижного слоя овса, м; a и b – эмпирические коэффициенты определяемые экспериментально.

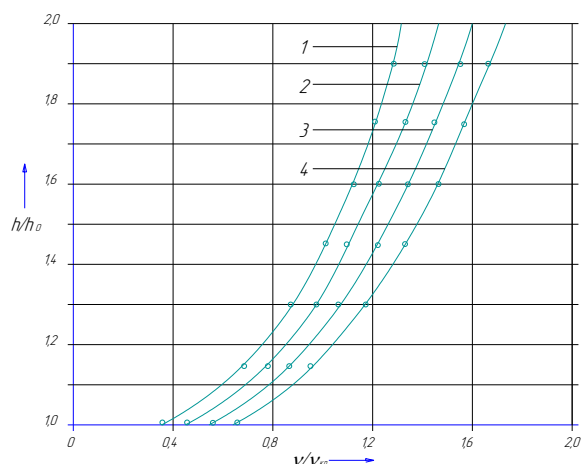


Рисунок 3. Зависимость степени расширения слоя зерна овса от числа псевдоожижения при различных высотах слоя, мм: 1 – 20; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 50

Figure 3. The dependence of the degree of expansion of the layer of the oat grain the number of fluidization at different heights of the layer, mm: 1 – 20; 2 – 30; 3 – 40; 4 – 50

Однородность слоя зависит от свойств овса, скорости сушильного агента и конструктивных параметров установки. Поэтому изучено влияние удельной нагрузки овса на решетку и скорости

сушильного агента на изменение структуры псевдоожиженного слоя овса (рисунок 4).

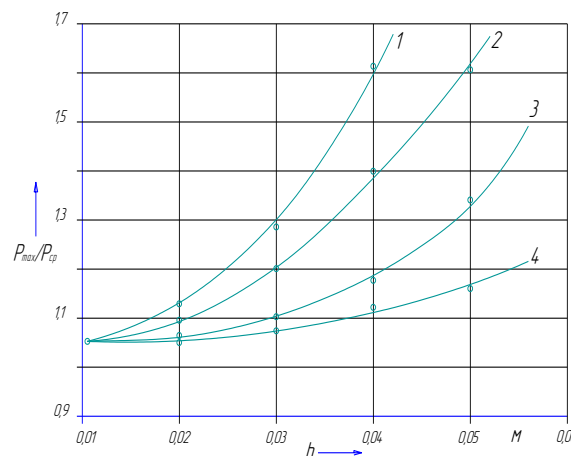


Рисунок 4. Зависимость величины p_{max}/p_{cp} от высоты псевдоожиженного слоя зерна овса при различных уд. нагрузках, n/m^2 : 1 – 189; 2 – 207; 3 – 236; 4 – 297
Figure 4. The dependence of p_{max}/p_{ave} of the height of fluidized bed grain oats with different specific load, n/m^2 : 1 – 189; 2 – 207; 3 – 236; 4 – 297

За критерий изменения структуры принималось отношение (p_{max}/p_{cp}) к высоте псевдоожиженного слоя овса. Из анализа кривых (рисунок 4) сделали вывод, что увеличение удельной нагрузки слоя овса на решетку способствует образованию более однородной структуры псевдоожиженного слоя.

Заключение

Анализ однородности и равномерности псевдоожижения монодисперсного слоя овса позволяет оценить его качество и выбрать оптимальный гидродинамический режим для проведения процесса сушки и обжарки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шевцов А.А., Куцов С.В. Новое в технологии гидротермической обработки зерна овса: монография, Воронеж: ВГТА, 2010. 160 с.

2 Остриков А.Н., Шевцов С.А., Куцов С.В. Исследование кинетики процесса сушки пищевого растительного сырья при активных гидродинамических режимах и разработка методики инженерного расчета сушки // Вестник ВГУИТ. 2015. № 1. С. 42–50.

3 Sivakumar R. et al. Fluidized bed drying of some agro products—a review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. № 61. С. 280–301.

4 Tahmasebi A. et al. A kinetic study of microwave and fluidized-bed drying of a Chinese lignite // Chemical Engineering Research and Design. 2014. T. 92. № 1. С. 54–65.

5 Cheevitsopon E., Noomhorm A. Effects of superheated steam fluidized bed drying on the quality of parboiled germinated brown rice // Journal of Food Processing and Preservation. 2015. T. 39. № 4. С. 349–356.

6 Остриков А.Н., Столяров И.Н. Математическая модель процесса обжарки каштанов перегретым паром // Вестник ВГУИТ. 2013. № 3. С. 49–54.

7 Basu P. Circulating fluidized bed boilers: design, operation and maintenance, Springer, 2015.

8 Константинов М.М., Румянцев А.А. Комплексный сравнительный анализ различных способов гидротермической обработки зерна гречихи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (40).

REFERENCES

1 Shevtsov A.A., Kutsov S.V. Novoe v tekhnologii gidrottermicheskoi obrabotki zerna ovsa: monografiya [New in technology of hydrothermal treatment grain oats: monograph]. Voronezh: VGTA 2010. 160 p. (in Russian).

2 Ostrikov A.N., Shevtsov S.A., Kutsov S.V. Study of kinetics of process of drying edible raw material in the active hydrodynamic modes and the development of the methodology of engineering calculation of drying. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 1. pp. 42–50. (in Russian).

3 Sivakumar R. et al. Fluidized bed drying of some agro products – a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. no. 61. pp. 280–301.

4 Tahmasebi A. et al. A kinetic study of microwave and fluidized-bed drying of a Chinese lignite. *Chemical Engineering Research and Design*. 2014. vol. 92. no. 1. pp. 54-65.

5 Cheevitsopon E., Noomhorm A. Effects of superheated steam fluidized bed drying on the quality of par-boiled germinated brown rice. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2015. vol. 39. no. 4. pp. 349-356.

6 Ostrikov A.N., Stolyarov I.N. Mathematical model of the process of chestnuts roasting by superheated steam. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей В. Куцов к.т.н., кафедра передающих и приемных радиоустройств, ВУНЦ ВВС ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большеви-ков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, KutsovSV@bk.ru

Александр С. Муравьев к.т.н., инженер, отдел стандар-тизации и метрологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей В. Куцов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты, несёт ответственность за плагиат

Александр С. Муравьев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 06.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.11.2017

2013. no. 3. pp. 49-54. (in Russian).

7 Basu P. Circulating fluidized bed boilers: de- sign, operation and maintenance. Springer, 2015.

8 Konstantinov M. M., Rumyantsev A. A. Com- prehensive comparative analysis of different methods of hydrothermal processing of grain buckwheat. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universi- teta* [News of the Orenburg state agrarian University]. 2013. no. 2 (40). (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergej V. Kutsov candidate of technical sciences, transmitting and receiving radio devices department, MESC AF N.E. Zhuko- vsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Staryh Bolshevikov St., 54A, Voronezh, 394064, Russia, KutsovSV@bk.ru

Aleksandr S. Muravev candidate of technical sciences, engi- neer, department of standardization and metrology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

Sergej V. Kutsov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations, is responsible for plagiarism

Aleksandr S. Muravev wrote the manuscript, correct it before filing in editing and

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.6.2017

ACCEPTED 11.16.2017

Информационные технологии, моделирование и управление

Оригинальная статья/Original article

УДК 004.896:678.027.2

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-56-64>

Программный комплекс для обучения управлению качеством термоусадочных полимерных пленок

Алина М. Аразтаганова¹ alina.araztaganova@mail.ru

Тамара Б. Чистякова¹ chistb@mail.ru

¹ Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Московский проспект, 26, Санкт-Петербург, 190013, Россия

Реферат. Описан программный комплекс, предназначенный для обучения управлению качеством широкого ассортимента термоусадочных полимерных пленок, производимых из различных типов материалов на производственных линиях различных конфигураций с широким диапазоном требований к качеству. Для решения задачи обучения программный комплекс включает библиотеку математических моделей, базы данных конфигураций производственных линий, свойств материалов и технологических регламентов производства, а также базу знаний по управлению термоусадочными свойствами полимерных пленок. Библиотека математических моделей позволяет учитывать различные свойства полимеров, область их дальнейшего применения и позволяет осуществлять имитационное моделирование и управление термоусадочными свойствами полимерных пленок, такими как величина продольной и поперечной усадки, а также сила усадки. Разработано формализованное описание процессов получения термоусадочных полимерных пленок: описаны векторы входных (конфигурация производственной линии, свойства материала), управляющих (температуры и скорости вращения валков производственной линии) и выходных (термоусадочные свойства полимерных пленок) параметров. Программный комплекс включает интерфейсы инструктора, обучаемого и администратора, позволяющие редактировать базы данных и знаний комплекса, задавать сценарий и формировать протокол обучения. Сценарий обучения содержит конфигурацию производственной линии, тип материала, требования по качеству и допустимое время выполнения задания. Протокол включает в себя зависимость отклонений рассчитанных и требуемых показателей качества от времени и значений управляющих воздействий. Разработанная архитектура позволяет осуществлять обучение производственного персонала управлению качеством термоусадочных пленок широкого ассортимента, производимых из множества материалов на производственных линиях различных конфигураций. Программный комплекс протестирован на примере обучения управлению производствами термоусадочных полимерных пленок на заводах корпорации Клекнер Пентапласт России и Германии.

Ключевые слова: математические модели, усадка, полимерные пленки, программный комплекс, обучение

A software solution for training for quality control of thermal shrinkage polymer films

Alina M. Araztaganova¹ alina.araztaganova@mail.ru

Tamara B. Chistyakova¹ chistb@mail.ru

¹ Saint-Petersburg State Institute of Technology, Moskovsky Av., 26, Saint-Petersburg, 190013, Russia

Summary. A software solution for training to control wide variety of thermal shrinkage polymer films is described. The films are produced of different types of materials and on a big variety of production lines configurations with wide ranges of quality requirements. To solve the training task the solution includes library of mathematic models, databases of production lines configurations, material properties, technological regulations and knowledge base for control of thermal shrinkage properties of polymer films. The library of mathematic models allows considering different properties of the polymers, area of their further exploitation. It also allows simulation modelling and control of thermal shrinkage properties of polymer films such as length and width shrinkage values and the strength of shrinkage. The formalized description of thermal shrinkage films obtaining processes is developed and input, control and output vectors are described. The input vector includes configuration of production line and material properties. The control vector includes temperatures and velocities of production line rolls. Thermal shrinkage properties of polymer films are represented in the output vector. The software solution includes instructor, trainee and administrator interfaces. The interfaces allow editing the databases and the knowledgebase of the solution, initializing the training scenario and formation of training protocols. The training scenario includes a configuration of production line, a material type, quality requirements and acceptable execution time. The protocol describes the dependencies of variations between calculated and required values on time and control values. The developed architecture allows training of production personnel to control the quality of wide variety of thermal shrinkage films. The films can be produced on the production lines of different configuration from wide variety of materials. The software solution was tested by training to control thermal shrinkage film productions on Russian and German plants of Kloeckner Pentaplast corporation.

Keywords: mathematic models, shrinkage, polymeric films, software solution, training

Для цитирования

Аразтаганова А.М., Чистякова Т.Б. Программный комплекс для обучения управлению качеством термоусадочных полимерных пленок // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 56–64. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-56-64

For citation

Araztaganova A.M., Chistyakova T.B. A software solution for training for quality control of thermal shrinkage polymer films. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 56–64. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-56-64

Введение

Постоянное усложнение производственных технологических процессов за счет использования промышленного оборудования высокой производительности и различных конфигураций, а также за счет использования различных типов сырьевых материалов требует постоянного улучшения подготовки управляющего производственного персонала [1–4]. Для проведения обучения производственного персонала необходимо разработать высокоточные гибкие математические модели, обладающие выраженной технологической и управленческой спецификой [5]. Такие модели должны быть реализованы в интерактивном имитационном режиме с использованием эффективных методов численного решения. Для обеспечения гибкости обучающих программных комплексов необходимо реализовать базы данных различных конфигураций оборудования, производственных материалов, регламентов промышленных производств, библиотеки математических моделей, а также базы знаний по управлению технологическими производствами [6, 7].

Термоусадочные полимерные пленки получили широкое распространение в пищевой, фармацевтической и других областях промышленности. Соответственно во всем мире расширяется производство полимерных различных типов [8].

Процессы получения термоусадочных полимерных пленок являются сложными в управлении, поскольку требуется одновременно задавать значения большого количества (более 20) управляющих воздействий, а также учитывать их влияние не только на термоусадочные, но и на другие потребительские свойства полимерных пленок, такие как цвет, толщина и т. д. Однако термоусадочные свойства являются наиболее сложным для управления показателем качества. Диапазон изменения усадки полимерных пленок изменяется от -5 до 200% [9].

Поэтому актуальной является задача разработки программного комплекса, включающего библиотеку математических моделей, базы данных производственных линий, материалов и технологических регламентов

для производства широкого ассортимента полимерных пленок с различными требованиями по качеству, а также систему геометрического моделирования производственных линий для обучения управлению качеством термоусадочных полимерных пленок.

Описание объекта управления и изучения

Объектом управления и изучения является процесс получения термоусадочных полимерных пленок (рисунок 1).

Производство плёнок делится на две стадии: первичная подготовка полимера с его предварительной пластификацией и формование плёнки.

В начале линии каландрования предусмотрено изготовление сухой смеси полимерного материала с соответствующими добавками в смесителе, которая превращается в однородный расплав. Перед подачей в каландр материал предварительно проходит пластификацию и подогревается до нужной температуры на вальцах или в экструдере. Подготовленный таким образом материал последовательно проходит межвалковые зазоры каландра, переходя с одного валка на другой. На данном этапе могут быть заданы толщина и ширина формируемого полотна. Напряжения, оказывающие влияние на величину усадки пленок, на данном этапе практически отсутствуют за счет высоких температур валков каландра и низкой разнице в их скоростях вращения.

Большинство качественных характеристик пленок закладывается на этапе каландрования, поскольку каландрование – завершающая технологическая операция.

В процессе переработки материала в рабочем зазоре между валками макромолекулы полимера получают преимущественную ориентацию вдоль направления движения ленты. Вязкоупругие свойства материала, переработанного на валковых машинах, сказываются на изменении толщины (калибра). В определенный период времени после каландрования толщина листового материала увеличивается и становится больше величины минимального зазора. Это явление называют эластическим восстановлением.

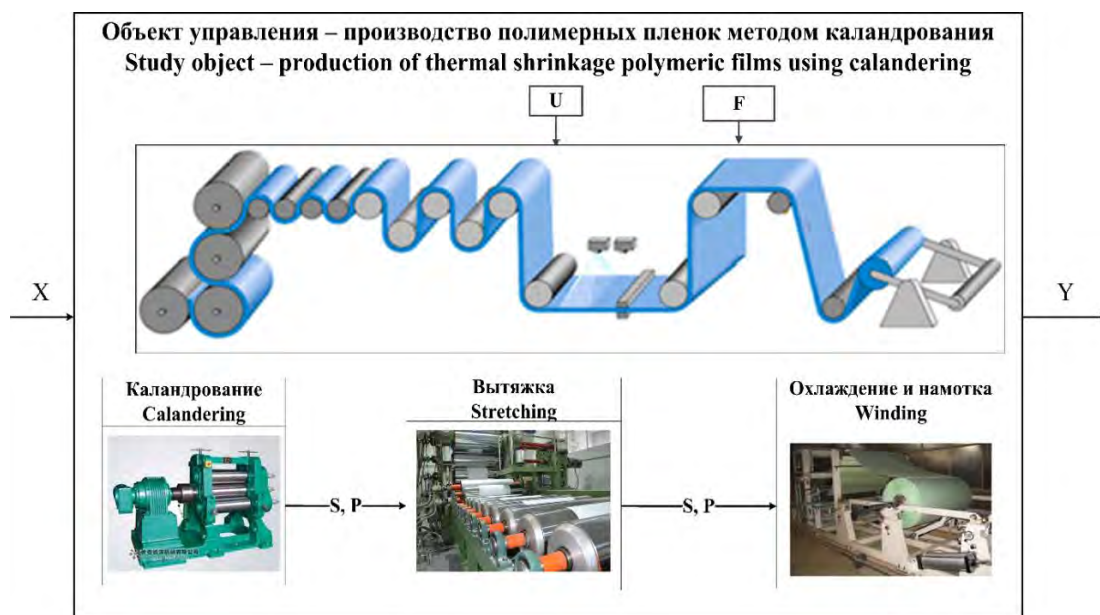


Рисунок 1. Процесс производства термоусадочных полимерных пленок

Figure 1. Thermal shrinkage polymer films obtaining process

Увеличение толщины каландрованного листа сопровождается уменьшением его ширины, т. е. усадкой. Объем при этом сохраняется. Наибольшее значение усадка имеет в первый момент по выходе листа с каландра и в основном заканчивается, когда температура листа или пленки достигает температуры окружающего воздуха. В дальнейшем также происходит усадка термопластичных материалов в рулонах, но ее величина незначительная.

В общем виде процесс получения термоусадочных пленок можно представить следующим образом (рисунок 2).

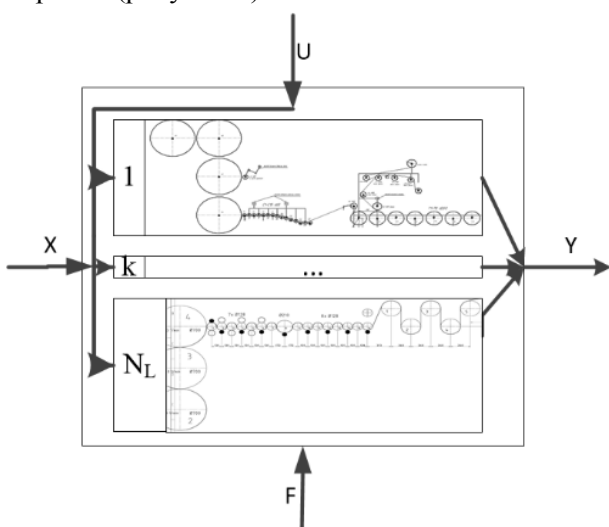


Рисунок 2. Информационное описание процесса получения термоусадочных пленок

Figure 2. Information description of thermal shrinkage polymer films obtaining process

В общем виде термоусадочные характеристики рассчитываются как $Y = f(X, U)$, где $Y = \{S_\Sigma, P_\Sigma\}$ – вектор выходных параметров; $S_\Sigma = \{S_l, S_w, S_h\}$ – термоусадочные свойства полимерных пленок: S_l – величина усадки по длине пленки, %; S_w – величина усадки по ширине пленки, %; S_h – величина усадки по толщине пленки, %; P_Σ – сила усадки, Н; $X = \{K_k, M_m, Pr\}$ – вектор входных параметров, $K_k = \{K_f, K_{calc}\}$ – вектор конфигурации k -й производственной линии,

$K_f = \left\{ N, \{x_i, y_i, R_i, W_i, H_i\}_{i=1, \overline{N}} \right\}$ – конфигурация k -й производственной линии; x_i, y_i – вертикальная и горизонтальная координаты центра i -го вала производственной линии, м; R_i – внешний радиус i -го вала производственной линии, м; W_i – ширина материала на i -м участке производственной линии, м; H_i – толщина материала на i -м участке производственной линии, м; $K_{calc} = \left\{ \{L_i^{roll}, L_i^{air}, F_i, f_i, \phi_i\}_{i=1, \overline{N}} \right\}$ – вектор геометрических параметров производственной линии; L_i^{air} – длина пути материала вне контакта с валами между i -м и $i+1$ -м валком, м; L_i^{roll} – длина пути материала по поверхности i -го вала, м; F_i – площадь материала, находящегося между i -м и $i+1$ -м валками, м²; f_i – площадь материала на i -м валке, м²; ϕ_i – угол покрытия материалом i -го вала, рад; Pr – производительность линии, кг/ч;

$M_m = \{M_{ph}, M_{temp}\}$ – вектор параметров m -го материала, $M_{ph} = \{\rho, \mu_0, n, b_t\}$ – вектор физических характеристик материала; ρ – плотность материала, кг/м^3 ; μ_0 – коэффициент вязкости; $\text{Па}\cdot\text{с}^n$, n – индекс течения полимера; b_t – температурный индекс, $1/^\circ\text{C}$; $M_{temp} = \{c_p, \alpha_{air}\}$ – вектор тепловых характеристик материала, где c_p – удельная теплоёмкость, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$; α_{air} – коэффициент теплоотдачи от материала к воздуху; $U = \{V, T_{ht}, G_{ht}\}$ – вектор управляющих воздействий; T_{ht} – температура хладагента или теплоносителя, $^\circ\text{C}$; G_{ht} – расход хладагента или теплоносителя, $\text{м}^3/\text{ч}$; F – вектор возмущающих воздействий, включает в себя параметры, оказывающие неконтролируемое воздействие на величину усадки. К таким параметрам в данной работе отнесены концентрация примесей в исходном сырье, а также характеристики отходного сырья, подаваемого на вход производственной линии.

Постановка задачи обучению управлению термоусадочными свойствами полимерных пленок с применением математической модели

С применением математической модели с параметрами A обучить оператора производственной линии или инженера по качеству для заданных характеристик процесса каландрования $X = \{K_k, M_m\}$ определять такие значения управляющих воздействий $U = \{V, T_{ht}, G_{ht}\}$, в заданных диапазонах $V^{\min} \leq V \leq V^{\max}$, $T_{ht}^{\min} \leq T_{ht} \leq T_{ht}^{\max}$, $G_{ht}^{\min} \leq G_{ht} \leq G_{ht}^{\max}$, обеспечивающих получение термоусадочных полимерных пленок, для которых $|Y - Y_{task}| < \varepsilon$; $Y = F(X, U, A)$.

Функциональная структура программного комплекса

Для решения задачи управления разработана следующая структура программного комплекса.

Информационное обеспечение программного комплекса включает базы данных конфигураций производственных линий, характеристик материалов, регламентов производства, библиотеку математических моделей и советов по управлению термоусадочными свойствами полимерных пленок.

Для решения задачи обучения управлению величиной усадки разработаны интерфейсы

обучаемого, инструктора и администратора, а также программные модули, имитационного моделирования объекта управления.

Пользователь, авторизованный в тренажере в роли администратора, имеет возможность редактировать базы данных и знаний тренажера. В базе данных содержится информация о производственных линиях, их структуре и характеристиках составляющих их приводов и валков, материалах и их свойствах, математических моделях и их параметрах, рекомендациях по управлению качеством термоусадочных полимерных пленок.

Процессом обучения могут управлять пользователи, зарегистрированные как инструкторы. Для инструктора доступны функции создания сценариев обучения. Сценарий обучения включает конфигурацию и производительность производственной линии, тип материала, требования по качеству полимерных пленок.

Для пользователей, которым отведена роль обучаемых, доступна возможность прохождения обучения по заранее созданным инструкторами сценариям. Задание включает в себя фиксированные параметры производства (конфигурацию и производительность производственной линии, и тип сырьевого материала), ограничения на диапазон варьирования управляющих воздействий, требуемое целевое значение усадки и заданную величину допустимой погрешности. Перед обучаемым стоит задача подбора таких значений управляющих воздействий, которые при заданных конфигурации производственной линии и типе материала обеспечат производство пленок с величиной усадки, отличие которой от заданной не превышает величины допустимой погрешности. В процессе выполнения задания обучаемый может из базы знаний получать советы по заданию управляющих воздействий. Действия обучаемого в процессе выполнения задания протоколируются. Протоколы содержат зависимости значений управляющих воздействий и полученных термоусадочных свойств от времени, а также их отклонения от задания по качеству: $\text{Protocol} = \{U(t), Y(t), \Delta Y(t)\}$.

Функциональная структура программного комплекса представлена на рисунке 3.

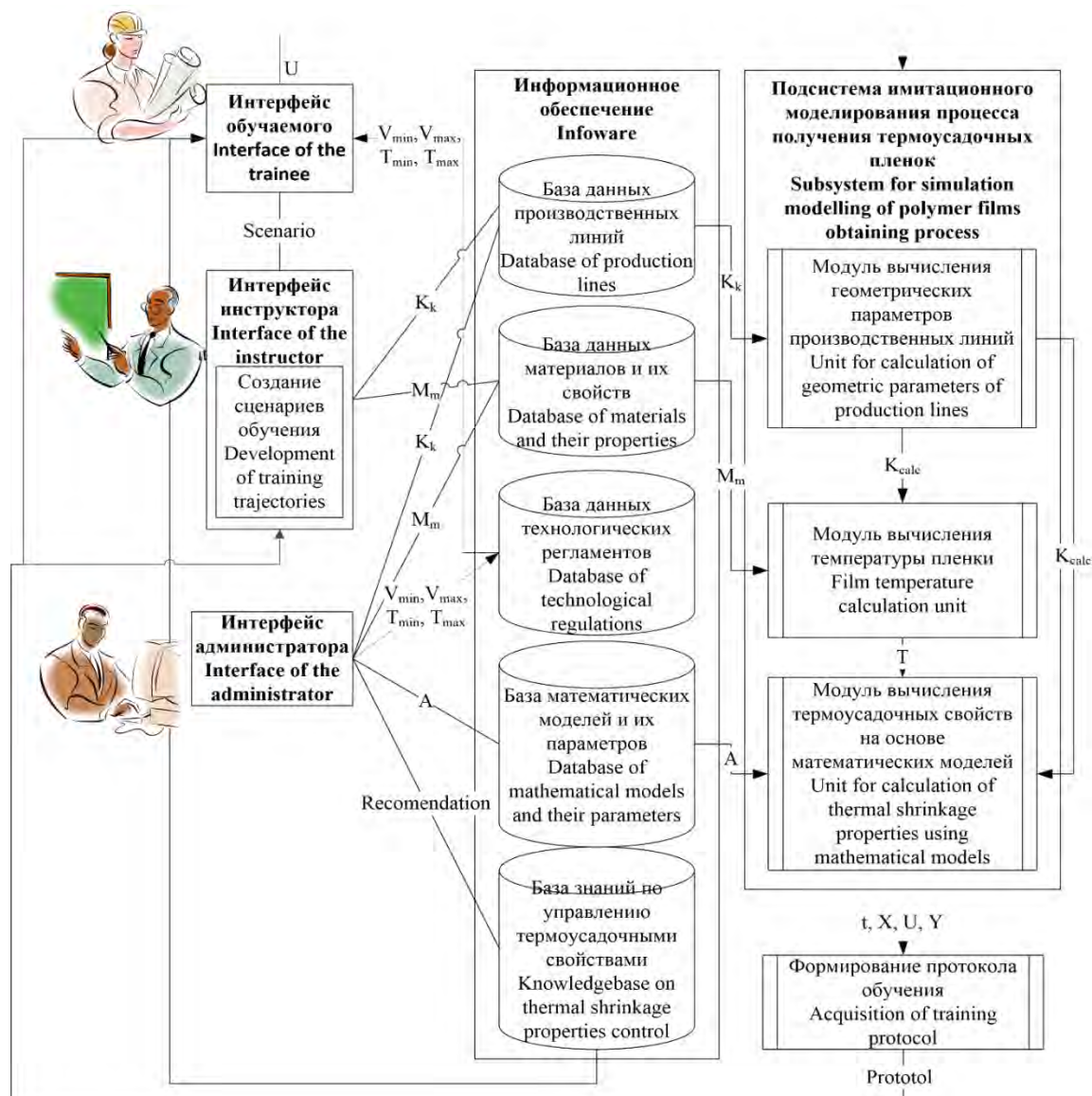


Рисунок 3. Функциональная структура программного комплекса для обучения управлению качеством термоусадочных полимерных пленок

Figure 3. Functional structure of the software solution for training to control quality of thermal shrinkage polymer films

Библиотека математических моделей

Библиотека математических моделей содержит математические модели для расчета величины значений термоусадочных свойств полимерных пленок различных типов.

Математическая модель для расчета температуры пленки

При движении материала по i -му валку [9]:

$$V_i \frac{\partial T_i}{\partial l} = \frac{1}{c_p \cdot \rho \cdot H_i} \left\{ \lambda \cdot H_i \cdot \frac{\partial^2 T_i}{\partial^2 l} - \alpha_{air} \cdot (T_i - T_{air}) - K_i^{ht} \cdot (T_i - T_i^{ht}) \right\}, l = 0 \dots, L_i^{roll},$$

$$\text{ГУ: } T_i|_{l=0} = T_i|_{l=L_i^{air}}, i = 1, \dots, N-1$$

$$T_i^{ht} = \frac{G_i^{ht} \cdot c_p^{ht} \cdot T_0^{ht} + K_i^{ht} \cdot f_i \cdot T_i}{G_i^{ht} \cdot c_p^{ht} + K_i^{ht} \cdot f_i},$$

$$K_i^{ht} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{ht}} \cdot \frac{R_i}{r_i} + \sum_{k=1}^2 \frac{R_k \cdot \ln \frac{R_k}{r_k}}{2 \cdot \lambda_k}}$$

При движении между i -м и $i+1$ -м валками:

$$V_i \frac{\partial T_i}{\partial l} = \frac{1}{c_p \cdot \rho \cdot H_i} \left\{ \lambda \cdot H_i \cdot \frac{\partial^2 T_i}{\partial^2 l} - 2 \cdot \alpha_{air} \cdot (T_i - T_{air}) \right\}, l = 0 \dots, L_i^{air},$$

$$\text{ГУ: } T_i|_{l=0} = T_i|_{l=L_i^{roll}}, i = 1, \dots, N-1.$$

Математическая модель на основе упругого тела Муни-Ривлина

Модель предназначена для вычисления термоусадочных свойств полимерных пленок с ярко выраженными свойствами упругого тела. Модель может быть применена для пленок, произведенных на линиях различных конфигураций. Однако данная модель обладает более низкой, однако достаточной точностью в сравнении с другими моделями. Модель включает упругое и вязкое тела (рисунок 4).

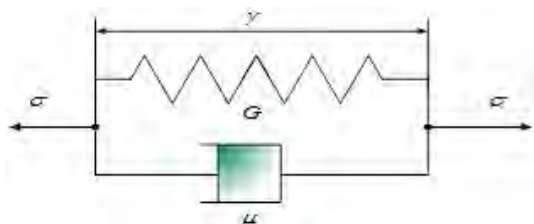


Рисунок 4. Модель Муни-Ривлина

Figure 4. Money-Rivlin model

Величина усадки от входных и управляющих воздействий на каждом участке межвалкового пространства рассчитывается как сумма корней уравнения S_i Муни-Ривлина на каждом участке между вальками производственной линии:

$$a_2 \cdot S_{li}^6 + a_0 \cdot S_{li}^4 + \left(a_1 - a_2 - 2^{n+1} \left(\frac{U_{i-1} \cdot n}{L(1-n)} \right)^n \cdot \left[1 - \frac{U_{i-1}}{U_i} \right]^{1-n} \times \frac{H_{i-1} W_{i-1}}{HW} \mu \right) \times S_{li}^3 - a_0 \cdot S_{li}^2 - a_2 = 0$$

$$\mu = \mu_0 e^{-b(T_{i+1} - T_i)}$$

где a_0, a_1, a_2 – коэффициенты математической модели; n – индекс течения полимера; μ – вязкость полимера, Па·с.

В общем виде модель может быть представлена следующим образом:

$$\bar{Y} = f(\bar{X}, \bar{U}, \bar{A}), \quad \bar{Y} = \{S_i\}, \quad \bar{X} = \{\bar{K}, \bar{M}\}$$

$$\bar{K} = \left\{ N, \{x_i, y_i, R_i, W_i, H_i\}_{i=1, \bar{N}} \right\}, \quad \bar{M} = \{\mu_0, n\},$$

$$\bar{U} = \left\{ T_{i \min} \leq T_i \leq T_{i \max}, \right\}, \quad i = \bar{1}, \bar{N}, \quad \bar{A} = \{a_0, a_1, a_2\}.$$

Математическая модель на основе релаксационного спектра

При использовании математических моделей, учитывающих как упругие, так и вязкие свойства материалов необходимо знание множества характеристических параметров материала. Такие модели обладают высокой точностью. К данному классу моделей принадлежат модель на основе релаксационного спектра (рисунок 5) и трехзвенная реологическая модель.

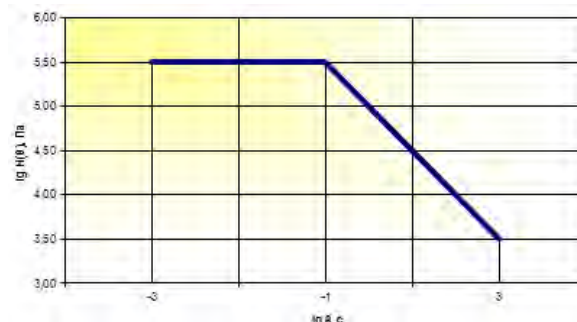


Рисунок 5. Приближенная форма релаксационного спектра

Figure 5. General form of relaxation specter

По модели релаксационного спектра усадка рассчитывается как

$$S_{\Sigma} = (\alpha - 1) \cdot 100\%,$$

где α – относительное изменение размера пленки, рассчитываемое как корень уравнения $\alpha^3 - \alpha \cdot \sigma_N / G_0 = 0$ в случае двумерной

вытяжки или $\alpha = \left(\frac{\sigma_N + (\sigma_N^2 + 4 \cdot G_0^2)^{1/2}}{2G_0} \right)^{1/2}$

в случае одномерной вытяжки; G_0 – модуль упругости материала; σ_N – сумма не успевших релаксировать напряжений, накопленных на каждом участке между вальками производственной линии, рассчитываемых как

$$\sigma_i = 4\mu \cdot \left\{ \frac{2}{t_i} \cdot \left(1 - \frac{V_{i+1}}{V_i} \right) \right\}^n \cdot \frac{1}{t_i} \cdot \left(1 - \frac{V_{i+1}}{V_i} \right)$$

где t_i – время движения материала между вальками производственной линии, с (если $V_i / V_{i+1} < 1$, и принимается равным 0 в противном случае).

В общем виде модель релаксационного спектра можно представить следующим образом:

$$\bar{Y} = f(\bar{X}, \bar{U}, \bar{A}), \quad \bar{Y} = \{S_i, S_d, S_h\}, \quad \bar{X} = \{\bar{K}, \bar{M}\},$$

$$K_k = \{K_f, K_{calc}\},$$

$$K_f = \left\{ N, \{x_i, y_i, R_i, W_i, H_i\}_{i=1, \bar{N}} \right\},$$

$$K_{calc} = \left\{ \{L_i^{roll}, L_i^{air}, F_i, f_i, \phi_i\}_{i=1, \bar{N}} \right\},$$

$$\bar{M} = \{\rho, \mu_0, n, b_i, T_g, \Psi_0, \Theta_0^{T_g}, \Theta_1^{T_g}, \Theta_m^{T_g}, k_m\},$$

где ρ – плотность материала, кг/м³; μ_0 – коэффициент вязкости, Па·сⁿ; n – индекс течения полимера; b_i – температурный индекс, 1/°C; T_g – температура стеклования материала, °C; Ψ_0 – значение релаксационного спектра в начальный момент времени, Па; $\Theta_0^{T_g}$ – начальное время релаксации при температуре T_g , с; $\Theta_1^{T_g}$ – время усечения спектра при температуре T_g , с; $\Theta_m^{T_g}$ – конечное время релаксации при температуре T_g , с; k_m – коэффициент памяти материала; $\bar{U} = \left\{ \begin{matrix} T_{i\min} \leq T_i \leq T_{i\max}, \\ V_{i\min} \leq V_i \leq V_{i\max} \end{matrix} \right\}, i = \overline{1, N}, A = \{G_0\}.$

Трехзвенная математическая модель

По трехзвенной реологической модели (рисунок 6) усадка вычисляется как $S_\Sigma = \frac{\varepsilon_2}{1 + \varepsilon}$, где ε_2 – высокоэластическая составляющая деформации, вычисляемая как корень уравнения

$$\varepsilon_2 + \frac{\mu \cdot \varepsilon_2}{G_0} - 3^{(n+1)/2} \cdot \frac{\mu \cdot \varepsilon_2}{G_0} \cdot |\varepsilon - \varepsilon_2| = 0,$$

$$\varepsilon = \hat{\varepsilon} \cdot \frac{V_{i+1}}{V_i} \cdot t_i, \quad \hat{\varepsilon} = \frac{|V_i - V_{i+1}|}{t_i}$$

где ε – нормальная деформация; $\hat{\varepsilon}$ – скорость логарифмической деформации.

Величина усадки на выходе с производственной линии, состоящей из N валков, определяется как $S_\Sigma = \sum_{i=1}^{N-1} S_i$. Сила усадки, накопленной в межвалковом пространстве между i -м и $i+1$ -м валками, вычисляется по формуле:

$$P_i = \frac{(V_{i+1} - V_i)^2}{L_i^{air}} \cdot F_i \cdot H_i \cdot \rho.$$

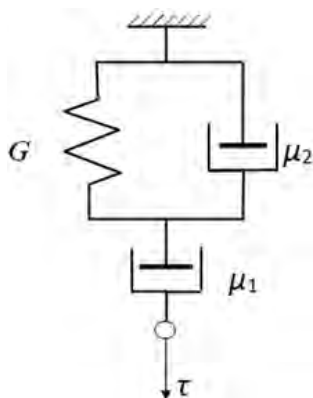


Рисунок 6. Механический аналог модели трехзвенной модели

Figure 6. Mechanical analogue of the three-linked model

Расчет силы усадки

Суммарная сила усадки пленки, произведенной на линии, состоящей из N валков, определяется как $P_\Sigma = \sum_{i=1}^{N-1} P_i$ и является характеристикой способности материала к формованию. В общем виде модель может быть представлена следующим образом [10]:

$$\bar{Y} = f(\bar{X}, \bar{U}, \bar{A}), \quad \bar{X} = \{\bar{K}, \bar{M}\},$$

$$\bar{K} = \left\{ N, \{x_i, y_i, R_i, W_i, H_i\}_{i=\overline{1, N}} \right\}, \quad \bar{Y} = \{S_i, S_d\},$$

$$\bar{A} = \{\Delta e\}, \quad \bar{M} = \{\mu_{10}, \mu_{20}, b_1, b_2, T_0, n, G\},$$

$$\bar{U} = \left\{ \begin{matrix} T_{i\min} \leq T_i \leq T_{i\max}, \\ V_{i\min} \leq V_i \leq V_{i\max} \end{matrix} \right\}, \quad i = \overline{1, N}.$$

Таким образом, система уравнений имеет вид:

$$S_i = f(X, U, A),$$

$$S_\Sigma = \sum_{i=1}^{N-1} S_i$$

$$P_i = \frac{(V_{i+1} - V_i)^2}{L_i^{air}} \cdot F_i \cdot H_i \cdot \rho$$

$$P_\Sigma = \sum_{i=1}^{N-1} P_i$$

Алгоритм обучения управлению термоусадочными свойствами полимерных пленок

Начальным этапом обучения управлению термоусадочными свойствами полимерных пленок является задание сценария обучения. Затем для выбранного сценария из баз данных загружаются конфигурация и производительность производственной линии, свойства материала, технологические регламенты и параметры математической модели. На основе конфигурации выбранной производственной линии вычисляются ее геометрические характеристики, которые сохраняются в базе данных и затем используются для расчета температуры пленки. Затем обучаемый задает значения управляющих воздействий. Значения термоусадочных свойств рассчитываются с применением теплового баланса производственной линии, свойств материала и значения управляющих воздействий. Если полученные значения термоусадочных свойств отличаются от заданных более, чем на допустимое значение, обучаемый может получить рекомендации по управлению термоусадочными свойствами, задать новые значения управляющих параметров и повторить расчет.

Результаты тестирования программного комплекса

Тестирование работоспособности программного комплекса было проведено на примере управления термоусадочными свойствами поливинилхлоридных пленок, произведенных на линии КЛ1 завода Клекнер Пентапласт Рус. В качестве примера были подобраны значения управляющих воздействий для получения безусадочных пленок с низкой степенью усадки и пленок с высокой степенью усадки. Для безусадочных пленок с низкой степенью усадки считается допустимой величина усадки в диапазоне от -2 до 5%, для пленок с высокой степенью усадки усадка изменяется в диапазоне

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гарипов Р.М., Серова В.Н., Ефремова А.А., Геркина Ж.Ю. Получение и свойства многослойной термоусадочной полимерной пленки // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18, № 3. С. 174–177.
- 2 Жуков А.Д., Попова М.Н., Соловьева Е.В., Матеевич А.В. Полимеры и эффективные полимерные материалы // Научное обозрение. 2015. № 10–2. С. 89–93.
- 3 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.
- 4 Хаустов И.А. Системный анализ процесса термоокислительной деструкции полимеров в растворе как объекта управления // Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 3 (61). С. 61–66.
- 5 Дозорцев В.М., Агафонов Д.В., Назин В.А., Новичков А.Ю., Фролов А.И. Компьютерный тренинг операторов: непреходящая актуальность, новые возможности, человеческий фактор // Автоматизация в промышленности. 2015. № 7. С. 8–20.
- 6 Аракелян Э.К., Андрюшин А.В., Бурцев С.Ю. Использование компьютерных тренажеров для проведения модельных исследований в энергетике // Вестник МЭИ. 2015. № 2, С. 50–55.
- 7 Ершова О.В., Полякова А.М., Чистякова Т.Б. Компьютерные тренажеры для обучения персонала управлению электротехнологическими установками потенциально-опасных производств // Автоматизация в промышленности. 2016. № 7, С. 62–64.
- 8 Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С. Моделирование и автоматизация процесса управления формированием профессиональных умений и навыков оператора производственно-технологической системы // Инженерный вестник Дона. 2014. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2705.
- 9 Чистякова Т.Б., Аразтаганова А.М. Компьютерная система моделирования для управления процессами получения многоассортиметных термоусадочных полимерных пленок // Вестник КНИТУ. Т.19, № 22. С. 139–143.

от 40 до 60%. Вычисление величины усадки при подобранных значениях управляющих воздействий показало, что разница между вычисленным и требуемым значениями не превышает 10%. Такая погрешность при управлении процессами получения полимерных пленок является допустимой [11–12].

Выводы

Разработанный программный комплекс позволяет осуществлять обучение управлению термоусадочными свойствами полимерных пленок, произведенных на линиях различных конфигураций с различными требованиями по качеству [5, 9].

10 Воскресенский А.М., Сыкалов Г.В., Пантелеев А.А. Компьютерная модель каландрования листовых термопластов с высоким размерным качеством // Известия СПбГТИ(ТУ). 2014. № 25(1), С. 56–61.

11 I. Jugo, B. Kovačić, V. Slavuj Increasing the Adaptivity of an Intelligent Tutoring System with Educational Data Mining: a System Overview // International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2016. V. 11, № 3. pp. 67–70.

12 P. Campanella, S. Impedovo IAPR Fellow, Innovative Methods for the E-learning Recommendation / Fifth International Conference on Digital Information Processing and Communications (ICDIPC), 2015. – P. 312–317.

REFERENCES

- 1 Garipov R.M., Serova V.N., Efremova A.A., Gerkina Je. Yu. Obtaining processes and properties of multi-layer thermal-shrinkable polymer film. *Vestnik Kazanskogo technologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan technological university]. 2015. V. 18, no. 3, pp. 174–177. (In Russ.).
- 2 Zhukov A.D., Popova M.N., Solov'eva E.V., Maceevich A.V. Polymers and effective polymeric materials. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific review]. 2015. no. 10–2, pp. 89–93. (In Russ.).
- 3 Bitiukov V.K., Khaustov I.A., Khvos-tov A.A. et al. System analysis process of the thermal oxidative degradation of polymers in so-lution as a control. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2014, no. 3, pp. 61–66. (In Russ.).
- 4 Khaustov I.A. The polymers solution degradation control on the basis of initiator fractional loading. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2014, no. 4, pp. 86–91. (In Russ.).
- 5 Dozortsev V.M., Agafonov D.V., Yfpyb V.A., Novichkov A. Yu. Computer training of operators: constant actuality, new possibilities, human factor. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in industry]. 2015. no. 7. pp. 8–20. (In Russ.).
- 6 Arakelyan E.K., Andrushin A.V., Burtsev C. Yu. Application of computer trainers for simulation explorations in energy industry. *MPEI Vestnik* [MPEI Bulletin]. 2015. no. 2, pp. 50–55. (In Russ.).
- 7 Ershova O.V., Polyakova A.M., Chistyakova T.B. Computer simulators for training personnel of control by electrotechnological installations potentially-dangerous productions. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in industry]. 2016. no. 7, pp. 62–64. (In Russ.).

8 Fayzrahmanov R.A., Polevshchikov I.S. Modeling and automation of the management process of formation of professional knowledge of the operator of the process system. *Inzhenerhyi vestnik Dona* [Engineering Journal of Don]. 2014. no. 4. (In Russian) Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2705. (accessed 31.03.2017) (In Russ.).

9 Chistyakova T.B., Araztaganova A.M. Computer simulation system for control of thermal shrinkage polymer films obtaining processes. *Vestnik Kazanskogo technologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan technological university]. 2015. V. 19, no. 22, pp. 139–143. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алина М. Аразтаганова аспирант, кафедра систем автоматизированного проектирования и управления, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Московский проспект, 26, Санкт-Петербург, 190013, Россия, alina.araztaganova@mail.ru

Тамара Б. Чистякова д.т.н., профессор, кафедра систем автоматизированного проектирования и управления, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Московский проспект, 26, Санкт-Петербург, 190013, Россия, chistb@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алина М. Аразтаганова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Тамара Б. Чистякова постановка задачи исследования, проработка структуры и алгоритмов исследования, руководство и консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.05.2017

10 Voskresenskiy A.M., Sykalov G.V., Panteleev A.A. Computer model of calandering with high definition quality. *Izvestia SPbGTI(TU)* [Bulletin of SPSIT]. 2014. no. 25(1), pp. 56–61. (In Russ.).

11 I. Jugo, B. Kovačić, V. Slavuj Increasing the Adaptivity of an Intelligent Tutoring System with Educational Data Mining: a System Overview // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2016. V. 11, № 3. pp. 67–70.

12 P. Campanella, S. Impedovo IAPR Fellow, Innovative Methods for the E-learning Recommendation / Fifth International Conference on Digital Information Processing and Communications (ICDIPC), 2015. – P. 312–317.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alina M. Araztaganova graduate student, computer-aided design and control department, Saint-Petersburg State Institute of Technology, Moskovsky Av., 26, Saint-Petersburg, 190013, Russia, alina.araztaganova@mail.ru

Tamara B. Chistyakova doctor of technical sciences, professor, computer-aided design and control department, Saint-Petersburg State Institute of Technology, Moskovsky Av., 26, Saint-Petersburg, 190013, Russia, chistb@mail.ru

CONTRIBUTION

Alina M. Araztaganova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Tamara B. Chistyakova exploration task statement, development of structure and algorithms of the investigation, supervising and consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.1.2017

ACCEPTED 5.1.2017

Информационная система для подбора условий и оборудования при культивировании клеток млекопитающих

Диана Р. Батыргазиева¹ diana.b1994@mail.ru
Елена В. Гусева¹ eguseva@rally-online.ru
Наталья В. Меньшуткина¹ chemcom@muctr.ru

¹ Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., 9, г. Москва, 125047, Россия

Реферат. В связи с тем, что использование клеток млекопитающих и их продуктов имеет широкое применение, актуальной задачей является создание информационной системы в области их культивирования для систематизации и структурирования информации по экспериментальным данным процесса. В данной работе проведен анализ области культивирования клеток млекопитающих. Рассмотрены основные технологии, необходимое оборудование и матрицы, на которых выращиваются клетки. Описаны ключевые этапы проектирования базы данных и информационной системы. Приведено обоснование выбора программных продуктов и представлены результаты реализации базы данных и информационной системы. Проведена работа по структуризации большого объема данных, полученных в результате многочисленных исследований по всему миру, а также проведен сравнительный анализ результатов поиска в системе, с целью проверки корректной работы системы. Научная и практическая значимость в том, что разработан эффективный инструмент представления знаний и данных для поиска по конкретным параметрам. Удобство системы состоит в том, что пользователю не нужно обращаться в различные источники для получения информации по различным типам, способам и условиям культивирования клеток млекопитающих, она уже собрана и структурирована. С помощью системы можно осуществить подбор условий для культивирования клеток млекопитающих на этапе проведения научно-исследовательских работ, что позволит значительно сократить время и стоимость проведения работ, а также ранжировать рекомендуемые технологические и аппаратные решения. Система обладает функциональной полнотой, то есть в рамках конкретной предметной области она обеспечивает выполнение требований пользователя, а также позволяет накапливать и обрабатывать информацию.

Ключевые слова: культивирование клеток млекопитающих, информационная система, база данных, поисковый интерфейс, биотехнология

Information system for selection of conditions and equipment for the cultivation of mammalian cells

Diana R. Batyrgazieva¹ diana.b1994@mail.ru
Elena V. Guseva¹ eguseva@rally-online.ru
Natalia V. Menshutina¹ chemcom@muctr.ru

¹ D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq., 9, Moscow, 125047, Russia

Summary. The use of mammals cells and their products wide application, so the actual problem is a creation of an information system in the field of their cultivation for the organizing and structuring of information on process experimental data. This work is devoted the analysis of mammalian cell cultivation. The main technologies of cell cultivation, necessary equipment and matrices are considered. The main stages of database design and information system is described. The justification of software products are provided and the results of the database and information system implementation are done. The detailed description of all modules of the system, as well as a comparative analysis of the results of the search are in the system to verify correct operation of the system. The scientific and practical significance of the work lies in the fact that the effective tool for presenting knowledge and data for search by specific parameters is required. The convenience of the system is that it is not necessary to address in various data sources to get and conditions of cultivation of mammalian cells, it has already been collected and structured according to parameters. With help of the system, it is possible to select conditions for the cultivation of mammalian cells at the stage of scientific researches that will significantly reduce the time and cost of work, also to rank of recommended technological and hardware solutions. The system has a functional completeness, i.e. in a specific subject area, it ensures the fulfillment of user's requirements, and allows to accumulate and process information.

Keywords: cultivation of mammalian cells, information system, database, search interface, biotechnology

Введение

Актуальным направлением развития в биотехнологии является культивирование клеток млекопитающих, нашедшее свое применение в области фармацевтической промышленности и медицины.

В последние годы в России задействован ряд инструментов государственной поддержки развития биотехнологий с целью совершенствования основных отраслей промышленности. Летом 2016 года Правительством Российской Федерации был принят закон «О биомедицинских клеточных продуктах».

Для цитирования

Батыргазиева Д.Р., Гусева Е.В., Меньшуткина Н.В. Информационная система для подбора условий и оборудования при культивировании клеток млекопитающих // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 65–70. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-65-70

For citation

Batyrgazieva D.R., Guseva E.V., Menshutina N.V. Information system for selection of conditions and equipment for the cultivation of mammalian cells. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 65–70. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-65-70

В мировом масштабе проводятся исследования, открываются новые стороны терапевтического действия используемых клеточных культур. Объем исследований в данной области увеличивается с каждым годом.

В связи с этим, возрастает потребность в создании информационной системы в области культивирования клеток млекопитающих, объединяющей в себе основные элементы процесса: клеточную линию, условия культивирования, матрикс и оборудование. Основным назначением данной системы является подбор условий для культивирования клеток млекопитающих

на этапе проведения научно-исследовательских работ, что позволит значительно сократить время и стоимость проведения работ, а также ранжировать рекомендуемые технологические и аппаратные решения.

Реализация базы данных в программном пакете MS Access

Информационная система включает в себя базу данных и алгоритм поиска по параметрам [1]. База данных (БД) состоит из 7 таблиц. Структурная схема базы данных представлена на рисунке 1.

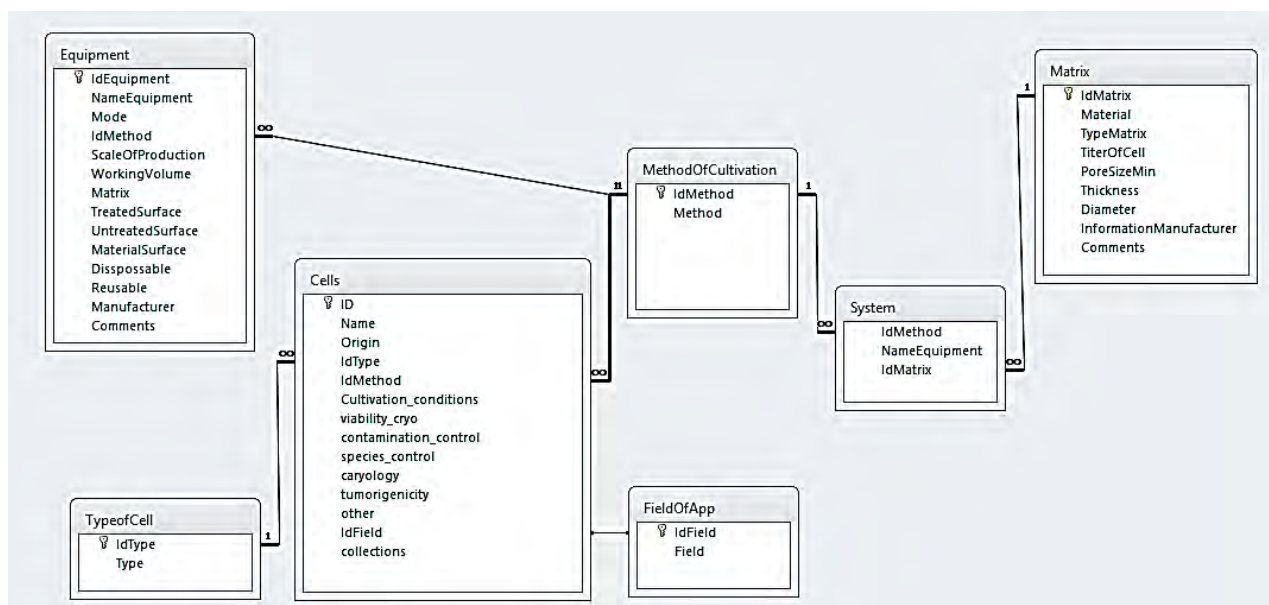


Рисунок 1. Структурная схема базы данных

Figure 1. Structural scheme of database

Таблица «Оборудование» содержит информацию об основных типах аппаратов для культивирования. Выделены такие параметры, как: тип перемешивания, рабочий объем аппарата, возможность использования одноразового или многоразового варианта конструкции, указана информация о производителях. В таблице «Клетки» отражена морфология клеток, способ и условия культивирования, возможности пересева и область применения. Данные о материалах и об особенностях матриксов сосредоточены в таблице «Матрикс». В данной части БД рассматриваются различные виды подложек (мембраны, микроносители 2D и 3D структуры), их геометрические параметры, материал, наличие пор, а также максимальный титр. Рассмотрены такие материалы, как: желатин, хитозан, полимолочная кислота и др. При заполнении данных учитывались не только популярные промышленные матриксы, но и варианты матриксов, разработанные различными исследователями. С помощью таблицы «Область применения»

осуществляется связь между системой культивирования и соответствующей культурой клеток. Здесь рассмотрены основные направления применения продуктов, получаемых в результате культивирования клеток: тканевая и клеточная инженерия, вирусология, регенеративная медицина и биофармацевтика.

Данная БД является основой для информационной системы, которая, в свою очередь, позволит получить информацию о процессе культивирования клеток млекопитающих при планировании и проведении научно-исследовательских работ.

Реализация информационной системы в программном продукте Visual Studio

Структура Информационной системы (ИС) представлена на рисунке 2.

Для создания ИС использовался программный продукт Microsoft Visual Studio 2015 ОС Windows 10, который содержит все современные технологии в области программирования [2–5].



Рисунок 2. Структура Информационной системы
Figure 2. Structure of the Information system

Система реализована в виде приложения с дружественным интерфейсом. Она содержит следующие модули:

- «База данных» – с помощью данной функции осуществляется переход в базу данных, где можно вносить и изменять данные;
- «Поиск по параметрам» – позволяет отсортировать информацию по необходимым параметрам;

- «Онтология культивирования» – эта вкладка содержит алгоритм подбора системы культивирования;

- «О программе» – описание приложения. На рисунке 3 представлена главная страница ИС.

Модуль «Поиск по параметрам» представлен на рисунке 4 и имеет следующие элементы: «Название клетки», «Тип клетки», «Способ культивирования», «Оборудование», «Область культивирования», «Матрикс».

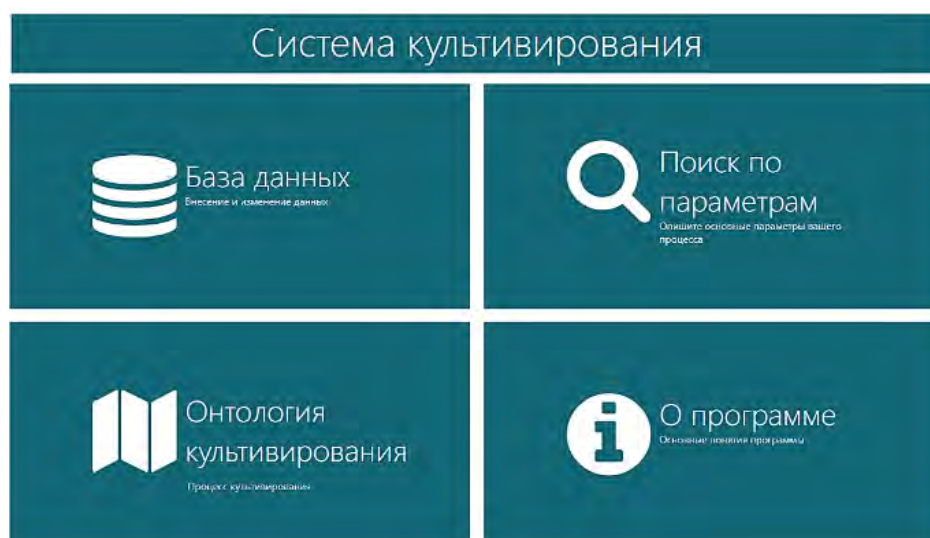


Рисунок 3. Главная страница Информационной системы
Figure 3. The main page of Information system

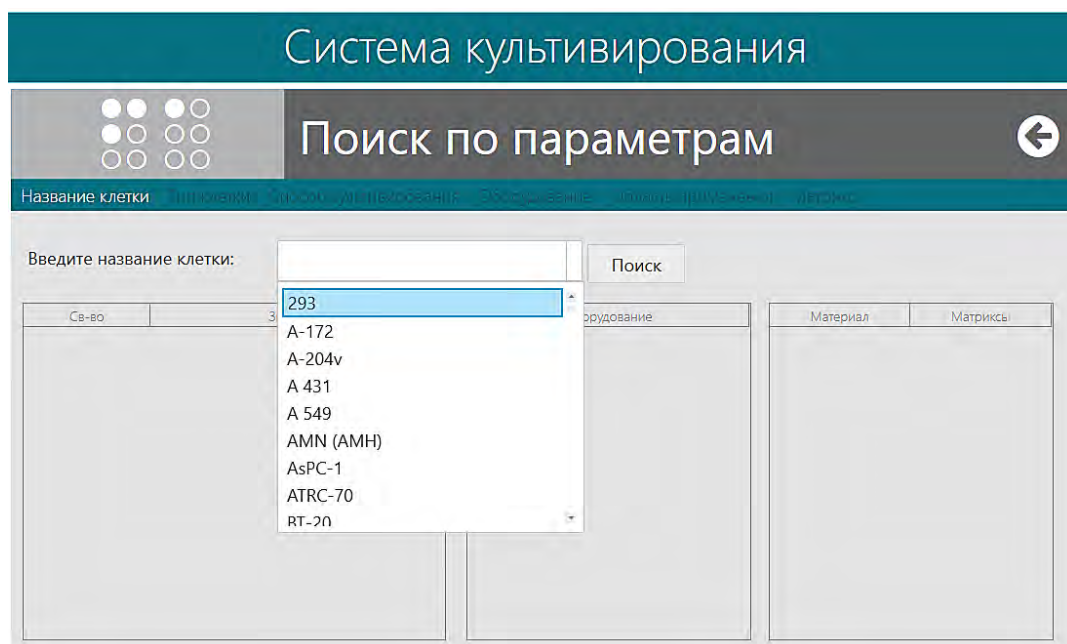


Рисунок 4. Поиск по параметру «Название клетки»

Figure 4. Search for parameters «Name of cell»

Каждый элемент поиска имеет выпадающий список выбираемых данных по указанному параметру. Для удобства пользователя на странице располагаются две кнопки «Назад» и «Поиск». При нажатии на кнопку «Назад», система возвращает на предыдущую страницу. При нажатии кнопки «Поиск» на текущей вкладке пользователь получает результат по выбранному критерию. Результаты поиска представляются в виде таблицы со столбцами

(рисунок 5). Кроме того, предусмотрена возможность быстрого переключения вкладок [3, 4].

В основе модуля подбора системы культивирования лежит алгоритм (рисунок 6), разработанный по рекомендациям из технических документаций различных производителей оборудования и матриц. Кроме того, были приняты во внимание многочисленные исследования в области культивирования клеток млекопитающих.

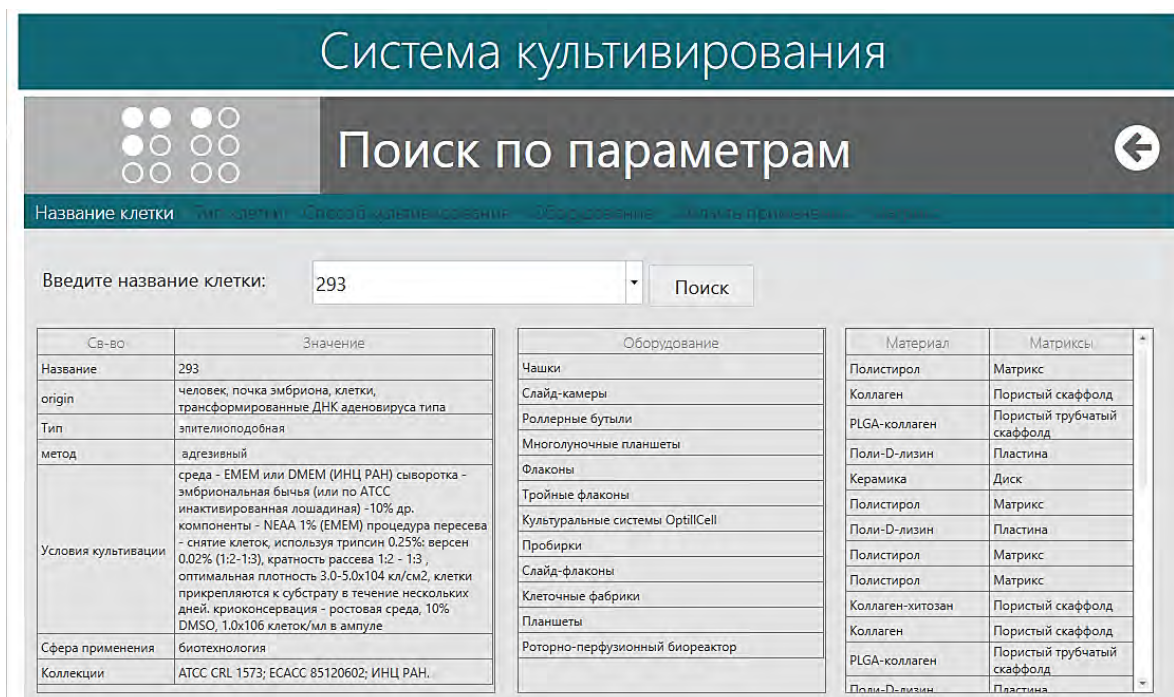


Рисунок 5. Результат поиска по параметру «Название клетки»

Figure 5. Result of search for «Name of cell»

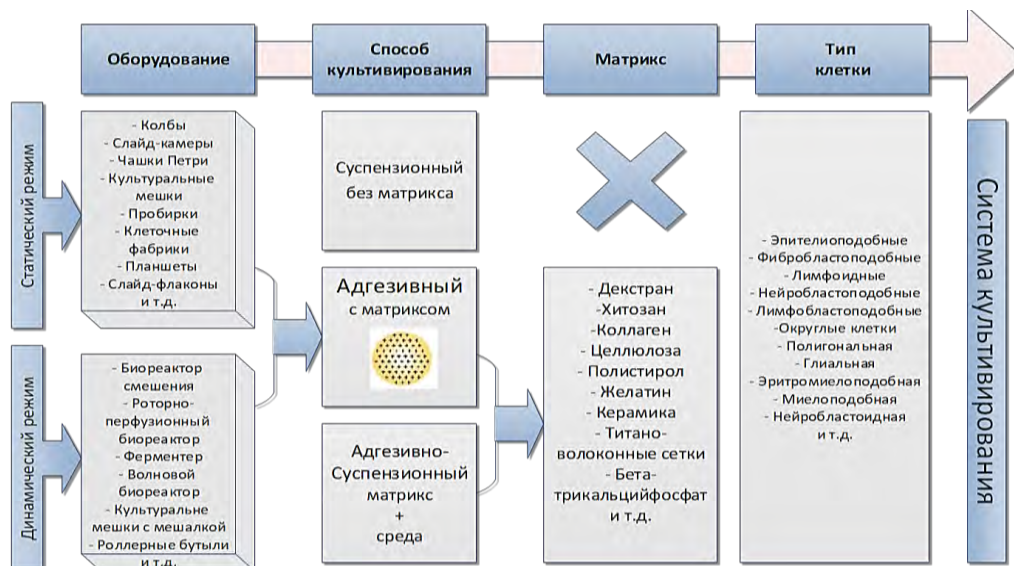


Рисунок 6. Алгоритм работы модуля «Онтология культивирования»

Figure 6. The algorithm of module «Ontology of cultivation»

С помощью данного алгоритма система позволяет осуществить подбор условий проведения процесса по необходимым параметрам.

При наличии исходных данных, таких как оборудование и тип клетки млекопитающего, происходит пошаговый опрос системы. Онтология культивирования представлена на рисунке 7.

Логические вопросы, содержащиеся в данном алгоритме, подобраны таким образом, что, переходя к новому шагу, система отсортировывает данные из БД, в результате которого пользователь получает достоверную информацию о процессе культивирования клетки. Если в итоговом результате нет данных о проведении процесса, то значит, что по таким параметрам культивирование клеток невозможно и пользователю необходимо изменить параметры поиска.

На рисунке 8 представлен результат подбора системы культивирования.

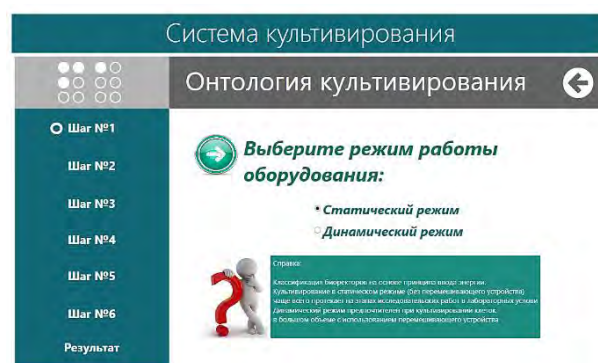


Рисунок 7. Модуль подбора системы культивирования

Figure 7. The selection module of the system cultivation

Система культивирования

Онтология культивирования

Шаг №1

Шаг №2

Шаг №3

Шаг №4

Шаг №5

Шаг №6

Результат

Результат:

Клетки				
Название	Условия культивации	Origin	caryology	
293	среда - EMEM или DMEM (ИНЦ РАН) сыворотка - эмбриональная бычья (или по ATCC инактивированная лошадиная) -10% др. компоненты - NEAA 1% (EMEM) процедура пересева - снятие клеток, используя трипсин 0.25% версен 0.02% (1:2-1:3), кратность распада 1:2 - 1:3, оптимальная плотность 3.0-5.0x10 ⁴ кл/см ² , клетки прикрепляются к субстрату в течение нескольких дней, криоконсервация - ростовая среда, 10% DMSO, 1.0x10 ⁶ клеток/мл в ампуле	человек, почка эмбриона, клетки, трансформированные ДНК аденовируса типа	2n=46, модальное число хромосом 72, количество маркеров - 12 (дифференциальная окраска), количество полиплоидов - 24%.	AT 85

Оборудование

NameEquipment	Метод культивации	ScaleOfProduction
Чашки	Адгезивный	лабораторный
Слайд-камеры	Адгезивный	лабораторный
Роллерные бутылки	Адгезивный	промышленный
Многолуночные планшеты	Адгезивный	любой

Матрицы

TypeMatrix	TiterOfCell
3-D структура	

Рисунок 8. Результат подбора системы культивирования

Figure 8. The result of selection of cultivation system

Закключение

С помощью предложенной системы эксперт может выполнить поиск необходимых условий проведения процесса, выбрать решения среди известных экспериментальных данных и осуществить поддержку проектных работ по культивированию клеток млекопитающих.

Система обладает функциональной полнотой, то есть в рамках конкретной предметной

области она обеспечивает выполнение требований пользователя, а также позволяет накапливать и обрабатывать информацию.

Основной стратегией методологии принятия решения было максимальное использование экспериментальных данных и опыта культивирования клеток из литературных источников.

Важно отметить, что основное решение принимает эксперт в данной области. Информационная система играет вспомогательную роль.

ЛИТЕРАТУРА

1 Меньшутина Н.В., Матасов А.В. Современные информационные системы хранения, обработки и анализа данных предприятий химической и смежных отраслей: учебное пособие М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. 308 с.

2 Трутнев Д.Р. Архитектуры информационных систем. Основы проектирования: учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2012. 66 с.

3 Голицына О.Л., Партыка Т.Л., Попов И.И. Основы проектирования баз данных: учебное пособие. М.: Форум, 2012. 416 с.

4 Проектирование информационных систем. URL: <http://www.intuit.ru/department/se/devis/>

5 Кириченко А.А. Объектно-ориентированное программирование на алгоритмическом языке C#: учебное пособие. М.: Издательство «Высшая школа экономики», 2015. 215 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Диана Р. Батыргазиева аспирант, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., 9, г. Москва, 125047, Россия, diana.b1994@mail.ru

Елена В. Гусева к.т.н., доцент, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., 9, г. Москва, 125047, Россия, eguseva@rally-online.ru

Наталья В. Меньшутина д.т.н., профессор, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., 9, г. Москва, 125047, Россия, chemcom@muctr.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Диана Р. Батыргазиева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Елена В. Гусева консультация в ходе исследования

Наталья В. Меньшутина консультация в ходе разработки системы, редактирование рукописи

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.11.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.12.2017

REFERENCES

1 Menshutina N.V., Matasov A.V. Sovremennye informatsionnye sistemy khraneniya, obrabotki i analiza [Modern information systems store, process and data analysis of enterprises of chemical and allied industries] Moscow, RKhTU, 2011. 308 p. (in Russian)

2 Trutnev D.R. Arkhitektury informatsionnykh system [Architecture of information systems. Design basics] Saint-Petersburg ITMO, 2012. 66 p. (in Russian)

3 Golitsyna O.L., Partyka T.L., Popov I.I. Osnovy proektirovaniya baz dannykh [Fundamentals of design database] Moscow, Forum, 2012. 416 p. (in Russian)

4 Proektirovanie informatsionnykh system [Design of information systems] Available at: <http://www.intuit.ru/department/se/devis/> (in Russian)

5 Kirichenko A.A. Ob'ektno-orientirovannoe programmirovaniye na yazyke C# [Object-oriented programming in algorithmic language C#] Moscow, Vysshaya shkola ekonomiki, 2015. 215 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Diana R. Batyrgazieva graduate student, cybernetics of chemical technological processes department, D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq., 9, Moscow, 125047, Russia, diana.b1994@mail.ru

Elena V. Guseva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, cybernetics of chemical technological processes department, D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq., 9, Moscow, 125047, Russia, eguseva@rally-online.ru

Natalia V. Menshutina Dr. Sci. (Engin.), professor, cybernetics of chemical technological processes department, D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq., 9, Moscow, 125047, Russia, chemcom@muctr.ru

CONTRIBUTION

Diana R. Batyrgazieva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Elena V. Guseva consultation during the study

Natalia V. Menshutina consultation during the development of system, edit of manuscript

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.30.2017

ACCEPTED 12.21.2017

Алгоритм решения многокритериальной задачи о назначениях на сетях

Юрий В. Бугаев	¹	y_bugaev52@mail.ru
Ольга В. Авсеева	¹	olga-avseeva@mail.ru
Людмила А. Коробова	¹	lyudmila_korobova@mail.ru
Ирина Ю. Шурупова	¹	i_shur@mail.ru

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

Реферат. Аннотация Для описания сложных проектов или различных работ, которые составляют набор взаимосвязанных действий, используют сетевой график. Используются несколько вариантов моделей сетевого графика. 1. Для применения на практике наибольшее распространение получила диаграмма Ганта – это графическое представление последовательных интервалов времени и использования ресурсов. 2. Сетевой график изображают в виде графа, где вершины – событие (или его состояние в определенный момент времени), а соединяющие дуги (или ребра) – работы. В работе используется графовая модель. При этом события (факт окончания или начала выполнения работ) соответствуют вершинам графа, а работы – дугам, ориентация которых соответствует технологии этого процесса. Важную роль в модели управления проектами играет оптимальное назначение исполнителей на имеющийся перечень работ. При такой постановке задачи в качестве критерия возможно использование суммарное время реализации работ или длина критического пути на графе. В этом случае на критерий накладываться ограничение по директивным срокам выполнения работ (или проекта в целом). Таким образом, суммарное время, затраченное на реализацию проекта, и длина критического пути представляются одинаково важными характеристиками реализации проекта, и их следует рассматривать как два равноценных критерия многокритериальной задачи управления проектом. Нами предложен алгоритм, вообще говоря, приближенного нахождения множества Парето-оптимальных решений данной задачи.

Ключевые слова: управление проектами, сетевые графики, сетевая модель, задача о назначениях, метод идеальной точки.

Algorithm for solving multicriteria problem of appointments on the networks

Yuriy V. Bugaev	¹	y_bugaev52@mail.ru
Olga V. Avseeva	¹	olga-avseeva@mail.ru
Lyudmila A. Korobova	¹	lyudmila_korobova@mail.ru
Irina Yu. Shurupova	¹	i_shur@mail.ru

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

Summary. To describe complex projects or various jobs that make up a set of interrelated activities, use the network schedule. Several variants of network models are used. 1. For practical use, the Gantt chart is the most widely used - it is a graphical representation of consecutive intervals of time and the use of resources. 2. The network graph is represented as a graph, where the vertices are an event (or its state at a certain point in time), and the connecting arcs (or edges) are works. The graph model is used in the work. In this case, the events (the fact of the completion or the beginning of the work) correspond to the vertices of the graph, and the work to the arcs, the orientation of which corresponds to the technology of this process. An important role in the project management model is played by the optimal assignment of performers to the existing list of works. With this formulation of the problem, the total implementation time or the length of the critical path on the graph can be used as a criterion. In this case, the criterion is imposed a restriction on the deadline for the execution of work (or the project as a whole). Thus, the total time spent on the project and the length of the critical path are represented by equally important characteristics of the project implementation, and they should be considered as two equivalent criteria for the multicriteria project management task. We have proposed an algorithm, in general, an approximate determination of the set of Pareto-optimal solutions of a given problem.

Keywords: project management, network graphics, network model, assignment problem, ideal point method.

Введение

Практика проектного менеджмента показала, что весьма часто реализуемые проекты не оканчиваются успешно из-за превышения ограничений по времени и/или стоимости [1]. Такая ситуация характерна и для России. Одной из главных причин является, по нашему мнению, принятие недостаточно обоснованных управленческих решений относительно назначения исполнителей на выполнение отдельных работ по проекту.

Реализация сложных проектов требует выполнения совокупности взаимозависимых работ, связи между которыми хорошо описываются с помощью сетевых графиков – ориентированных взвешенных графов без петель и контуров, элементам которых поставлены в соответствие некоторые характеристики. При этом события (факт окончания или начала выполнения работ) соответствуют вершинам графа, а работы – дугам, ориентация которых соответствует технологии этого процесса.

Для цитирования

Бугаев Ю.В., Авсеева О.В., Коробова Л.А., Шурупова И.Ю. Алгоритм решения многокритериальной задачи о назначениях на сетях // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 71–74. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-71-74

For citation

Bugaev Ju.V., Avseeva O.V., Korobova L.A., Shurupova I.Yu. Algorithm for solving multicriteria problem of appointments on the networks. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 71–74. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-71-74

Методы сетевого планирования основаны на идее оптимизации критического пути и являются эффективным средством составления проектов и наблюдения за их выполнением [2].

В настоящее время существует несколько вариантов сетевой модели управления проектами, например, [3–5], центральным моментом которых является оптимальное назначение исполнителей на заданный перечень работ.

В качестве критерия используется суммарное время реализации проекта, либо длина критического пути на графе. Как вариант, на длину критического пути может накладываться ограничение по директивным срокам.

Таким образом, суммарное время, затраченное на реализацию проекта, и длина критического пути представляются одинаково важными характеристиками реализации проекта, и их следует рассматривать как два равноценных критерия многокритериальной задачи управления проектом. Нами предложен алгоритм, вообще говоря, приближённого нахождения множества Парето-оптимальных решений данной задачи.

Исходные параметры математической модели

Пусть $I = \{1, \dots, n\}$ – множество всех работ (операций); $J = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество исполнителей; без ограничения общности можно считать, что число работ и исполнителей совпадает, в противном случае несложно провести дробление работ на более мелкие или ввести фиктивных исполнителей.

V_{ij} – время, которое требуется j -му исполнителю для выполнения i -й работы; при фиксированном назначении V_{ij} можно интерпретировать как вес (длину) i -й дуги графа.

Варьируемые параметры математической модели

$Z_{ij} \in \{0; 1\}$ – распределение операций по исполнителям: $Z_{ij} = 1$, если i -я операция поручена j -му исполнителю, $Z_{ij} = 0$ в противном случае.

y_i – фактический срок окончания i -й операции; он вычисляется после назначения исполнителей на работы как суммарная длина дуг критического пути $P(i)$, ведущего от начальной вершины 1-й по сроку операции к конечной вершине i -й операции:

$$y_i = \sum_{k \in P(i)} \sum_{j \in J} V_{kj} Z_{kj} \quad \forall i \in I^d.$$

Для поиска критического пути существует несколько алгоритмов, например, описанный в источнике [6].

Ограничения математической модели

Каждая i -я работа может начать выполняться только после выполнения всех работ, предшествующих ей.

Каждая работа выполняется лишь одним исполнителем:

$$\sum_{j \in J} Z_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (1)$$

Каждому исполнителю поручается лишь одна работа:

$$\sum_{i \in I} Z_{ij} = 1 \quad \forall j \in J \quad (2)$$

Целевые функции.

Минимизировать суммарное время выполнения проекта

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} V_{ij} Z_{ij} \rightarrow \min \quad (3)$$

Минимизировать протяжённость критического пути в графе

$$\max_{i \in I} y_i \rightarrow \min \quad (4)$$

Алгоритм решения

Хотя к настоящему времени предложено несколько методов решения таких моделей, основанных на целочисленном и булевском программировании (например, в [7, 8]), высокая размерность задач препятствует их успешному применению. Поэтому авторы предлагают новый комбинированный алгоритм.

При использовании частного критерия (3) мы имеем обычную задачу о назначениях. Известно несколько методов решения этой задачи, наиболее простой – метод Мака [9]. Для приближённого решения многокритериальной задачи предлагается алгоритм линейной свёртки критериев (АЛСК). Как известно [10], в общем случае использование линейной свёртки не гарантирует нахождение всех эффективных решений дискретной многокритериальной задачи. Вопрос же о полной разрешимости сетевой многокритериальной задачи о назначениях посредством АЛСК в настоящее время не исследован, поэтому предлагаемый нами метод следует трактовать как приближённый.

Описание алгоритма

1. Решаем классическую задачу о назначениях. Очевидно, что найденное решение доставляет минимум критерию суммарного времени и максимум на множестве Парето критерию протяжённости критического пути.

2. Далее за счёт перераспределения работ стремимся улучшить значение критерия (4). Для этого умножим возможные веса V_{ij} всех дуг, участвующих в критическом пути на некоторый коэффициент $\alpha > 1$. Тем самым увеличим значимость этих работ. Далее решаем новую задачу о назначениях.

3. Посредством увеличения значения α получаем новые Парето-оптимальные решения.

Пример. Имеем модель процесса реализации проекта в виде графа, представленного на рисунке 1.

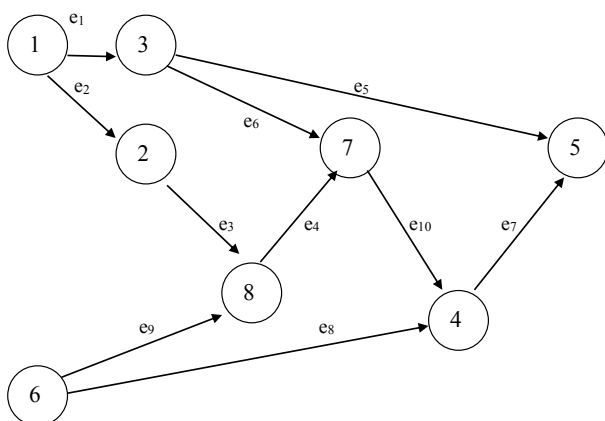


Рисунок 1. Граф процесса реализации проекта

Figure 1. The graph of the project implementation process

Номера дуг указывают номера работ. Матрица длительностей выполнения работ в количествах условных временных единиц имеет вид:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	29	16	19	28	13	39	11	13	11	15
2	21	19	38	18	18	26	37	30	32	17
3	34	24	23	28	34	26	37	25	25	37
4	26	17	16	31	11	17	34	33	24	11
5	21	35	37	17	38	25	13	31	37	25
6	38	16	39	14	32	29	18	37	28	15
7	36	17	23	19	25	30	20	37	29	39
8	27	15	13	20	27	22	30	20	36	31
9	29	17	18	23	17	21	14	31	34	25
10	28	23	22	25	24	40	32	16	27	24

Решаем задачу о назначениях с данной матрицей. Получаем следующее распределение операций по исполнителям (первая эффективная точка).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Hayes, S. Complex Project Management Global Perspectives and the Strategic Agenda to 2025. [Текст] / S. Hayes // The task force report. ICCPM : King-ston, 2012. 64 p.
- 2 Бурков, В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными структурами [Текст] / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2001. – 124 с.
- 3 Катаев, А.В. Управление проектами: математические модели оптимального назначения исполнителей проектных работ [Текст] / А.В. Катаев, Т.М. Катаева, Е.Л. Макарова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2016. Т. 16, вып. 3. С. 294–299.

Операции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Исполнители	9	1	6	10	7	4	2	3	5	8
Длительности	11	<u>21</u>	<u>26</u>	<u>11</u>	13	14	<u>17</u>	13	17	<u>16</u>

Суммарная длительность всех работ реализации проекта составила 159 единиц. Длительность критического пути (работы 2, 3, 4, 10, 7 в списке они подчеркнуты) составляет 91 единицу.

Увеличим длительности выполнения этих работ для всех исполнителей в 2 раза (умножим на $\alpha = 2$ соответствующие строки матрицы I) и найдём вторую эффективную точку.

Операции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Исполнители	9	10	6	5	1	4	2	3	7	8
Длительности	11	<u>17</u>	<u>26</u>	<u>11</u>	21	14	<u>17</u>	13	14	<u>16</u>

Суммарная длительность всех работ реализации проекта составила 160 единиц. Длительность полученного критического пути (работы 2, 3, 4, 10, 7) составляет 87 единицу.

Положим $\alpha = 4$. Поучим третью эффективную точку.

Операции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Исполнители	9	10	3	5	1	4	2	6	7	8
Длительности	11	<u>17</u>	<u>23</u>	<u>11</u>	21	14	<u>17</u>	22	14	<u>16</u>

Суммарная длительность всех работ реализации проекта составила 166 единиц. Длительность критического пути (работы 2, 3, 4, 10, 7) составляет 84 единицу.

Дальнейшее увеличение α не даёт новых решений. Следовательно, данный алгоритм позволил найти три Парето-оптимальных решения, соответствующих следующим значениям критериев задачи:

Решение Decision	Значение критерия (3) Criteria value (3)	Значение критерия (4) Criteria value (4)
1	159	91
2	160	87
3	166	84

Оптимальное решение может быть найдено методом идеальной точки. Очевидно, это решение № 2.

4 Новикова, Т.П. Математическая модель оптимального распределения работ в сетевых канонических структурах [Текст] / Т.П. Новикова, О.В. Авсеева, А.И. Новиков // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологий. – Орел, 2013. № 5 (301). С. 48–53.

5 Доппа, Р.В. Метод сетевого планирования разработки сложных технических систем [Текст] // Р.В. Доппа, Р.Ю. Кордюков, А.А. Беглецов и др. // Программные продукты и системы. – 2014. № 2. С. 22–26.

6 Липский, В. Комбинаторика для программистов [Текст] / В. Липский / Пер. с польск. – М.: Мир, 1988. – 213 с.

7 Gronkvist, M. The Tail Assignment Problem [Текст] / М. Gronkvist // Ph. D. thesis. Chalmers University of Technology and Goteborg University. Gote-borg, 2005.

8 Kilborn, E. Aircraft Assignment Using Constraint Programming [Текст] / E. Kilborn // Tech. Rep. Chalmers University of Technology. Goteborg, 2007.

9 Банди, Б. Основы линейного программирования [Текст] / Б. Банди / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 176 с.

10 Кравцов, М.К. Неразрешимость задач векторной дискретной оптимизации в классе алгоритмов линейной свертки критериев [Текст] / М.К. Кравцов // Дискретная математика – 1996. Т. 8, № 2. С. 89–96.

REFERENCES

1 Hayes, S. Complex Project Management Global Perspectives and the Strategic Agenda to 2025. [Текст] / S. Hayes // The task force report. ICCPM : King-ston, 2012. 64 p.

2 Burkov, VN, Zalozhnev A. Yu., Novikov DA Graph theory in the management of organizational structures / VN Burkov, A. Yu. Zalozhnev, DA Novikov. – Moscow: Sinteg, 2001. – 124 p.

3 Kataev, AV Project Management: Mathematical Models for the Optimal Designation of Design Work Implementers [Text] / AV Kataev, TM Kataeva, EL Makarova // Izvestiya Saratovskogo Universiteta. New episode. Series: Eco nomic. Control. Right. – 2016. Vol. 16, no. 3. P. 294–299.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Ольга В. Авсева к.т.н., зав. кафедрой, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olga-avseeva@mail.ru

Людмила А. Коробова к.т.н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lyudmila_korobova@mail.ru

Ирина Ю. Шурупова к.ф.-м.н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, i_shur@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.11.2017

4 Novikova, TP Mathematical model of the optimal distribution of works in network canonical structures [Text] / TP Novikova, OV Avseeva, AI Novikov // Fundamental and Applied Problems of Engineering and Technology. – Eagle, 2013. № 5 (301). Pp. 48–53.

5 Dopira, RV The method of network planning for the development of complex technical systems [Text] // RV Dopira, R. Yu. Kordyukov, AA Begletsov, etc. // Software products and systems. – 2014. № 2. P. 22–26.

6 Lipsky, V. Combinatorics for programmers [Text] / V. Lipsky / Trans. from Polish. – Moscow: Mir, 1988. – 213 p.

7 Gronkvist, M. The Tail Assignment Problem [Текст] / М. Gronkvist // Ph. D. thesis. Chalmers University of Technology and Goteborg University. Gote-borg, 2005.

8 Kilborn, E. Aircraft Assignment Using Constraint Programming [Текст] / E. Kilborn // Tech. Rep. Chalmers University of Technology. Goteborg, 2007.

9 Bundy, B. Fundamentals of linear programming [Text] / B. Bandi / Per. with English. – Moscow: Radio and Communication, 1989. – 176 p.

10 Kravtsov, MK Undecidability of vector discrete optimization problems in the class of algorithmic algorithms for linear convolution of criteria [Text] / MK Kravtsov // Discrete Mathematics – 1996. Vol. 8, No. 2. P. 89–96.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuriy V. Bugaev doctor of physical-mathematical sciences, professor, informational technologies of modeling and control department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, y_bugaev52@mail.ru

Olga V. Avseeva candidate of technical sciences, head of department, informational technologies of modeling and control department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olga-avseeva@mail.ru

Lyudmila A. Korobova candidate of technical sciences, assistant professor, informational technologies of modeling and control department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lyudmila_korobova@mail.ru

Irina Yu. Shurupova candidate of physical-mathematical sciences, assistant professor, informational technologies of modeling and control department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, i_shur@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.8.2017

ACCEPTED 11.1.2017

Эвристический подход к классификации послеродового эндометрита и его форм

Елена А. Балашова¹ helbal@yandex.ru

Валерия В. Битюкова² acusher.idpo@vsmaburdenko.ru

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

² Воронежский государственный медицинский институт им. Бурденко, пер. Здоровья, 2, г. Воронеж, 394024, Россия

Реферат. Работа посвящена разработке метода автоматизированной медицинской диагностики на основе описания биомедицинской системы с помощью двух параметров: энергии, отражающей взаимодействие ее элементов, и энтропии, характеризующей организацию системы. Нарушение энерго-энтропийного цикла биомедицинской системы отражается в симптомах заболевания. Статистическая связь между признаками состояния организма и характером возбуждения его элементов наилучшим образом выражается в эвристическом описании состояния системы. Высокая точность классификации состояния пациента достигается при использовании эвристических методов распознавания. В работе предложен подход, позволяющий оценить вероятность правильной диагностики, повышающий достоверность классификации, и выполнена оценка минимального объема обучающей выборки и информационной емкости входящих в нее признаков. Методика классификации заключается в усреднении значений признаков в рамках выбранных классов, составлении симптомокомплекса из наиболее значимых признаков заболевания, проведении «грубой» диагностики с установлением порога нормы, позволяющей выделить тяжелые формы заболевания, а затем дифференциальной диагностики степени тяжести заболевания. Предложенная методика апробирована для классификации форм послеродового эндометрита (легкой, средней, тяжелой). Обучающая выборка содержала 70 историй болезней. Симптомокомплекс для классификации состояния пациента был составлен из 17 признаков. Пороговая диагностика позволила установить наличие заболевания и отделить тяжелые его формы. Дифференциальная диагностика использовалась для классификации легкой и средней степени тяжести послеродового эндометрита. Точность классификации форм послеродового эндометрита составила 97,1%.

Ключевые слова: эвристические методы, классификация состояния, послеродовый эндометрит

Heuristic approach to the classification of postpartum endometritis and its forms

Elena A. Balashova¹ helbal@yandex.ru

Valeriya V. Bitukova² acusher.idpo@vsmaburdenko.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

² Voronezh state medical institute named after Burdenko, Zdroviya lane, 2, Voronezh, 394024, Russia

Summary. The work is dedicated to the development of a method of automated medical diagnosis based on the description of biomedical systems using two parameters: energy, reflecting the interaction of its elements, and entropy characterizing the organization of the system. The violations of the energy-entropy cycle of biomedical systems is reflected in the symptoms of the disease. Statistical link between the symptoms of the condition of the body and the nature of excitation of its elements best expressed in the heuristic description of the system state. High accuracy classification of the patient's condition is achieved by using heuristic detection methods. In the proposed approach, allowing to estimate the probability of correct diagnosis increases the accuracy of the classification, and the estimated minimum amount of training samples and the capacity of its constituent signs. Classification technique consists in averaging the characteristic values in the selected classes, the preparation of the complex of symptoms of the most important signs of the disease, to conduct a "rough" diagnostic threshold rules that allow to distinguish severe forms of the disease, then differential diagnosis the severity of the disease. The proposed method was tested for classification of the forms of puerperal endometritis (mild, moderate, severe). The training sample contained 70 case histories. Syndrome to classify the patient's condition was composed of 17 characteristics. Threshold diagnosis has allowed to establish the presence of disease and to separate heavy. Differential diagnosis was used for classification of mild and moderate severity of postpartum endometritis. The accuracy of the classification of forms of postpartum endometritis amounted to 97.1%.

Keywords: heuristic methods, classification status, postpartum endometritis

Введение

Повышение доли современного оборудования, позволяющего выполнить анализ состояния большого количества параметров организма, лавинообразно увеличило количество поступающей к врачу информации, но не облегчило процесс постановки диагноза.

Внедрение информационных технологий обработки результатов анализов в практику работы врача привело к появлению автоматизированных методов диагностики. Адаптация методов диагностики [2], созданных для технических

объектов сталкивается с неприятием в медицине, в силу различия подходов к описанию состояния объекта у медиков и математиков, и большим разнообразием значений медицинских параметров, в отличие от технических объектов.

Проблема разработки методов автоматизированной медицинской диагностики понятных врачу, а потому принимаемым им в практику работы, весьма актуальна. Системы поддержки принятия решений, созданные на базе таких методов, относят состояние пациента к одному из заранее определенных классов состояний, окончательный диагноз по-прежнему устанавливается врачом.

Для цитирования

Балашова Е.А., Битюкова В.В. Эвристический подход к классификации послеродового эндометрита и его форм // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 75–81. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-75-81

For citation

Balashova E.A., Bitukova V.V. Heuristic approach to the classification of postpartum endometritis and its forms. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 75–81. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-75-81

Целью данной работы является выработка информационного подхода к медицинской диагностике, основанного на выделении наиболее значимых симптомов (эвристических признаков) заболевания и методах их обработки, а также создание системы автоматизированной медицинской диагностики вырабатывающую рекомендации для врача, обладающего меньшей квалификацией.

Материал и методы

Для описания состояния объекта используются как детерминированные, так и вероятностные модели. Детерминированная модель требует информации об элементах системы и связях между ними и применима только в случае систем, состоящих из ограниченного числа элементов. В медицине это, как правило, модели достаточно простых процессов, например, оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы [1], функционирования фолликула щитовидной железы [4], злокачественной опухоли [6]. Детерминированные модели при описании даже простых процессов используют сложный математический аппарат. Адекватные действительности решения существуют для ограниченного диапазона начальных условий. Увеличение числа элементов системы, приводит к росту числа уравнений, описывающих связи между ними, и потере устойчивости решений. В этой связи задачи медицинской диагностики, где состояние объекта определяется совокупностью множества факторов, детерминированные модели неприемлемы, а используются вероятностные модели, характеризующие состояние объекта усредненными параметрами.

Любую биомедицинскую систему можно охарактеризовать двумя параметрами: энергией, как мерой движения и взаимодействия ее элементов, и энтропией, как мерой упорядоченности этой энергии, заключенной в организации системы. Функционирование биомедицинской системы основано на циклических процессах, связанных с транспортом внешней энергии и диссипацией этой энергии. Поэтому обобщенную модель открытой биомедицинской системы можно представить в виде замкнутого энерго-энтропийного цикла, изображенного на рисунке 1.

Без транспорта высокоорганизованной энергии E_1 энтропия системы увеличивается по пути 1–2. Если нет поступления высокоорганизованной энергии, то число возбужденных элементов стремится к нулю, система приходит в равновесное состояние с окружающей средой (погибает).

В точке 2 системе сообщается энергия E_1 , часть которой идет на увеличение числа возбужденных элементов системы, чтобы компенсировать их уменьшение в процессе увеличения энтропии. В результате увеличивается температура системы (участок 2–3) и происходит уменьшение энтропии до исходного состояния (участок 3–4). При этом наступает уменьшение температуры до первоначального уровня, и система возвращается в исходное состояние, т. е. цикл замыкается. Каждому такому циклу отдельной системы организма соответствует свой биологический ритм.

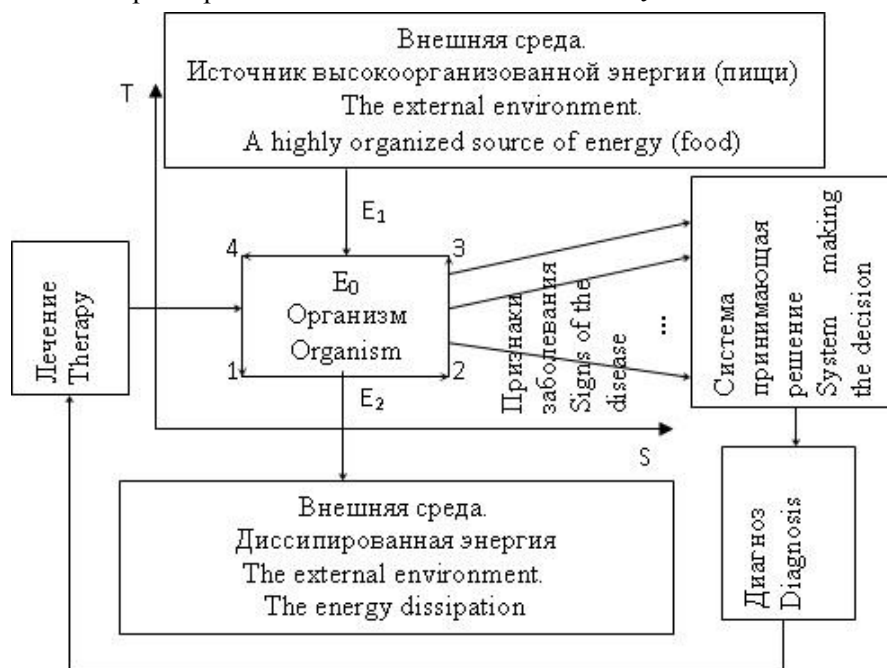


Рисунок 1. Модель открытой биомедицинской системы

Figure 1. Model of open biomedical systems

Нарушение энерго-энтропийного цикла свидетельствует о патологии той или иной системы организма, что выражается в N симптомах заболевания. Эти признаки определяются отклонением от нормы числа возбужденных и невозбужденных элементов системы, реализуемых в биологическом цикле. Так как связь между признаками состояния систем организма и характером возбуждения их элементов статистическая, то развитая модель является вероятностной. Признаки заболевания анализируются решающей системой (врачом или компьютером). Результатом анализа признаков является диагноз, и назначается лечение, которое реализуется по цепи обратной связи (рисунок 1).

Наибольшее применение в практике нашли параметрические и эвристические методы классификации заболеваний [7, 8]. Параметрические методы позволяют сделать оценку вероятностей правильной классификации заболевания, его пропуска и гипердиагностики, что позволяет сравнивать точность классификации на основе различных симптомокомплексов. Эвристические методы естественным образом сочетаются с практикой работы врача, следуют из его знаний и опыта, позволяют быстро модифицировать и совершенствовать выбранные системы признаков.

В этой связи наибольшую эффективность для целей автоматизированной медицинской диагностики может дать синтез параметрического и эвристического подхода [9].

Симптомы заболевания могут быть как количественными (измеряются с помощью аппаратуры и выражаются в числовом значении), так и качественными (характеризуют некоторое состояние и не могут быть измерены) [11]. Математический анализ их совокупности возможен лишь в случае, когда они имеют одинаковую размерность, либо все симптомы безразмерны. Переход к безразмерным значениям осуществляется в соответствии со следующими соображениями.

Для диагностики заболевания каждый симптом должен принадлежать конкретному диапазону значений, например, при воспалительных заболеваниях температура тела изменяется от 37,5 до 39 °C. Поэтому не столько важно конкретное значение симптома, сколько его попадание в указанный диапазон. Разбив все признаки заболевания на диапазоны значений, соответствующих различным нозологиям, получим для всех симптомов одинаковую характеристику – число диапазонов (число градаций симптома), на основании которой можно вести математический анализ клинической картины.

Организация системы признаков заболеваний (симптомокомплекса) представлена на рисунке 2, где по оси абсцисс расположены N признаков заболевания, а по оси ординат – количество двоичных единиц $\log_2 n$, соответствующих измеряемому числу градаций n каждого признака.

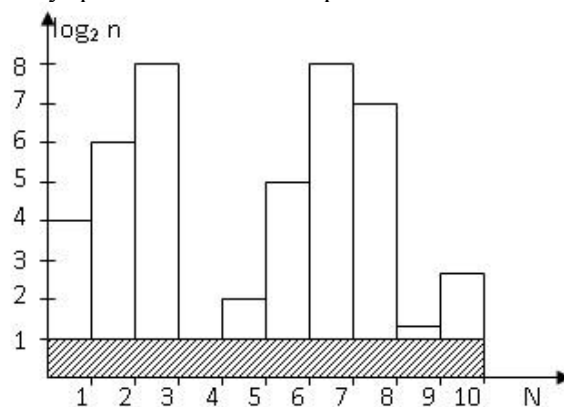


Рисунок 2. Информационная организация симптомокомплекса

Figure 2. Information organization of symptom

Качественные признаки имеют две возможные градации: отсутствие признака – норма, и наличие признака – болезнь, а также граница норма – болезнь. В случае нормы $\log_2 2 = 1$ и признак дает 1 бит информации. Начальным уровнем отсчета количественных признаков является его среднее нормальное значение. На рис. 2 заштрихованные участки признаков соответствуют градациям нормы, а незаштрихованные – болезни.

Поскольку заболевание сопровождается появлением как общих, так и специфических симптомов, то каждый из них несет разное количество информации. Совокупные данные, получаемые при анализе всех симптомов, для того или иного заболевания будут различны. Следовательно, можно выбрать граничные значения информации о каждой нозологической форме и ставить диагноз на основании сравнения полученного количества информации о состоянии больного с граничным значением информации о заболевании.

Оценить необходимость включения в рассмотрение нового симптома можно, рассчитав общее количество информации для нового симптомокомплекса. Если оно увеличилось по сравнению с предыдущим, то симптом включается, если уменьшилось – исключается из рассмотрения.

Оценку информационной емкости симптомокомплекса выполним по Хартли, тогда соотношение нормальному состоянию организма

соответствует $C_n = \sum_{i=1}^N \log_2 n_{ni} = N$, а патологи-

ческому $C_o = \sum_{i=1}^N \log_2 n_{oi}$.

С учетом вероятности обнаружения $P_{об_i}$ каждого признака информационную емкость системы N независимых признаков можно записать следующим образом

$$C_{\phi} = \sum_{i=1}^N P_{об_i} \log_2 n_i$$

или

$$C_{\phi} = 0,5 \sum_{i=1}^N \left[1 + \Phi \left(\frac{G_i}{2} \right) \right] \log_2 n_i, \quad (1)$$

где Φ – интеграл вероятности, G – аппаратное отношение сигнал/шум,

Отношение площадей незаштрихованных и заштрихованных участков на рис. 2 назовем отношением болезнь / норма

$$G_0 = \frac{C_{\phi}}{C_n}. \quad (2)$$

Решение о наличии болезни будет приниматься при превышении сигнала болезни порогового уровня нормы. В этом случае вероятность распознавания болезни можно записать следующим образом:

$$P^* = \Phi \left(\frac{G_0}{2} \right) \\ P^* = \Phi \left(\frac{0,5 \sum_{i=1}^N \left[1 + \Phi \left(\frac{G_i}{2} \right) \right] \log_2 n_i}{2N} \right) \quad (3)$$

В простейшем случае вероятность распознавания болезни не зависит от числа признаков, если их число не менее 2. Это вызвано тем, что с повышением информационной емкости системы признаков пропорционально увеличивается энтропия решающей системы, вследствие обучения и распознавания по одной и той же обучающей выборке. Использование только качественных признаков ($n=2$) неэффективно, так как вероятность распознавания болезни превышает 0,5.

Возможность оценки вероятности заболевания P^* повышает достоверность метода, однако для близких форм заболевания сложно найти пороги, разделяющие объекты с высокой точностью.

Для разделения близких форм выявленного с вероятностью P^* заболевания следует использовать подход, основанный на оценке степени «похожести» диагностируемого случая с рядом уже имеющихся, образующих кластер.

На первом этапе (обучения системы поддержки принятия решений) формируются кластеры для диагностируемых заболеваний по обучающей выборке, на втором (рабочий режим

системы) проводится анализ состояния конкретного больного. Диагноз выбирается из того кластера, к которому ближе всего оказался рассматриваемый случай. Кластерный анализ позволяет установить степень тяжести заболевания.

Диагностика степени тяжести заболевания осуществляется с использованием кластерного анализа в выбранном пространстве медицинских признаков в соответствии со следующим алгоритмом. Дисперсия каждой формы заболевания D^{ϕ} (легкой, средней и тяжелой) вычисляется по формуле:

$$D^{\phi} = \frac{1}{M} \sqrt{\sum_{i=1}^M (x_i^{\phi} - \bar{x}^{\phi})^2} \quad (4)$$

где ϕ – наименование формы заболевания – легкая, средняя или тяжелая; M – число пациентов в выборке с заболеванием со степенью тяжести ϕ ; $x_i^{\phi}, \bar{x}^{\phi}$ – значение признака заболевания для рассматриваемого i -того пациента и среднее значение этого признака по всей имеющейся обучающей базе данных для отдельной формы заболевания.

Центром кластеров, соответствующих формам заболевания, являются средние значения признаков по каждой форме. Форма кластеров в простейшем случае может быть окружность в двумерном признаковом пространстве, сфера – в трехмерном и гиперсфера – в N – мерном пространстве признаков. Радиус гиперсферы есть среднее геометрическое значение дисперсий каждого признака, образующих признаковое пространство.

$$R^{\phi} = \sqrt{\sum_{j=1}^N (D_j^{\phi})^2} \quad (5)$$

где N – число информативных признаков, характеризующих заболевание; j – текущий номер признака.

Для дифференциальной диагностики заболеваний решающее правило имеет следующий вид: рассматриваемая точка принадлежит кластеру той формы заболевания, для которой проекция расстояния от центра кластера до точки на прямую, соединяющую центры двух соседних кластеров, не превышает половины межцентрового расстояния соседних кластеров:

$$\begin{aligned} \Pi &> \frac{1}{2} \cdot rc^{\phi_1 - \phi_2} \rightarrow m \in \phi_1 \\ \Pi &\leq \frac{1}{2} \cdot rc^{\phi_1 - \phi_2} \rightarrow m \in \phi_2 \end{aligned} \quad (6)$$

где $rc^{\phi_1 - \phi_2}$ – межцентровое расстояние кластеров форм заболевания ϕ_1 и ϕ_2 ; m – рассматриваемая точка.

В соответствии с изложенной методикой синтез системы поддержки принятия решений осуществляется в следующей последовательности.

1. С помощью врача-эксперта выделяются заболевания и его формы и собирается статистика, содержащая не только симптомы патологии, но и заранее определенные диагнозы;

2. Производится усреднение значений симптомов в рамках выделенных экспертом диапазонов, важных для определения нозологии.

3. Итерационным путем отбираются наиболее информативные симптомы заболевания, закладываемые в обучающую выборку, обеспечивающие максимальные значения вероятности классификации заболевания;

4. Производится расчет вероятности классификации (3) для всей обучающей выборки и определяются пороги классификации, позволяющие разделить объекты на находящиеся в пределах нормы и имеющие патологическое состояние. Выполняется оценка возможности выбора порогов для классификации отдельных форм заболевания.

5. Производится классификация состояния пациента на основании сравнения расчетного значения вероятности классификации (3) с пороговым значением.

6. Выявленные на предыдущем этапе случаи патологии подвергаются дифференциальной диагностике на основании кластерного анализа (4–6) для установления формы заболевания.

После этого система поддержки принятия решения готова к функционированию в консультационном режиме, позволяя в процессе эксплуатации системы врачом получить альтернативы диагноза. Консультационный режим состоит из:

1. сбора и ввода в систему данных о новых пациентах, составляющих максимально информативный симптомокомплекс;

2. автоматический расчет в соответствии с предложенной методикой и выдачу предполагаемого диагноза.

Врач ставит диагноз на основании полученных рекомендаций.

Принципиальной трудностью, возникающей при распознавании состояния пациента, является оценка минимально возможной мощности обучающей выборки и числа градаций признаков, обеспечивающих заданную вероятность классификации.

Существующая аппаратура может обеспечить чрезвычайно высокую точность измерений. При этом информационная емкость сигнала, поступающего в систему управления, может быть значительно большей, чем емкость обучающей выборки, что снижает вероятность правильного предсказания состояния системы [3]. Следовательно, возникает проблема согласования относительно невысокой информационной мощности обучаю-

щей выборки и информационной емкости сигнала, обеспечиваемого современными средствами контроля, при сохранении заданной вероятности правильного предсказания состояния управляемой системы.

Для надежной диагностики состояния пациента достаточно весь динамический диапазон изменения признаков разбить не более чем на 16 градаций, а в пределах каждой градации производить усреднение значений. Наличие статистики заболеваний позволяет уменьшить необходимое число градаций. Однако эвристический подход к установлению порога требует определенного запаса по числу градаций сигнала, область изменения которых в зависимости от мощности обучающей выборки можно задать следующим образом $8 \leq n \leq 20$.

Очевидно, что число градаций статистического ряда обучающей выборки, также как и число градаций сигнала, должно быть связано с мощностью обучающей выборки. При слишком большом числе градаций частоты статистического ряда имеют неслучайные колебания. При слишком малом числе градаций описание очень грубое. Поэтому даже если информационная емкость обучающей выборки близка к информационной емкости сигнала, число градаций в пределах заданного выше диапазона должно сочетаться с объемом выборки. В [3] установлен минимально возможный объем статистического ряда

$$L \geq 10^{\frac{n}{5}}, \quad (6)$$

откуда следует, что $40 \leq L \leq 10^4$.

При проверке корреляционной связи между признаками и отборе статистически независимых, их число может быть существенно уменьшено.

Предложенный подход был апробирован для диагностики послеродового эндометрита, часто протекающего атипично и являющегося одним из самых трудно диагностируемых заболеваний, особенно в его легкой и средней формах [5, 12, 13]. Диагностировался послеродовой эндометрит и его формы, отражающие степень тяжести заболевания: легкую среднюю и тяжелую. Собранный банк данных включал 70 историй болезней.

Результаты и обсуждение

Интервал дискретизации каждого признака системы и число их градаций определялись путем усреднения по различным интервалам статистического распределения признака с выделением трех экстремумов, соответствующих легкой, средней и тяжелой формам заболевания. Увеличение интервала усреднения приводит к объединению соседних форм заболевания, уменьшение – к росту числа случайных экстремумов.

Были определены границы диагностики трех форм заболевания (легкой, средней и тяжелой) и сформированна и более информативный симптомокомплекс, включающий количественные признаки: температуру тела, число лейкоцитов при бактериоскопии мазка, данные эхографии (длину, толщину и передне-задний размер матки), кровопотерю, бактериологическое исследование содержимого матки, толщину послеоперационного шва на матке, изменение длины полости матки при зондировании; и качественные: характеристику лохий, особенности кесарева сечения (плановое или экстренное), состояние полости матки (при гистероскопии), наличие патологических включений в полости матки, форма полости матки, состояние послеоперационного шва на матке (налет фибрина, провисание лигатур), гиперемиию.

Оценка вероятности распознавания заболевания произведена с использованием соотношения (3) и определен порог нормы 0,848. Удалось абсолютно достоверно диагностировать эндометрит и отделить все его тяжелые случаи. Пороговое значение вероятности классификации для отделения тяжелой формы составил 0,965.

Дифференциальная диагностика форм легкой и средней форм эндометрита осуществлялась с использованием кластерного анализа в выбранном пространстве признаков. Обучающая выборка по формам заболевания была неоднородной с перекосом в пользу тяжелой формы (81,4%). Объем выборки по средней форме составил 8,6%, а по легкой – 10%. Большая разница в объемах обучающих выборок по каждой форме привела к тому, что дисперсии кластеров легкой и средней форм оказались существенно большими, чем для тяжелой. Однако размеры кластеров легкой и средней формы эндометрита примерно одинаковы, поэтому удалось получить достаточно высокие результаты. Верно диагностированы 85,7% случаев легкой (6 из 7 имеющихся в обучающей выборке), 83,3% – средней (5 из 6).

С помощью двухступенчатой автоматизированной диагностики заболевания были форм послеродового эндометрита. Результаты автоматизированной диагностики эндометрита и его форм приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты диагностики

Table 1.

The results of the diagnostics

№	Показатели Index	Формы эндометрита Forms of endometritis		
		Легкая Light	Средняя Middle	Тяжелая Heavy
1	Размер выборки The sample size	7(10%)	6(8,6%)	57(81,4%)
2	Пороги P^* Limit	0,848	0,858	0,965
3	Верные диагнозы The correct diagnosis	6(85,7%)	5(83,3%)	57(100%)

В результате из 70 случаев эндометрита в легкой, средней и тяжелой форме системой поддержки принятия решений была верно определена степень тяжести заболевания у 68 родильниц, что составляет 97,1%.

Заключение

1. Предлагаемый эвристический подход позволяет надежно распознавать заболевание и диагностировать достаточно близкие его формы в условиях статистической недостаточности обучающей выборки, которую во многих случаях невозможно улучшить вследствие особенностей протекания заболевания.

2. Изложенная методика классификации может быть реализована в реальном масштабе времени, когда диагностируемые сигналы

с медицинских датчиков заносятся в базу данных и обрабатываются в соответствии с предложенной последовательностью действий.

3. Алгоритм классификации позволяет оценить вероятность правильного распознавания заболевания и его форм, а также диагностировать атипичные случаи болезни.

4. Разработанная система поддержки принятия решения позволяет достоверно диагностировать послеродовой эндометрит и достаточно эффективно распознать близкие формы заболевания в условиях небольшой обучающей выборки (с точностью от 85,7 до 100% по формам заболевания), которую во многих случаях невозможно улучшить вследствие особенностей протекания заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1 Рзаев Э.А., Расулов С.Р., Рзаев А.Г. Разработка математических моделей для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы // Казанский медицинский журнал. 2015. Т. 96. №. 4. С. 681–685.

2 Еськов В.М., Филатова О.Е. Другой мир, другая наука, другие модели в описании complexity // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 20. №. 1. С. 138–141. doi: 10.12737/3328.

3 Глазков В.В. Реализация устройства распознавания наземных и воздушных объектов по акустическому сигналу // Наука и Мир. 2017. Т. 1. №. 1. С. 35–39.

4 Балькина Ю.Е., Колпак Е.П. Математические модели функционирования фолликула щитовидной железы // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2013. №. 3. С. 20–31

5 Вербицкая М.С. Особенности течения, диагностики и прогнозирование послеродового эндометрита // Медицинский журнал. 2011. № 3. С. 22–29.

6 Жукова И.В., Колпак Е.П. Математические модели злокачественной опухоли // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2014. № 3.

7 Луценко В.Д. и др. Дифференциация острого тонзиллита у детей на основе математических моделей // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2013. Т. 22. № 11 (154).

8 Орлов А.И. Три основных результата математической теории классификации // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2016. Т. 82. № 5. С. 63–69.

9 Подвальный С.Л., Плотников А.В., Белянин А.М. Сравнение алгоритмов кластерного анализа на случайном наборе данных // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. Т. 8. № 5. С. 4–6.

10 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.

11 Shakoor S. et al. Diagnostic methods to determine microbiology of postpartum endometritis in South Asia: laboratory methods protocol used in the Postpartum Sepsis Study: a prospective cohort study // Reproductive health. 2016. V. 13. № 1. P. 15.

12 Axelsson D., Brynhildsen J., Blomberg M. Postpartum infection in relation to maternal characteristics, obstetric interventions and complications // Journal of perinatal medicine. 2017.

13 Brun J.L. et al. Updated French guidelines for diagnosis and management of pelvic inflammatory disease // International Journal of Gynecology & Obstetrics. 2016. V. 134. № 2. P. 121–125.

REFERENCES

1 Rzaev E.A., Rasulov S.R., Rzaev A.G. Development of mathematical models for assessing the functional state of the cardiovascular system. *Kazanskii meditsinskii zhurnal* [Kazan medical journal] 2015. vol. 96. no. 4. pp. 681–685. (in Russian)

2 Eskov V.M., Filatova O.E. Another world, another science, other models in the description of the complexity. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies] 2014. vol. 20. no. 1. pp. 138–141. doi: 10.12737/ 3328. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Балашова к.т.н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, helbal@yandex.ru

Валерия В. Битюкова д.м.н., профессор, акушерство и гинекология ИДПО, Воронежский государственный медицинский институт им. Бурденко, пер. Здоровья, 2, г. Воронеж, 394024, Россия, acusher.idpo@vsmaburdenko.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 01.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.12.2017

3 Glazkov V.V. Implementation of the Recognizer ground and air targets by acoustic signal. *Nauka I mir* [Science and World] 2017. vol. 1. no. 1. pp. 35–39. (in Russian)

4 Balykina Yu.E., Kolpak E.P. Mathematical models of the functioning of the thyroid follicle. *Vestnik SPbSU* [Proceedings of Saint Petersburg University. Series 10. Applied mathematics. Informatics. The management processes] 2013. no. 3. pp. 20–31. (in Russian)

5 Verbitskaya M.S. Peculiarities of diagnosis and prediction of postpartum endometritis. *Meditsinskii zhurnal* [Medical journal] 2011. no. 3. pp. 22–29. (in Russian)

6 Zhukova I.V., Kolpak E.P. Mathematical models of malignant tumors *Vestnik SPbSU* [Proceedings of Saint Petersburg University. Series 10. Applied mathematics. Informatics. The management processes] 2014. no. 3. (in Russian)

7 Lutsenko V.D. et al. Differentiation OST-cerned tonsillitis in children on the basis of mathematical models. *Nauchnye vedomosti BGU* [Scientific statements of Belgorod state University. Series: Medicine. Pharmacy] 2013. vol. 22. no. 11 (154). (in Russian)

8 Orlov A.I. Three main results of the mathematical theory of classification. *Zavodskaya laboratoriya* [Plant laboratory. Diagnostics of materials] 2016. vol. 82. no. 5. pp. 63–69. (in Russian)

9 Podvalny S.L., Plotnikov A.V., Belyanin A.M. Comparison of cluster analysis algorithms on a random dataset. *Vestnik VGTU* [Proceedings of Voronezh state technical University] 2012. vol. 8. no. 5. pp. 4–6. (in Russian)

10 Balashova E.A., Bityukova V.V., Kotov G.I., Budanov A.V. Mathematical simulation of the decision-making process on the state of stochastic systems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2016. no. 2. pp. 118–124. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-118-124 (in Russian)

11 Shakoor S. et al. Diagnostic methods to determine microbiology of postpartum endometritis in South Asia: laboratory methods protocol used in the Postpartum Sepsis Study: a prospective cohort study. *Reproductive health*. 2016. vol. 13. no. 1. pp. 15.

12 Axelsson D., Brynhildsen J., Blomberg M. Postpartum infection in relation to maternal characteristics, obstetric interventions and complications. *Journal of perinatal medicine*. 2017.

13 Brun J.L. et al. Updated French guidelines for diagnosis and management of pelvic inflammatory disease. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*. 2016. vol. 134. no. 2. pp. 121–125.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Balashova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, department of information and control systems, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, helbal@yandex.ru

Valeriya V. Bityukova Dr. Sci. (Med.), professor, obstetrics and gynecology IAPE, Voronezh state medical institute named after Burdenko, Zdoroviya lane, 2, Voronezh, 394024, Russia, acusher.idpo@vsmaburdenko.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.1.2017

ACCEPTED 12.21.2017

Информационно-семантические аспекты сайта образовательной организации

Алексей П. Попов	¹	aleksej_p_91@mail.ru
Виталий К. Битюков	¹	prezident@vsuet.ru
Игорь С. Кутявин	¹	kutjv2004@mail.ru
Сергей С. Рылев	¹	rozopt@mail.ru
Ольга А. Гордиенко	¹	

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

Реферат. Всемирная система компьютерных сетей Internet глобально меняет коммуникации в информационном обществе. Практически каждая образовательная организация в настоящее время имеет официальный сайт в Internet. За последние годы стала бурно развиваться отрасль сайтостроения. Однако следует отметить, что разработка сайтов во многих случаях базируется на личных представлениях, эмоциях заказчика и разработчика. Использование данного подхода оправдывает себя при создании простых сайтов. В связи с этим при разработке сайта образовательной организации (ОО) необходимо использовать основные положения и понятия теории информационных семантических систем. В статье представлены основные положения и понятия информационных семантических систем. На базе этого образовательная организация рассмотрена как информационная семантическая система, а её официальный web-ресурс представлен в виде сложной многоуровневой информационной системы, которая состоит из множеств информационных объектов и семантических цепочек. Представлена целевая среда информационных объектов образовательной организации в виде основных укрупненных групп. Выполнен анализ целевой семантической информации по группам пользователей. Перечислены основные однородные и комплексные формы семантической информации и предложено понятие семантической цепочки. Приведен пример технологического процесса информирования абитуриента на сайте ОО. Приведена временная диаграмма посещений сайта по основным подгруппам пользователей, с помощью которой обоснованы основные принципы разработки меню и навигации сайта для наиболее часто посещающих web-ресурс пользователей. Определены направления развития сайта образовательной организации как части её электронной информационной образовательной среды.

Ключевые слова: образовательная организация, информационные семантические системы, сайт образовательной организации, семантический объект, семантическая информация, технологический процесс информирования

Information-semantic aspects of the educational organization official website

Aleksei P. Popov	¹	aleksej_p_91@mail.ru
Vitalii K. Bityukov	¹	prezident@vsuet.ru
Igor' S. Kutyavin	¹	kutjv2004@mail.ru
Sergei S. Rylev	¹	rozopt@mail.ru
Olga A. Gordienko	¹	

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

Summary. The world of Internet globally is changing communication in the information environment of companies. Nearly every educational organization currently has a formal the Internet site. In recent years began to develop industry site building. However, it should be noted that the development of sites, in many cases, bases on personal views and emotions of the customer and the developer. The use of this approach works well when creating simple sites. In this connection it is necessary to use when you design educational organization (EO) site fundamentals and concepts of the theory of semantic information systems. In this article presents the main provisions and concepts of the semantic information systems. On the basis of that educational organization is considered as a semantic information system and its official web-resource is presented in the form of a complex multi-level information system, which consists of information objects sets and semantic chains. The target environment of educational organization information objects in the form of the main enlarged groups. The analysis of the semantic target information at groups of users. The main homogeneous and complex forms of semantic information are listed and proposed concept of semantic chains. Following is an example of the process of informing the applicant on the website EO. The time diagram of site visits by main users subgroups is given, by means of which substantiated the basic principles of development of the menu and site navigation. It identifies directions of development of educational organization as part of the electronic information educational environment.

Keywords: educational organization, semantic information system, educational organization website, a semantic object, semantic information, technological process of informing

Для цитирования

Попов А.П., Битюков В.К., Кутявин И.С., Рылев С.С., Гордиенко О.А. Информационно-семантические аспекты сайта образовательной организации // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 82–89. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-82-89

For citation

Popov A.P., Bitukov V.K., Kutyavin I.S., Rylev S.S., Gordienko O.A. Information-semantic aspects of the educational organization official website. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 82–89. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-82-89

Введение и постановка задачи

Технологическое совершенствование информационных процессов в образовательной среде на базе Internet привело к пересмотру некоторых концепций, как в учебной, так и в организационной деятельности образовательных организаций (ОО). Стало очевидным, что использование Internet способствует повышению качества и доступности образования, а также конкурентоспособности ОО. Представительство ВУЗа в Internet стало обязательным для всех ОО Российской Федерации [1, 2] и регламентируется Министерством образования, а также органами государственного надзора (Рособразование, Роскомнадзор и др.). Основной целью Internet на всем протяжении его развития было предоставление пользователям необходимой целевой информации, т. е. информирование. В настоящее время объем информации в Internet стал значительным и не существует такой области информации, которая не нашла бы в нем отражение. Значительно увеличилась пользовательская аудитория Internet и разнообразие ее потребностей. Эти обстоятельства требуют более компактного, упорядоченного и научно обоснованного подхода к представлению информации пользователям, а следовательно и к разработке официальных сайтов ОО. Наряду с этим, соответственно, повышаются требования к эффективности информирования пользователей.

Одним из путей повышения эффективности информирования пользователей на сайтах является применение при разработке web-ресурсов положений информационно-семантических систем (ISS) [3], согласно которым в процессе информирования большую роль имеет семантика (смысловое содержание информации) и проектирование структуры сайта, передающей пользователю смысловое содержание размещенной информации по ключевым словам запроса. Рассмотрение системы ВУЗа с позиции ISS позволит упорядочить структуру официального сайта, обосновать содержательность контента (информационное наполнение) страниц, разработать удобную, легко осваиваемую и интуитивно понятную навигацию по сайту, что является наиболее важным для привлечения пользовательской аудитории к сайту и обеспечения позитивного отношения к ВУЗу.

Результаты и обсуждение

Отметим несколько основных понятий-информационно-семантических систем [3]:

1. Любая ISS имеет цель. Не существует ISS без цели.

2. Любая ISS должна соответствовать общей схеме (рисунок 1):



Рисунок 1. Общая схема ISS: I – источник информации, P – приёмник информации (аудитория сайта, посетители)

Figure 1. The General scheme of the ISS: I is the information source, P is the receiver of information (readers, visitors)

3. Обмен информацией между источником и приёмником осуществляется посредством однородных и комплексных форм отображения информации.

4. Однородные формы семантической информации включают: текстовая (Т), аудиальная (А), визуальная (V), графическая (G).

5. Комплексные формы семантической информации включают:

– бинарные формы: (ТА), (ТВ), (ТG), (АV)...;

– тернарные формы: (ТАV), (ТВG), (АVG)... и др.

6. Восприятие информации приёмником определяется тезаурусами [4] источника и приёмника и графически отображаются с помощью диаграмм Эйлера-Вена (рисунок 2) [5]:

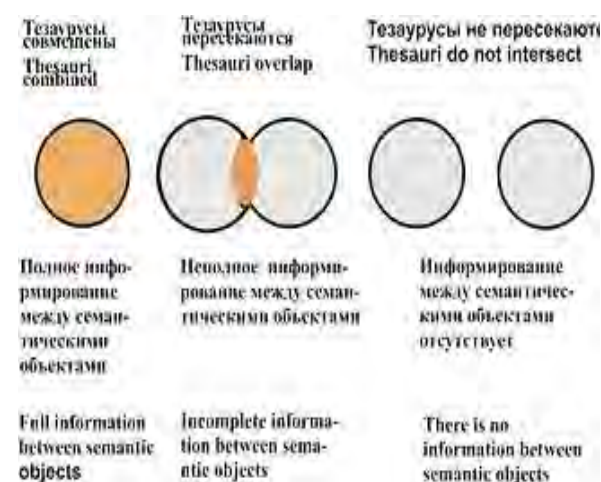


Рисунок 2. Диаграммы Эйлера-Вена – информирование между семантическими объектами

Figure 2. Graphs Euler-Vienna – informing between semantic objects

Если тезаурусы пересекаются полностью, что на практике происходит очень редко, то информирование приёмника источником происходит в полном объеме. Приёмник полностью воспринимает информацию и получает позитивную мотивацию к принятию решений, которые хочет получить от него источник.

Если тезаурусы пересекаются частично, то информирования приёмника источником происходит частично.

Если тезаурусы не пересекаются, то информирование приёмника источником не происходит. Приёмник ничего не понимает.

7. Ю являются: человек, книга, фильм, картина, знаки, символы, звуки, дисплей (информация, представленная на экране) и др.

8. Ю, выступающий в качестве представителя некоторого другого объекта, свойства или отношения и используемый для хранения, переработки и передачи сообщения (семантической информации) является посредником в ISS.

9. Эффективность информационного процесса в ISS в большей степени зависит от формы представления информации. Очевидно, что большей эффективностью характеризуются комплексные формы представления семантической информации.

10. На практике информирование приёмника источником осуществляется, как правило, через посредника. В ISS источник, посредник и приёмник являются информационными объектами (Ю).

Диаграммы Эйлера-Вена (рисунок 3) с посредником выглядят следующим образом:

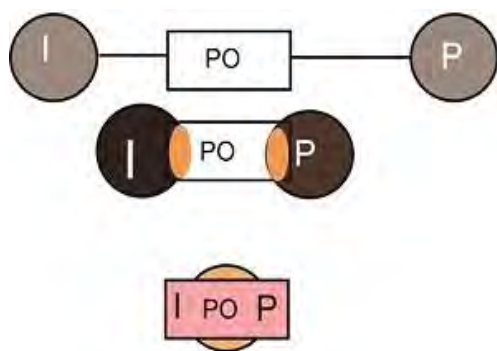


Рисунок 3. Диаграммы Эйлера-Вена – информирование между семантическими объектами: I – источник информации, PO – посредник, P – приёмник информации

Figure 3. Graphs Euler-Vienna – informing between semantic objects: I – source of the information PO – mediator, P – receiver information

11. Реальная ISS состоит из множества информационных объектов (источников, посредников и приемников) и относится к классу сложных систем.

12. Любая сложная ISS характеризуется неупорядоченностью информационных процессов (высокая энтропия).

13. Снижение уровня энтропии сложной ISS достигают с помощью организации информационных процессов и, самое важное, формой и способом выделения смысловой содержательности информации. При этом на информацию в ISS накладываются ограничения, позволяющие выделить главные аспекты информации, позволяющие приёмнику принимать позитивные решения.

14. Восприятие семантической информации пользователем зависит от формы ее представления.

15. Понимание семантической информации пользователем зависит от пересечения тезаурусов.

16. Любой Ю может быть в ISS одновременно источником, приёмником и посредником.

Образовательная организация является сложным организационным и функциональным объектом с многоуровневой структурой и разветвленной адаптивной структурой управления. Следовательно, официальный web-ресурс любого ОО относится к классу сложных многоуровневых информационно-семантических систем, состоящих из множеств информационных объектов [3]. Информационными объектами (источниками, приёмниками, посредниками) в ISS ОО в зависимости от отношений являются: вышестоящие органы управления образованием, административно-хозяйственный персонал ОО, профессорско-преподавательский состав, школьники, абитуриенты, родители, студенты, аспиранты, выпускники ОО, работодатели, общественные организации, средства массовой информации, партнеры, министерства и надзорные органы власти.

Целевая среда информационных объектов (Ю) любой ОО состоит из основных укрупненных групп Ю:

– управления образованием (подгруппы: вышестоящие органы управления образованием, административно-хозяйственный персонал ОО).

– приемной комиссии (подгруппы: школьники, абитуриенты, родители, сотрудники приемной комиссии).

— учебного процесса (подгруппы: преподаватели, студенты, дипломники, родители, надзорные органы).

— трудоустройства (подгруппы: выпускники, работодатели).

— научной деятельности (подгруппы: аспиранты, диссертационные советы, высшая аттестационная комиссия, научные работники).

Независимо от формы представления семантической информации (SI), можно утверждать, что каждая группа и подгруппа IO характеризуется целью и потребностью определенной SI. При этом каждая подгруппа использует источники информации, которые содержат эту информацию. Ограничимся представлением IO по двум подгруппам: школьники и абитуриенты (таблица 1).

Таблица 1.

Цели и потребности школьников и абитуриентов в источниках информации на web-ресурсе ОО

Table 1.

Goals and needs of pupils and students sources of information on the web-site ОО

Группа IO (Group IO)	Подгруппа пользователей (целевой аудитории) (Subgroup of users (the target audience))	Цель (Goal)	Источник информации (Source of information)	Решение (The decision)
II	II.3. Школьники (II.3. Students)	Выбор ОО, факультета, специальности, информация о специальности и днях открытых дверей, условиях поступления, сроках приемной комиссии (Choice of EO, choice of departments, information about the specialty and open day, conditions of admission, dates of admissions)	Раздел школьник у официального сайта ОО (The students section of the official website EO)	Выбор ОО, факультета и специальности, либо отказ от поступления в ОО (Choice of EO, choice of department and specialty or refusal of admission to EO)
	II.4. Абитуриенты (II.4. Applicants)	Экзамены, расписание, проходной бал, результаты вступительных испытаний, конкурсные списки поступающих (Exams, timetable, pass the ball, the results of the tests, competitive lists of entrants)	Раздел абитуриент у официального сайта ОО (The abiturient section of the official website EO)	Зачисление или не зачисление в ОО (Enrollment or not enrollment in EO)

Анализ информационной среды ОО показывает огромный объем информации и большое количество информационных объектов с различной формой представления SI. В информационной среде ОО имеют место сотни семантических цепочек, в которых происходят процессы передачи, восприятия, понимания SI и принятия соответствующего решения (R). При попытках разместить на сайте и на его главной странице в частности максимально возможное количество информации в первичной форме от источника информации, происходит переполнение сайта шумовыми помехами. Страницы сайта становятся нечитабельными и эффективность процессов восприятия и понимания целевого смысла информации резко падает. В связи с этим возникает задача сжатия и более эффективного структурирования информации. Но при этом смысл

представляемой информации не должен изменяться и искажаться.

Таким образом, речь идет о преобразовании семантической информации из одной формы представления в другую и разработке (проектировании) структуры меню главной (стартовой) страницы сайта с удобной (прозрачной) логистической навигацией по сайту. В настоящее время отсутствуют формализованные методы преобразования семантической информации из одной формы представления в другую [3]. Например, невозможно формально описать преобразование литературного произведения в текстовой форме представления (T) в аудиовизуальную форму (AV) (художественный фильм) с сохранением смысла. Это преобразование является прерогативой человека. В представленном примере данную работу выполняет сценарист. Однако некоторые

положения и понятия ISS должны иметь место при разработке сайта ОО. Сайт должен обеспечивать пользователей семантической информацией, необходимой им для достижения целей и принятия позитивных решений вне зависимости от формы представления. Каждая семантическая цепочка в информационной среде ОО формируется в результате типичного технологического процесса, состоящего из пяти этапов. В качестве примера рассмотрим технологию семантической цепочки при информировании родителей, абитуриентов и школьников (рисунок 4):

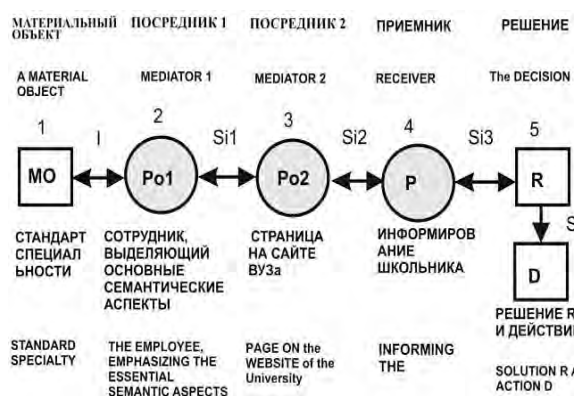


Рисунок 4. Технологический процесс информирования школьника на сайте ОО: MO – материальный объект, PO1 – посредник 1, PO2 – посредник 2, P – приемник, R – решение, D – действие

Figure 4. The process of informing the student on the website EO: MO is a material object, PO1 proxy 1, PO2 – mediator 2, P – Receiver, R – solution, D – action

Предположим, что необходимо довести до конкретных пользователей информацию о какой-либо образовательной программе ОО. Очевидно, что представление на сайте двадцати страничного текстового документа стандарта неприемлемо по двум причинам. Во-первых, тезаурус родителей и школьников не соответствует тезаурусу официального государственного документа, понятному только соответствующим специалистам от образования. Во-вторых, для данных пользователей такая страница создает фоновый информационный шум в виде ненужной им информации. Предположим также, что сотрудник, осуществляющий разработку контента страницы, имеет представление о тезаурусе школьника и из документа выделяет основные семантические аспекты документа SI1. Следует отметить, что представленный технологический процесс информирования существовал и до интернет-эпохи. Только вместо страниц сайтов пользователь изучал рекламные плакаты в ОО и статьи в СМИ.

Следующим этапом эффективного информирования является выбор и разработка формы представления семантической информации на сайте. Исследования показывают, что наиболее высокий уровень эффективности восприятия и понимания семантической информации обеспечивается с использованием комплексных форм представления информации (TA), (TV), (TG), (AV), т. е., SI1 преобразуется в SI2. Если SI2 воспринята пользователем позитивно, то имеют место этапы Ri D, где также имеет место обработка семантической информации SI3 и SI4. Подобные исследования при разработке сайта необходимо проводить по каждой семантической цепочке.

Накопленный за десятилетия опыт разработки сайтов позволяет сформулировать два важных принципа:

1. Принцип целевой аудитории сайта.

При использовании данного принципа подразумевается первичность обеспечения информацией в меню и в навигации тех потребителей, которые наиболее часто посещают сайт. Временная диаграмма посещения сайта (таблица 2) по подгруппам пользователей подтверждает это требование. Уточнение данных и анализ данных, приведенных в таблице 2 позволит обосновать и другие пункты главного меню.

2. Принцип максимального использования комплексных форм представления семантической информации.

Очевидность его применения не требует обоснования.

Выводы и рекомендации

Развитие средств программного обеспечения прошло несколько этапов: языки высокого уровня, проблемно-ориентированные языки, объектно-ориентированные языки, языки web-программирования и др. В настоящий период развивается направление семантико-ориентированных систем, где речь идет об интеллектуальных лингвистических роботах и лингвистических процессорах [7, 8, 10–12]. Базовая основа данных систем заключается в семантической обработке документов, представленных на естественном языке, которая должна учитывать интересы конечного пользователя. Сайт ОО является непрерывно развивающейся семантической системой. Связано это как бурным развитием средств разработки сайтов, технических и программных средств обеспечения ресурсов Internet, с изменениями информационной инфраструктуры ОО, с изменением объема тезаурусов Ю, с изменением требований со стороны министерства и надзорных органов, так и с использованием семантической обработки информации.

Таблица 2

Table 2

Временная диаграмма посещений сайта по подгруппам пользователей

Timing of visits to the site by user subgroups

Подгруппы пользователей (A subset of users)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Примечание (Note)
	Месяц (Months)												
Вышестоящие органы, надзорные органы (Parent organiz, supervisors)													Периодически в течении года/Мониторинг (Periodically during the year/Monitoring)
Администрация ОО (Administration of OO)													В течение года/ Наполнение и корректировка контента (During a year, filling and updating of content)
Преподаватели (Teachers)													В течение года/ Наполнение и корректировка контента (During a year, filling and updating of content)
Родители школьников и абитуриентов (Parents of students, applicants, enrolled)													Периодически в течении года, постоянно на протяжении приемной компании/ Выбор ОО, выбор специальности, информация о проведении дней открытых дверей и о вступительных испытаниях, результаты вступительных испытаний, конкурсных списки поступающих (Periodically during the year, permanently during the reception company /Choice of EO, choice of specialty, information about holding open days and aboutentrance tests, results of entrance tests, competitive lists of applicants)
Школьники (Students)													Периодически в течении года/ Выбор ОО, выбор специальности, информация про- ведении дней открытых дверей и о вступительных испытаниях (Periodically during the year / Choice of EO, choice of specialty, information about hold- ing open days and aboutentrance tests)
Абитуриенты (Applicants)													Постоянно на протяжении приемной компании/ Результаты вступительных испыта- ний, конкурсные списки поступающих и информация о зачислении (Continuously during the reception company /Results of entrance examinations, competi- tive lists of applicants and information about enrollment)
Студенты (Students)													Постоянно в течение года / Электронная образовательная среда, результаты обучения Continuously during theyear /Electronic educational environment, learning outcomes
Выпускники (Graduates)													Эпизодически/ Информация отрудоустройстве (Episodically /information on employment)
Работодатели (Employers)													Эпизодически, периодически во время защиты выпускных квалификационных работ/ Результаты обучения студентов, информация о трудоустройстве (Episodically, periodically during thedefense of the diploma work / Student learning out- comes, information on employment)

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что для функционирования, повышения спроса на оказываемые образовательные услуги и соответствия всем предъявляемым требованиям, развитие официального сайта ОО должно осуществляться следующим образом:

1. Применение положений ISS при разработке структуры и наполнения контента сайта.

2. Преимущественное использование режимов on-line. Пользователь должен иметь возможность не только получать с сайта необходимую информацию визуально, но и распечатать ее твердую копию, вносить новую информацию, вести диалог с другими пользователями и т. д.

3. Максимальное использование комплексных форм семантической информации

(видеоконференции, видеорепортажи, видео лекции, учебные фильмы т. д.).

4. Для каждого структурного подразделения ОО должна быть создана web-страница или сайт [4–6].

5. Подключение локальных информационных сайтов на главный сайт ОО посредством ссылок (факультет, кафедра, преподаватель, рейтинг студентов, групп, преподавателей, факультета, кафедры, планирование и отчетность по учебному процессу и др.).

6. Применение положений ISS для повышения простоты навигации по сайту ОО и одновременном снижении количества кликов манипулятором и вероятности перехода на интересующую пользователя страницу.

ЛИТЕРАТУРА

1 Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» // Российская газета, Федеральный выпуск. 2012. № 5976.

2 Постановление Правительства Российской Федерации от 10 июля 2013 г. № 582 "Об утверждении правил размещения на официальном сайте образовательной Организации в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и обновления информации об образовательной организации", 2013.

3 Соломатин Н.М. Информационные семантические системы. М.: Высшая школа, 1989. 127 с.

4 Куликов И.А. Разработка проекта современного сайта факультета ВУЗа // Гуманитарная информатика. 2015. № 9. С. 149–157.

5 Веряева Ю.А., Максимов А.В., Рязанов М.А. Разработка информационной структуры веб-сайта кафедры вуза // Известия Алтайского государственного университета. 2011. № 1. С. 64–70.

6 Кручинина Г.А., Каянина Т.И., Степанова С.Ю. Сайт и блог преподавателя ВУЗа как элементы сетевых коммуникаций: содержание и принципы функционирования // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 1. С. 124–128.

7 Кузнецов И.П. Организация семантико-ориентированных систем поиска и обработки информации // Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук: Системы и средства информатики. 2006. № 3(16). С. 381–405.

8 Бэлэни Н. Будущее Web за семантикой. IBM. Электрон. дан., 2007. URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/wasemweb/index.html>.

9 Кузнецов И.П., Мацкевич А.Г. Семантико-ориентированные системы на основе баз знаний. М.: МТУСИ, 2007. 173 с.

10 Smith M. et al. Effectiveness of a multifaceted community-based promotion strategy on use of GetHealthyHarlem.org, a local community health education website // Health promotion practice. 2015. V. 16. № 4. P. 480–491.

11 Kantorowitz E. Semantic User Interface Controls // Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2017. 2017. P. 61–62.

12 Sharma S., Rana V. Web Personalization through Semantic Annotation System // Advances in Computational Sciences and Technology. 2017. V. 10. № 6. P. 1683–1690.

REFERENCES

1 Federal Law of the Russian Federation of December 29, 2012 No. 273-FL «On Education in the Russian Federation». *Rossiiskaya gazeta* [Russian newspaper, Federal issue] 2012, no. 5976. (in Russian)

2 Postanovlenie pravitel'stva RF №582 "Ob utverzhdenii pravil razmeshcheniya na ofitsial'nom saite" [Russian Federation Government Resolution dated July 10, 2013 No. 582 «On approval of the rules for posting on the educational organization official website in the information and telecommunication network "Internet" and updating information about the educational organization»] 2013. (in Russian)

3 Solomatin N.M. Informatsionnye semanticheskie sistemy [Information semantic systems] Moscow, Vysshaya shkola, 1989. 127 p. (in Russian)

4 Kulikov I.A. The project development of the university faculty modern site. *Gumanitarnaya informatika* [Humanitarian Informatics] 2015. no. 9. pp. 149–157. (in Russian)

5 Veraeva Yu.A., Maksimov A.V., Ryazanov M.A. Information structure development of the university department web-site. *Izvestiya AltGU* [News of the Altai State University] 2011. no. 1. pp. 64–70. (in Russian)

6 Kruchinina G.A., Kanyanina T.I., Stepanova S.Yu. The university teacher web-site and blog as elements of network communications: content and operation principles. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high technology] 2016. no. 1. pp. 124–128. (in Russian)

7 Kuznetsov I.P. Semantic-oriented systems organization of information search and processing. *FITs "Informatika i upravlenie"* [Federal Research Center "Informatics and Management" of the Russian Sciences Academy: Systems and means of informatics] 2006. no. 3 (16). pp. 381–405. (in Russian)

8 Balani N. Budushchee Web za semantikoi [The future of the Web for semantics [Electronic resource]. 2007. Available at: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/wasemweb/index.html>. (in Russian)

9 Kuznetsov I.P., Matskevich A.G. Semantiko-orientirovannye sistemy [Semantic-oriented systems on the basis of knowledge database] Moscow: MTUCI, 2007. 173 pp. (in Russian)

10 Smith M. et al. Effectiveness of a multifaceted community-based promotion strategy on use of GetHealthyHarlem. org, a local community health education website. Health promotion practice. 2015. vol. 16. no. 4. pp. 480-491.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей П. Попов к.т.н., начальник Управления информационных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aleksej_p_91@mail.ru

Виталий К. Битюков д.т.н., профессор, президент ФГБОУ ВО ВГУИТ, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, prezident@vsuet.ru

Игорь С. Кутявин ведущий программист, отдел Управления информационных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kutjv2004@mail.ru

Сергей С. Рылев к.т.н., начальник отдела Управления информационных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rozopt@mail.ru

Ольга А. Гордиенко ведущий программист отдела Управления информационных технологий, 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 27.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.12.2017

11 Kantorowitz E. Semantic User Interface Controls. Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2017. 2017. pp. 61-62.

12 Sharma S., Rana V. Web Personalization through Semantic Annotation System. Advances in Computational Sciences and Technology. 2017. vol. 10. no. 6. pp. 1683-1690.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksei P. Popov Cand. Sci. (Engin.), head of information technology management, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, aleksej_p_91@mail.ru

Vitalii K. Bitjukov Dr. Sci. (Engin.), professor, president of VSUET, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, prezident@vsuet.ru

Igor' S. Kutyavin lead programmer, information technology management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kutjv2004@mail.ru

Sergei S. Rylev Cand. Sci. (Engin.), head of information technology management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rozopt@mail.ru

Olga A. Gordienko lead programmer, information technology management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.27.2017

ACCEPTED 12.4.2017

Экспериментальный метод определения вероятностно-временных характеристик систем защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных информационных системах

Алексей В. Скрыпников	¹	skrypnikovsafe@mail.ru
Антон Д. Попов	²	anton.holmes@mail.ru
Евгений А. Рогозин	²	evgenirogozin@yandex.ru
Виктор А. Хвостов	¹	hvahval@mail.ru

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

² Воронежский институт МВД России, пр. Патриотов, 53, г. Воронеж, 394065, Россия

Реферат. Статья посвящена методу экспериментальной оценке параметров функционирования типовых систем защиты информации от несанкционированного доступа, сертифицированных, широко используемых в организациях, эксплуатирующих автоматизированные информационные системы. В ходе эксперимента оценивались статистические данные в динамике функционирования систем защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных информационных системах. Регистрация параметров времени выполнения защитных функций защиты осуществлялась при помощи специальной утилиты "ProcessMonitor" из состава комплекта утилит компании "Sysinternals", используемой для фильтрации процессов и потоков. Загрузка процессора и оперативной памяти ЭВМ с использованием специального программного обеспечения, специально разработанного для выполнения экспериментальных исследований, имитирует работу СЗИ в условиях реальной работы по прямому назначению. Специальное программное обеспечение имитации работы системы с высокой нагрузкой разработано в "VisualStudio 2015" в рамках "ConsoleApplication". При этом обеспечивается загрузка процессора на уровне порядка 50-70 % и оперативной памяти 60-80%. Полученные значения времени реализации защитных функций в условиях высокой загрузки ресурсов средства вычислительной техники по прямому назначению позволят оценить конфликтные и динамические свойства СЗИ. В дальнейшем полученные экспериментальные оценки могут быть использованы при разработке модели защиты информации в автоматизированных информационных системах, а также при формировании требований к качеству (ресурсоемкости, времени реакции на запрос пользователя, коэффициенту готовности и т.п.). Также результаты вычислительного эксперимента в дальнейшем могут быть использованы для разработки программного комплекса оценки динамического показателя эффективности систем защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных информационных системах.

Ключевые слова: защита информации, автоматизированная система, система защиты информации, несанкционированный доступ, информационная безопасность, органы внутренних дел

Computational experiment for the purpose of determining the probabilistic and temporal characteristics of information security systems against unauthorized access in automated information systems

Aleksei V. Skrypnikov	¹	skrypnikovsafe@mail.ru
Anton D. Popov	²	anton.holmes@mail.ru
Evgenii A. Rogozin	²	evgenirogozin@yandex.ru
Victor A. Khvostov	¹	hvahval@mail.ru

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

² Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of Russia, Patriotov av., 53 Voronezh, 394065, Russia

Summary. The article is devoted to the method of experimental estimation of parameters of functioning of standard information protection systems from unauthorized access, certified, widely used in organizations operating automated information systems. In the course of the experiment, statistical data were evaluated in the dynamics of the functioning of information security systems against unauthorized access in automated information systems. Registration of the parameters for the execution time of protective protection functions was carried out using a special utility called ProcessMonitor from the Sysinternals suite of utilities used to filter processes and threads. The loading of the processor and main memory of the computer with the use of special software, specially designed for performing experimental research, simulates the operation of GIS in real-world work for its intended purpose. A special software for simulating the work of a system with high load is developed in "VisualStudio 2015" within the framework of "ConsoleApplication". At the same time, the processor is loaded at a level of 50-70% and 60-80% of the operative memory. The obtained values of the time of implementation of protective functions in conditions of high utilization of resources of computer facilities for their intended purpose will allow us to assess the conflict and dynamic properties of the GIS. In the future, the obtained experimental estimates can be used to develop a model of information security in automated information systems, as well as in the formation of quality requirements (resource intensity, response time to the user's request, availability, etc.). Also, the results of the computational experiment in the future can be used to develop a software package for assessing the dynamic performance of information security systems against unauthorized access in automated information systems.

Keywords: information security; automated system; information security system; system effectiveness; unauthorized access; information security; internal affairs agencies

Для цитирования

Скрыпников А.В., Попов А.Д., Рогозин Е.А., Хвостов В.А. Экспериментальный метод определения вероятностно-временных характеристик систем защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных информационных системах // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 90–96. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-90-96

For citation

Skrypnikov A.V., Popov A.D., Rogozin E.A., Khvostov V.A. Computational experiment for the purpose of determining the probabilistic and temporal characteristics of information security systems against unauthorized access in automated information systems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 90–96. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-90-96

Введение

В настоящее время требования к системам защиты информации (СЗИ) от несанкционированного доступа (НСД) в автоматизированных информационных системах (АИС) осуществляются на основе нормативной документации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России) [1], а также нормативных документов [2]. Общим недостатком существующих нормативных документов является то, что требования к СЗИ от НСД формируются в виде функционала, основанного на определенном классе защищенности АИС, не учитывающего свойств СЗИ от НСД связанных с повышенной ресурсоемкостью. При этом ресурсоемкость системы защиты влечет за собой увеличение времени отклика АИС на пользовательские запросы. В целом это приводит к затруднению функционирования АИС по своему прямому назначению [2–4]. В связи с этим необходим учет реальных динамических свойств процессов защиты информации, позволяющий найти компромисс между эффективностью по прямому назначению и ее защищенностью. С этой целью для разработки программного комплекса оценки динамического показателя эффективности СЗИ от НСД в АИС необходимо экспериментально оценить вероятностно-временные характеристики (ВВХ).

Теоретический анализ

В качестве объекта исследования, при проведении вычислительного эксперимента выберем широко используемую, сертифицированную по 3 классу защищенности средств вычислительной техники и по 2 уровню контроля отсутствия недокументированных возможностей типовую СЗИ от НСД «Страж NT» [3].

Сложность структуры АИС, разнообразность и специфичность протекающих в ней информационных процессов приводит к необходимости исследования организации защиты информации при проектировании СЗИ от НСД с целью определения ее характеристик при разных условиях функционирования. Как сказано выше, ранее проведенные исследования [5] позволили разработать основные этапы и задачи проектирования СЗИ от НСД в АИС ОВД. В рамках данного алгоритма этап «Программно-техническая разработка, адаптация и тестирование СЗИ от НСД в АИС ОВД» подразумевает проведение вычислительного эксперимента для определения ее ВВХ.

Первоочередным при разработке СЗИ от НСД должны быть заложены и обоснованы на этапе «Формирование требований к СЗИ от НСД в АИС» [5] требования в части определения ВВХ. Данные требования относятся к функциональным

и позиционируются нормативными документами как одни из важнейших на стадии проектирования программных продуктов [8, 9]. Они в свою очередь описывают широкий спектр функциональных характеристик системы такие как: обработку данных, способы и методы проводимых вычислений и т. д. Одной из особенностей функциональных требований является, то что к поведению системы относится не только то, что система должна делать, но и то, что она не должна делать [9, 10]. Применительно к СЗИ от НСД это недопущение превышения интервала времени с момента обращения к защищаемой функции до окончания выполнения функции, относительно максимального времени выполнения функции, установленного в технической документации [7]. Данное требование исходит из доступности требуемых вычислительных ресурсов, таких как вычислительные возможности и объема памяти АИС.

Относительно АИС в защищенном исполнении функциональные требования определены в ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2013 как функциональные требования безопасности. Данный стандарт также включает в себя каталог функций, отвечающих общим требованиям к функциональным возможностям безопасности [11]. Функциональные требования безопасности объединены в классы, семейства и компоненты. Вероятностно-временные характеристики СЗИ от НСД в АИС ОВД можно отнести к классу «FRU: Использование ресурсов». Данный класс содержит 3 семейства:

- FRU_FLT Отказоустойчивость;
- FRU_PRS Приоритет обслуживания;
- FRU_RSA Распределение ресурсов.

Определение ВВХ СЗИ от НСД в АИС ОВД в частном случае можно отнести к семейству «FRU_RSA Распределение ресурсов», но с дополнением. Предложение заключается в том, чтобы при проектировании АИС в защищенном исполнении найти компромисс между ее функционированием по прямому назначению (обработка, хранение и передача информации) и ресурсов, отвлекаемых самой СЗИ от НСД.

Для проверки реализации всех предъявляемых требований к проектируемой АИС проводятся различные методы тестирования [8]. Перспективным считается метод «потоков динамических тестов в реальном времени». При попытке реализации такого метода относительно типовой СЗИ от НСД в АИС доступ к ряду функций был ограничен, потому что они выполняются на уровне ядра. А разработка программного обеспечения на низком уровне для получения ВВХ СЗИ от НСД, представляется значительным привлечением людских ресурсов. Поэтому с учетом данных особенностей разработаем проведения вычислительного эксперимента.

Вычислительный эксперимент

Вычислительный эксперимент направлен на ресурсы АИС (оперативную память и процессорное время) в результате воздействия на которые деструктивного воздействия получим ВВХ компонентов СЗИ от НСД. Получение ВВХ необходимо для дальнейшей разработки программного комплекса оценки динамического показателя эффективности СЗИ от НСД в АИС. Так как эксперимент направлен на ресурсы АИС для СЗИ от НСД, необязательным является рассмотрение других сценариев реализации эксперимента, потому что мы рассмотрим вариант загрузки ресурсов с учетом того, что СЗИ от НСД в АИС ОВД останется возможность реализовывать свои функции по прямому назначению, целью которого является получение ВВХ.

При НСД основным фактором реализации угроз является человеческий, а именно неграмотные действия пользователей (операторов). Довольно частыми являются случаи, когда носители информации используются не только при работе с СЗИ от НСД, но и на не аттестованных рабочих местах, что может привести к деструктивным воздействиям со стороны злоумышленника. Этому подтверждение исследования российских ученых и статистические данные ведущих антивирусных компаний. В работе [12] проведены исследования комплексной оценки угроз, в которой рассмотрены следующие факторы: ошибки пользователя, программные ошибки, отказ в обслуживании, перегрузка трафика, люки, логические бомбы, троянские кони, аппаратные сбои, аппаратные ошибки, ошибки передачи данных полученные результаты показали, что около 60–70% всех потерь информации исходят из некорректных действий пользователей (операторов). Согласно статистической информации только в результате ошибок пользователей и обслуживающего персонала происходит до 65% случаев нарушения информационной безопасности [13]. Это обосновывается тем предполагаемому нарушителю физический доступ к реальной АИС ограничен, а каналы связи имеют место быть, когда необходимо реализовать связь между операторами, но в основном такого рода АИС автономны. Из вышесказанного определимся, что сценарий вычислительного эксперимента будет основываться на пользовательских ошибках, и его реализация основана на одной из них.

На рисунке 1 представлена структурная схема (сценарий) вычислительного эксперимента для определения времени работы компонентов СЗИ от НСД в АИС.

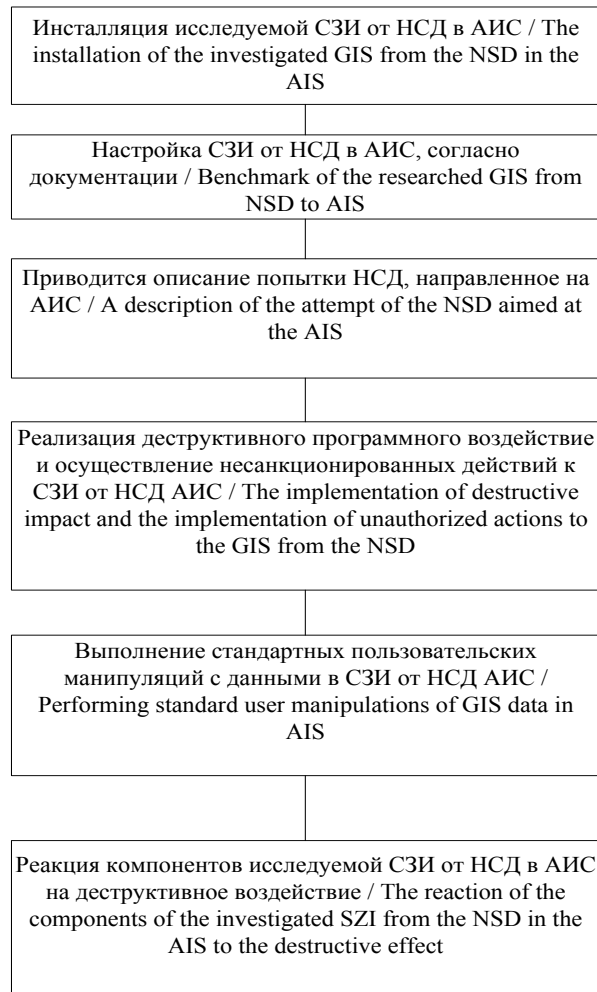


Рисунок 1. Алгоритм проведения вычислительного эксперимента над СЗИ от НСД в АИС

Figure 1. Algorithm for carrying out a computational experiment on the system for protecting information from unauthorized access in automated information systems

1. Инсталляция СЗИ от НСД «Страж NT» основывалась на рекомендациях разработчика. При этом была развернута полная версия СЗИ от НСД на автоматизированном рабочем месте с следующими характеристиками: процессор Pentium(R) Dual-Core с таковой частотой 2.6 GHz, оперативная память 2 Гб, 32 разрядная операционная система. Совместно с СЗИ от НСД было установлено прикладное программное обеспечение в виде пакета «Office» и антивируса «Kaspersky».

2. В рамках вычислительного эксперимента произведена настройка СЗИ от НСД согласно документации [3]. Если рассматривать СЗИ от НСД различных типов, то их этапы настройки принципиально не отличаются.

3. Принцип деструктивного воздействия заключается в следующем. Пользователь, пренебрегает своими должностными обязанностями и использует зарегистрированный в СЗИ от НСД флэш-накопитель не по назначению, а именно с другими устройствами. Подобная ситуация даёт

возможность злоумышленникам, используя вредоносное программное обеспечение, осуществить несанкционированное проникновение сначала на флэш-накопитель в виде скрытых файлов «autorun.inf» и «nagruz.exe», а в последующем и в АИС.

Пользователь начинает работать с файлами на флэш-накопителе, подключая его к защищенной АИС тем самым активируя вредоносную программу. Разработанный нарушителем код копируется на жесткий диск компьютера и запускается, попадая в автозагрузку, а при последующей перезагрузке начинает свое воздействие на ресурсы АИС. Снижение объема ресурсов АИС позволит определить ВВХ СЗИ от НСД при деструктивном воздействии, визуально определить, как работает АИС и СЗИ от НСД по прямому предназначению при подобных экстренных ситуациях.

4. На данном этапе реализуем практическую составляющую деструктивного воздействия на АИС, посредством специально разработанного вредоносного программного обеспечения рисунках 2 из3, которое разработано в «Visual Studio 2015» в рамках «Console Application».

Разработанное вредоносное программное обеспечение работает на АИС с различной мощностью процессора и объемом оперативной памяти, подсчитывает свободное количество ресурсов и исходя из этого определяет степень воздействия. Также реализована многопоточность, для каждого ядра создается отдельный поток, бесконечно перемножающий матрицы, использование оперативной памяти достигается при помощи загрузки в нее пустых байтов с определенным промежутком времени. Работа вредоносного программного обеспечения представлена на рисунке 3. Скрытное воздействие на ресурсы позволило заметно снизить быстродействие АИС ОВД, но в тоже время оставляя ей возможность выполнять свои функции по прямому предназначению. Вредоносное программное обеспечение распоряжается ресурсами системы в виде 50% от оперативной памяти и процессорного времени, общая нагрузка на систему будет составлять 70–90% в сумме с процессами, которые работают по умолчанию и вызываются пользователем. Программа была протестирована на нескольких системах и показала положительные результаты.

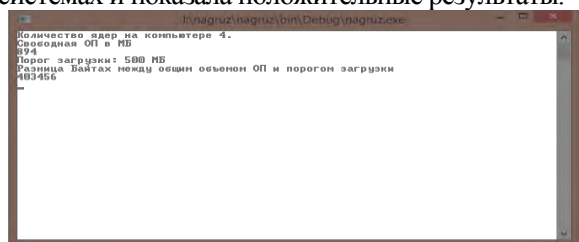


Рисунок 2. Подсчет ресурсов АИС

Figure 2. Counting Resources automated information system

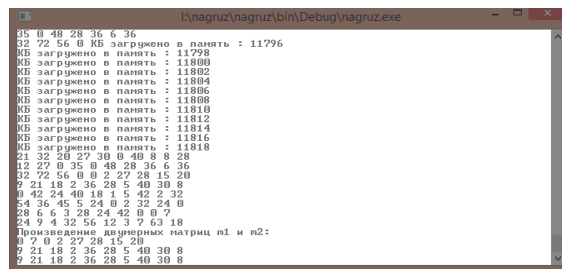


Рисунок 3. Деструктивное воздействие на АИС

Figure 3. Destructive impact on automated information system

5. Деструктивное воздействие реализовано после этого имитируем работу пользователя, осуществив стандартные манипуляции с файлами и папками СЗИ от НСД в АИС. Эти действия необходимы для того, чтобы задействовать все механизмы защиты и впоследствии зафиксировать их выполнения. Можно заметить, что при деструктивном воздействии существенно увеличилось время отклика прикладного программного обеспечения.

6. С целью определения статистических данных будем основываться на ранее разработанной графой модели [5]. Временные характеристики подсистемы «Вход в систему» зафиксированы при помощи программного продукта «Process Monitor», который предназначен для мониторинга всех процессов в оперативной памяти в реальном времени, а также для мониторинга файловой системы и системного реестра. Сбор информации при помощи «ProcessMonitor» осуществлялся при помощи фильтрации процессов и потоков. Он разработан компанией «Sysinternals» для наблюдения в масштабе реального времени за действиями различных процессов в операционных системах семейства «Windows». «Process Monitor» включает в себя несколько подпрограмм: мониторинга обращений к реестру «Regmon» и мониторинга обращений к файловой системе «Filemon», а также дополнительно, позволяет получать более подробную информацию о взаимодействии процессов, операциях ввода-вывода, сетевой активности и использовании ресурсов. Данный программный продукт не требует установки, однако работа ее возможна только с правами администратора.

Для своей работы, «ProcessMonitor» устанавливает в системе собственный драйвер «Procmon20.sys», при помощи которого осуществляется перехват контролируемых монитором системных функций и сбор данных подлежащих мониторингу. Наблюдение выполняется для следующих классов операций:

- обращения к файловой системе (filesystem);
- обращение к реестру (Registry);
- работа с сетью (Network);
- активность процессов (Process).

Результаты экспериментальной оценки динамических функций СЗИ «Страж NT» представлены в таблице 1.

Реакция СЗИ от НСД на деструктивное воздействие

Table 1.

The reaction of the information protection system against unauthorized access to destructive impact

Наименование подсистемы и граф состояний СЗИ от НСД	Функции, выполняемые СЗИ от НСД	Время с.
1. Вход в систему / Login to the system	0 Включение автоматизированного рабочего места (АРМ) (Прекращение выполнения функций АРМ)/ Enabling the automated workstation (AWP) (Terminating the functions of the workstation) 1.1 Предъявление идентификатора/ Presentation of the identifier 1.2 Прекращение работы идентификатора, но в случае новой попытки его нужно заново ввести / Termination of the identifier, but in the case of a new attempt it must be re-entered 1.3 Допуск к вводу пароля / Authorization to enter a password 1.4 Ввод пароля / Enter password 1.5 Повторный ввод пароля / Retype password 1.6 Блокировка входа в систему при трехразовом неправильном вводе пароля / Blocking the logon with a three-time wrong password entry 1.7 Аутентификация субъекта системы / Authentication of the subject of the system 1.8 Вход систему / Login to the system	10 с. 1 с. 6 с. 1 с. 5 с. 5 с. 1 с. 1 с. 5 с.
2. Разграничение доступа и взаимодействие с внешними носителями / Access delimitation and interaction with external media	2.1 Сопоставление идентификационной информации внешнего носителя и пользователя / Comparison of the identification information of the external medium and the user 2.2 Контроль устройств (если устройство не принадлежит пользователю, срабатывает данный механизм) / Control of devices (if the device does not belong to the user, this mechanism works) 2.3 Доступ к внешнему носителю / Access to external media 2.4 Обращение объекту / Accessing an object 2.5 Сопоставление меток конфиденциальности пользователя и ресурса (в СЗИ реализуется на основе мандатного принципа контроля доступа) / Comparison of the labels of the user's privacy and the resource (in the GIS is implemented on the basis of the mandatory principle of access control) 2.6 Блокировка доступа к объекту / Blocking access to an object 2.7 Проверка полномочий доступа пользователя (в СЗИ реализуется на основе дискреционного принципа контроля доступа) / Verification of user access authority (in the GIS is implemented on the basis of the discretionary principle of access control) 2.8 Преобразование информации на носителе при помощи шифрования (в СЗИ применяется метод гаммирования) / Transformation of information on the medium by means of encryption (GIS method is applied in GIS) 2.9 Допуск субъекта к защищаемому объекту / Admission of the subject to the protected object	0.2 с 0.01 с 0.01 с 0.1 с. 0.09 с. 0.03 с. 0.08 с. 0.7 с. 2 с.
3. Механизмы контроля целостности регистрации и учета / Mechanisms to control the integrity of registration and accounting	3.1 Запрос на преобразование объекта / Request to convert an object 3.2 Блокировка преобразования объекта / Block an object conversion 3.3 Регистрация нарушений работы СЗИ / Registration of violations of work with GIS 3.4 Пересчет параметров целостности файла / Conversion of file integrity parameters 3.5 Запрос на удаление / Request for deletion 3.6 Блокировка удаления / Deletion Blocking 3.7 Преобразование объекта перед удалением / Converting an object before deleting 3.8 Удаление объекта / Delete an object 3.9 Завершение работы с объектом / Finishing work with the object	0.009 с. 0.003 с. 0.02 с. 0.6 с. 0.009 с. 0.004 с. 2 с. 0.05 с. 0.002 с.

Заключение

В статье представлены результаты вычислительного эксперимента по исследованию ВВХ (времени реакции) на деструктивное воздействие, которые совместно с алгоритмом оценки динамического показателя эффективности СЗИ

ЛИТЕРАТУРА

1 ФСТЭК РФ. Руководящий документ. Концепция защиты средств вычислительной техники и автоматизированных систем от несанкционированного доступа к информации. URL: <http://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/385-rukovodyashchij-dokument-reshenie-predsedatelya-gostekhkommisii-rossii-ot-30-marta-1992-g2> (дата обращения: 03.12.2017).

2 Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 N 1119 "Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных". URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_137356/ (дата обращения: 29.11.2017).

3 СЗИ «Страж NT». Руководство администратора. URL: http://www.guardnt.ru/download/doc/admin_guide_nt_3_0.pdf (дата обращения: 03.11.2017).

4 Система защиты информации от несанкционированного доступа «Страж NT». Описание применения. URL: <http://www.rubinteh.ru/public/opis30.pdf> (дата обращения: 04.11.2017).

5 Rogozin E. A., Popov A. D., Shagirov T. V. Проектирование систем защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных системах органов внутренних дел // Вестник Воронежского института МВД России. 2016. № 2. С. 174—183.

6 Rogozin E. A., Popov A. D. Модель функционирования типовой системы защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных информационных системах ОВД // Вестник Воронежского института МВД России. 2016. № 4. С. 122—131.

7 Макаров О.Ю., Хвостов В.А., Хвостова Н.В. Методика нормирования требований к информационной безопасности автоматизированных систем // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 11. С. 47—511

8 Липаев В.В. Тестирование компонентов и комплексов программ. М.: СИНТЕГ, 2010. 400 с.

9 Куликов С.С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс. «Четыре четверти», Минск, 2015. 296 с. URL: http://svyatoslav.biz/software_testing_book/ (дата обращения: 11.11.2017).

10 Марков А.С., Цирлов В.Л., Барабанов А.В. Методы оценки несоответствия средств защиты информации. М.: Радио и связь, 2012. 192 с.

11 ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2—2013 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные компоненты безопасности.

12 Rogozin E. A. и др. Методологические основы безопасности использования информационных технологий в системах электронного документооборота: монография. Воронеж: Научная книга, 2011. 252 с.

от НСД являются основой для разработки программного комплекса анализа, моделирования и оценки динамического показателя эффективности СЗИ от НСД в АИС с целью исследования вероятностно-временных характеристик процессов защиты.

13 Saltzer J.H., Schroeder M.D. The protection of information in computer systems // Proceedings of the IEEE. 1975. V. 63. № 9.

14 Zequ Yang; Peng Cheng; Jiming Chen Differential-privacy preserving optimal power flow in smart grid // IET Generation, Transmission & Distribution. 2017. V. 11. № 15. P. 3853—3861.

15 Jun Yang, Chunjie Zhou, Shuanghua Yang, Haizhou Xu et al. Anomaly Detection Based on Zone Partition for Security Protection of Industrial Cyber-Physical Systems // IEEE Transactions on Industrial Electronics Year. 2017. V. PP. № 99. P. 1—1.

16 Hwaiyu Geng A Single platform approach for the management of emergency in complex environments such as large events, digital cities, and networked regions // Internet of Things and Data Analytics. 2017.

17 Sghaier Guizani Internet-of-things (IoT) feasibility applications in information Centric Networking System // 13th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC). 2017. P. 2192—2197.

18 Семенов В.А. Информационная безопасность. М.: МГУИТ, 2010. 277 с.

REFERENCES

1 FSTEK RF. Rukovodyashchiy dokument. Konceptsiya zashchityi sredstv vyichislitel'noy tekhniki i avtomatizirovannykh sistem ot nesanktsionirovan-no godostupa k informatsii [Guidance document. The concept of protecting computer facilities and automated systems from unauthorized access to information] Available at: <http://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty/114-spetsialnye-normativnye-dokumenty/385-rukovodyashchij-dokument-reshenie-predsedatelya-gostekhkommisii-rossii-ot-30-marta-1992-g2> (in Russian).

2 PostanovleniePravitelstva RF ot 01.11.2012 N 1119 "Ob utverzhdeniihtrebovaniy k zashchitepersonalnyihdannyyhpriihobrabotke v informatsionnyhsistemahpersonalnyihdan-nyih". [Decree of the Government of the Russian Federation of 01.11.2012 N 1119 "On the approval of the requirements for the protection of personal data when processing them in information systems of personal data] Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_137356/ (in Russian).

3 SZI «Strazh NT». Rukovodstvoadmini-stratora: [Administrator's Guide] Available at: http://www.guardnt.ru/download/doc/admin_guide_nt_3_0.pdf (in Russian).

4 Sistema zashchityiinformatsiiotnesanktsi-onirovannogodostupa «Strazh NT». Opisaniepri-meneniya: [The system of protection of information from unauthorized access] Available at: <http://www.rubinteh.ru/public/opis30.pdf> (in Russian).

5 Rogozin E. A., Popov A. D., Shagirov T. V. Designing systems to protect information from unauthorized access in automated systems of internal affairs bodies. VestnikVoronzhskogoinstituta MVD Rossii [Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia] 2016. no. 2. pp. 174—183. (in Russian)

6 Rogozin E. A., Popov A. D. The model of the functioning of a standard system for protecting information from unauthorized access in automated information systems ATS. *Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii* [Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia] 2016. no. 4. no. 122—131. (in Russian)

7 Makarov O.Yu., Hvostov V.A., Hvostova N.V. Methodology of rationing requirements for information security of automated systems. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Voronezh State Technical University] 2010. vol.6. no.11 pp. 47 – 511 (in Russian)

8 Lipaev V.V. Testirovanie komponentov i kompleksov program [Testing components and software packages] Moscow, SINTEG, 2010. 400 p. (in Russian)

9 Kulikov S.S. Testirovanie programmnogo obespecheniya. Bazovyy kurs. «Chetyre chetverti» [Software testing. Basic course. Four quarters,] 2015. 296 p. Available at: http://svyatoslav.biz/software_testing_book/ (in Russian)

10 Markov A.S., Tsirlov V.L., Barabanov A.V. Metody otsenki sootvetstviya sredstv zaschityi informatsii [Methods for assessing the discrepancy between information protection means] Moscow, Radio i svyaz, 2012. 192 p. (in Russian)

11 GOSTR ISO/MEK 15408-2—2013 Informatsionnaya tehnologiya. Metody i sredstva obespecheniya bezopasnosti. Kriterii otsenki bezopasnosti informatsionnykh tehnologiy. Chast 2. Funktsii onalnykh komponentov bezopasnosti [Information technology. Methods and means of ensuring security. Criteria for assessing the security of information technology. Part 2.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей В. Скрыпников д.т.н., профессор, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный институт инженерных технологий, проспект Революции 19, г. Воронеж, 394000, Россия, skrypnikovvsafe@mail.ru

Антон Д. Попов адъюнкт, кафедра автоматизированных информационных систем органов внутренних дел, Воронежский институт МВД России, пр. Патриотов, 53, г. Воронеж, 394065, Россия, anton.holmes@mail.ru

Евгений А. Рогозин д.т.н., профессор, кафедра автоматизированных информационных систем органов внутренних дел, Воронежский институт МВД России, пр. Патриотов, 53, г. Воронеж, 394065, Россия, evgenirogozin@yandex.ru

Виктор А. Хвостов к.т.н., доцент, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, hvahval@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 04.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 08.12.2017

Functional safety components]. (in Russian)

12 Rogozin E.A. et al. Metodologicheskie osnovy bezopasnosti ispolzovaniya informatsionnykh tehnologiy v si-stemakh elektronnoy dokumentatsii: monografiya [Methodological fundamentals of the safety of using information technologies in electronic document management systems: monograph] Voronezh, Voronezh: IPTs «Nauchnaya kniga», 2011. 252 p. (in Russian)

13 Saltzer J.H., Schroeder M.D. The protection of information in computer systems Proceedings of the IEEE. 1975. vol. 63. no. 9.

14 Zequ Yang; Peng Cheng; Jiming Chen Differential-privacy preserving optimal power flow in smart grid. IET Generation, Transmission & Distribution. 2017. vol. 11. no. 15. pp. 3853 – 3861.

15 Jun Yang, Chunjie Zhou, Shuanghua Yang, Haizhou Xu et al. Anomaly Detection Based on Zone Partition for Security Protection of Industrial Cyber-Physical Systems. IEEE Transactions on Industrial Electronics Year. 2017. vol. PP. no. 99. pp. 1 – 1.

16 Hwaiyu Geng A Single platform approach for the management of emergency in complex environments such as large events, digital cities, and networked regions. Internet of Things and Data Analytics. 2017.

17 Sghaier Guizani Internet-of-things (IoT) feasibility applications in information Centric Networking System. 13th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC). 2017. pp. 2192 – 2197.

18 Semenenko V.A. Informatsionnaya bezopasnost [Information Security] Moscow, MGUIT, 2010. 277 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksei V. Skrypnikov Dr. Sci. (Engin.), professor, Information security affairs department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av. 19, Voronezh, 394000, Russia, skrypnikovvsafe@mail.ru

Anton D. Popov post-graduate cadet, automated information systems in interior affairs department, Voronezh Institute of the Ministry of Interior, Patriotov av., 53, Voronezh, 394086, Russia, anton.holmes@mail.ru

Evgenii A. Rogozin Dr. Sci. (Engin.), professor, automated information systems in interior affairs department, Voronezh Institute of the Ministry of Interior, Patriotov av., 53, Voronezh, 394086, Russia, evgenirogozin@yandex.ru

Victor A. Khvostov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Information security affairs department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19 Voronezh, 394000, Russia, hvahval@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.4.2017

ACCEPTED 12.8.2017

Расчет и анализ рейтинга научных периодических изданий

Борис Е. Никитин¹
Максим Н. Ивлиев¹ max1m@mail.ru
Людмила А. Коробова¹ lyudmila_korobova@mail.ru

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

Реферат. В статье рассматривается задача построения агрегированных рейтингов журналов по пищевой промышленности. В качестве исходных данных использовались упорядочения семнадцати журналов по четырем библиометрическим показателям (SCIENCEINDEX, пятилетний импакт-фактор РИНЦ с учетом переводной версии без самоцитирования, индекс Хирша за 10 лет и индекс Херфиндаля), которые используются в научной электронной библиотеке eLibrary.ru. Рассматриваемая постановка задачи относится к многокритериальным задачам принятия решений. Так как библиометрические показатели учитывают различные аспекты журналов, то упорядочения (ранжирования) журналов по этим показателям отличаются друг от друга. Классическим подходом к решению задач подобного типа является подход, основанный на построении тем или иным способом обобщенного критерия в виде аддитивной свертки. Однако применение данного подхода требует соблюдения ряда регулярных условий, которые не всегда могут выполняться при решении практических задач. Показана возможность сведения рассматриваемой постановки в виде многокритериальной задачи принятия решений к задаче коллективного выбора. Агрегированные рейтинги рассматриваемых журналов рассчитывались с помощью трех правил правил коллективного выбора – процедуры Борда, процедуры Коупленда и эвристической процедуры построения медианы Кемени. На основе коэффициента ранговой корреляции Спирмена определены количественные оценки степени близости построенных в работе ранжирований журналов. В частности, рассчитанные на основе процедуры Борда и на основе медианы Кемени агрегированные рейтинги рассматриваемых в работе журналов полностью совпали. Полученные результаты показали, что построенные агрегированные упорядочения журналов на основе правил коллективного выбора хорошо согласуются с используемыми в научной электронной библиотеке eLIBRARY библиометрическими показателями.

Ключевые слова: правило коллективного выбора, степень близости ранжирований, ранговая корреляция

Scientific periodical publications rating's calculation and analysis

Boris E. Nikitin¹
Maksim N. Ivliev¹ max1m@mail.ru
Lyudmila A. Korobova¹ lyudmila_korobova@mail.ru

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

Summary. The article considers the constructing problem of the food industry journals aggregate ratings. The streamlines of the seventeen magazines on four bibliometric indexes (SCIENCE INDEX, five-year impact factor RISC given the translated version without self-citations, h-index over 10 years and Herfindahl index), which are used in the scientific electronic library eLibrary.ru was used as initial data. The statement of the problem refers to multi-criteria decision-making problems. Ranking the journals in these indexes are different from each other because bibliometric indicators account different aspects of the journals. The classical approach to this problems solution is based on generalized criterion building in the form of an additive convolution. However, this approach requires adherence to a number of regular conditions that may not always be performed when the practical problems solution. The reductions possibility of the considered formulation in the form of multi-criteria decision-making tasks to the problem of collective choice. The aggregated ratings of the reporting journals are calculated by using the three social choice rules – Board procedure, Copeland procedures and Kemeny median heuristic procedures. On the basis of Spearman's rank correlation determined the quantitative evaluation of the degree of intimacy built in magazines. In particular, calculated on the basis of procedure, Board and Kemeny median aggregate ratings reporting in the logs coincided. The results showed that the constructed ordering of journals on the basis of social choice rules are in good agreement with the scientific electronic library (eLIBRARY) bibliometric indicators.

Keywords: rule of collective choice, degree of proximity of rankings, rank correlation

Введение

При построении рейтингов научных журналов может использоваться система библиометрических показателей. В частности, в научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU для оценки качества журналов применяется более двадцати таких показателей, например: число цитирований журнала за год без самоцитирования, двухлетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования, двухлетний импакт-фактор РИНЦ с учетом переводной версии, пятилетний импакт-фактор РИНЦ с учетом переводной версии без самоцитирования, индекс Херфиндаля по

организациям авторов, среднее число ссылок у статьи в журнале, индекс Хирша за 10 лет и др. С учетом того, что библиометрические показатели учитывают различные аспекты журналов, упорядочения (ранжирования) журналов по этим показателям существенно будут отличаться друг от друга. В данной работе при построении агрегированных рейтингов научных журналов по пищевой промышленности предлагается использовать подход, основанный на методах теории коллективного выбора [1], при этом исследуется массив из семнадцати журналов по четырем библиометрическим показателям – SCIENCE INDEX, пятилетний импакт-фактор

Для цитирования

Никитин Б.Е., Ивлиев М.Н., Коробова Л.А. Расчет и анализ рейтинга научных периодических изданий // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 97–103. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-97-103

For citation

Nikitin B.E., Ivliev M.N., Korobova L.A. Scientific periodical publications rating's calculation and analysis. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 97–103. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-97-103

РИНЦ с учетом переводной версии без самоцитирования, индекс Хирша за 10 лет и индекс Херфиндаля (в качестве источника исходных данных была взята НЭБ eLIBRARY.RU в 2016 году).

Постановка задачи. При оценке качества научных журналов возникает многокритериальная задача принятия решений, которую можно сформулировать следующим образом. Задано множество альтернатив $A = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, n – количество альтернатив. Имеется набор K показателей, по которым оценивается качество альтернатив, $K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$, m – количество показателей. Требуется провести оценку альтернатив на основании всего набора K .

Классическим методом решения задач подобного типа является определение взвешенной суммы $Q_{об}$ значений $\hat{k}_j$ для каждой i -ой

альтернативы (например, в виде $Q_{об} = \sum_{j=1}^m \lambda_j \hat{k}_{ij}$)

с последующим ранжированием альтернатив относительно $Q_{об}$. Однако применение такого метода должно иметь предварительное теоретическое обоснование возможности суммирования значений показателей из рассматриваемого набора K (см., например, [1]), что не всегда может выполняться при решении практических задач. Исходя из этого, в рамках данной работы при построении рейтингов научных журналов по пищевой промышленности предлагается использовать подход, в основе которого лежат методы и модели теории коллективного выбора.

Сформулируем задачу коллективного выбора следующим образом. Будем рассматривать коллективный выбор как работу некоторой процедуры коллективного выбора (некоторого оператора F), на вход которого поступает набор индивидуальных функций выбора экспертов, $j \in J$, $J = \{1, 2, \dots, m\}$, где m – количество экспертов, $m \geq 2$ (функциональный профиль $\{C_j(A)\}$), а на выходе порождается функция $C^*(A)$, т. е. $F(\{C_j(A)\}) = C^*(A)$ [2]. По известному функциональному профилю $\{C_j(A)\}$ требуется сформировать функцию коллективного выбора $C^*(A)$ на множестве A , $A = 2^A \setminus \{\emptyset\}$, A – заданное множество альтернатив.

Применительно к нашей задаче, под A будем понимать множество рассматриваемых журналов, под K – набор библиометрических показателей. Оценка $\hat{k}_j$ библиометрического показателя k_j для журнала i рассматривается

как мнение j -го эксперта. В этом случае набор упорядочений журналов по каждому библиометрическому показателю можно интерпретировать как заданный функциональный профиль $\{C_j(A)\}$ на множестве A .

Тогда, при построении рейтингов (агрегированных оценок качества) журналов можно использовать результат работы некоторого правила коллективного выбора на рассматриваемом множестве A по заданному профилю $\{C_j(A)\}$.

В работе рассматривается позиционное правило коллективного выбора Борда, правило, использующее вспомогательную числовую шкалу – правило Коупленда и эвристическая процедура построения медианы Кемени [3, 4].

Правила коллективного выбора. Согласно позиционному правилу Борда, каждому варианту $x \in A$ ставится в соответствие число $r_j(x)$, равное мощности нижнего среза $L_j(x)$ альтернативы x в бинарном отношении R_j , которое наводится на рассматриваемом множестве A системой предпочтений j -го эксперта, т. е. $r_j(x) = \text{card}(L_j(x))$. Оценкой Борда для варианта x называется сумма этих чисел по всем j ; при этом выбирается вариант с максимальной оценкой Борда [3].

Построение агрегированных рейтингов на основе правила Борда рассмотрим на следующем примере. Пусть множество A состоит из следующих научных журналов: «Все о мясе», «Сахар», «Пиво и напитки», «Кондитерские изделия», «Вестник ВГУИТ».

В таблице 1 приведены ранжирования этих журналов по четырем библиометрическим показателям – SCIENCEINDEX, пятилетний импакт-фактор РИНЦ с учетом переводной версии без самоцитирования, индекс Хирша за 10 лет и индекс Херфиндаля. Наименования рассматриваемых журналов «Все о мясе», «Сахар», «Пиво и напитки», «Кондитерские изделия», «Вестник ВГУИТ» обозначены номерами 9, 12, 5, 11, 16 соответственно. Например, по показателю пятилетний импакт-фактор РИНЦ с учетом переводной версии без самоцитирования на первом месте – журнал «Пиво и напитки», далее, в порядке убывания значений по этому показателю, идут журналы «Все о мясе», «Сахар», «Кондитерские изделия», «Вестник ВГУИТ».

Заметим, что этими же номерами обозначены приведенные в примере журналы и в массиве журналов по пищевой промышленности, исследуемого в данной работе.

В таблице 2 для каждого журнала приведены значения мощностей нижних срезов четырех бинарных отношений, построенных по четырем

библиометрическим показателям. Например, для журнала «Кондитерские изделия» (номер 11) $r_1(11)=2$, $r_2(11)=1$, $r_3(11)=0$ и $r_4(11)=3$.

Таблица 1.

Упорядочения журналов по библиометрическим показателям

Table 1.

The ordering of journals by bibliometric indicators

Показатель Indicator Журнал Magazine	A	B	C	D
1	5	5	5	5
2	9	9	12	11
3	11	12	9	12
4	12	11	16	16
5	16	16	11	9

Примечание (здесь и далее): 1 – журнал “Пиво и напитки”, 2 – журнал “Все о мясе”, 3 – журнал “Сахар”, 4 – журнал “Кондитерские изделия”, 5 – журнал “Вестник ВГУИТ”; A – показатель ScienceIndex, B – импакт-фактор РИНЦ, C – индекс Хирша за 10 лет, D – индекс Херфиндаля

Note (here and further): 1 – “Beer and drinks” magazine, 2 – “All about meat” magazine, 3 – “Sugar” magazine, 4 – “Confectionery products” magazine, 5 – “Proceedings VSUET” magazine; A – Science Index value, B – RSCI impact factor, C – H-index over 10 years, D – Herfindahl index

Таблица 2.

Мощности нижних срезов $L_j(i)$, $i \in \{5, 9, 11, 12, 16\}$.

Table 2.

Power lower sections $L_j(i)$, $i \in \{5, 9, 11, 12, 16\}$.

Показатель Indicator Журнал Magazine	A	B	C	D
1	4	4	4	4
2	3	3	2	0
3	2	1	0	3
4	1	2	3	2
5	0	0	1	1

Далее для рассматриваемых журналов определяется оценки Борда:

$$r(5) = 4 + 4 + 4 + 4 = 16,$$

$$r(9) = 3 + 3 + 2 + 0 = 8,$$

$$r(11) = 2 + 1 + 0 + 3 = 6,$$

$$r(12) = 1 + 2 + 3 + 2 = 8,$$

$$r(16) = 0 + 0 + 1 + 1 = 2.$$

Итоговое упорядочение относительно оценок Борда рассматриваемых пяти журналов выглядит следующим образом. На первом месте – журнал «Пиво и напитки»; далее идут два журнала, получившие одинаковые оценки Борда – «Все о мясе» и «Сахар»; следующим идет журнал «Кондитерские изделия» и, наконец, последним в рассматриваемом массиве из пяти журналов располагается «Вестник ВГУИТ».

Следующим этапом работы было построение рейтинга журналов при помощи правила Коупленда. Согласно этому правилу, чем больше количество альтернатив, которые хуже при попарном сравнении, чем данная альтернатива x , тем лучше альтернатива x в целом. В работе применялось

второе правило Коупленда. Схема применения этого правила коллективного выбора имеет следующий вид [3]. На первом этапе на рассматриваемом множестве альтернатив A по заданному функциональному профилю $\{C_j(A)\}$ строится мажоритарное отношение μ :

$$x \succ_{\mu} y \Leftrightarrow \text{card}(\{j \in K | x \succ_j y\}) > \text{card}(\{j \in K | y \succ_j x\}). \quad (1)$$

Далее для каждой альтернативы подсчитывается значение количественной функции $u(x)$, которая характеризует мощность нижнего среза в построенном мажоритарном отношении μ ; при этом лучшей признается альтернатива с наибольшим значением $u(x)$.

Опишем процесс построения агрегированных рейтингов научных журналов на основе правила Коупленда, используя исходные данные предыдущего примера (таблица 1). На рассматриваемом множестве журналов получим мажоритарное бинарное отношение μ ; матрица M , соответствующая данному мажоритарному отношению, приведена в таблице 3.

Таблица 3.
Матрица мажоритарного отношения
Table 3.
The matrix of majority relations

Журнал Magazine	1	2	3	4	5
1	0	1	1	1	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0

Построение матрицы M поясним на примере пары журналов «Все о мясе» (9) и «Кондитерские изделия» (11): исходя из того факта, что журнал «Все о мясе» лучше журнала «Кондитерские изделия» по трем библиометрическим показателям из четырех, то, согласно (1), альтернатива 9 мажорирует альтернативу 11 (элемент $M[2,3]=1$, а элемент $M[3,2]=0$).

В построенном мажоритарном отношении μ определяется мощность нижнего среза для каждого журнала при помощи следующей формулы (2):

$$\text{card}(L(i)) = \sum_{l=1}^5 M(k,l), \quad k, l=1,2,\dots,5, \quad (2)$$

$$i \in \{5,9,11,12,16\}$$

Для рассматриваемого примера:

$$\text{card}(L(5)) = 0+1+1+1+1 = 4,$$

$$\text{card}(L(9)) = 0+0+1+0+1 = 2,$$

$$\text{card}(L(11)) = 0+0+0+0+1 = 1$$

$$\text{card}(L(12)) = 0+0+0+0+1 = 1$$

$$\text{card}(L(16)) = 0+0+0+0+0 = 0.$$

Упорядочив относительно оценок Коупленда журналы, получаем результирующее ранжирование: 1-е место – журнал «Пиво и напитки» (5), 2-е – журнал «Все о мясе» (9), на третьем месте – имеющие одинаковые оценки журналы «Сахар» (12) и «Кондитерские изделия» (11) и на последнем месте находится журнал «Вестник ВГУИТ» (16).

Далее рассмотрим третий способ получения агрегированных оценок рейтинга журналов – путем построения медианы Кемени. Следует отметить тот факт, что при исследовании массива журналов в данной работе был применен упрощенный алгоритм построения медианы Кемени [4], поэтому будем считать, что в качестве итогового ранжирования журналов выступает оценка медианы Кемени.

Согласно алгоритму Кемени, сначала, на основе заданного функционального профиля (таблица 1) для каждого журнала формируется вектор предпочтений $v = (v_1, v_2, v_3, v_4)$, где компонента v_j , ($j=1,2,3,4$) представляет собой мощность верхнего среза бинарного отношения R_j , которое получено на рассматриваемом множестве A путем ранжирования журналов по j -му библиометрическому показателю. Таким образом, расчетная формула для v_j имеет следующий вид:

$$v_j = \text{card}(D_j(i)) = m - L_j(i) - 1, \quad (3)$$

$$i \in \{5,9,11,12,16\}$$

где m – количество журналов, $L_j(i)$ – соответственно нижний и верхний срезы бинарного отношения для i -го журнала.

Для рассматриваемого случая вектора предпочтений приведены в таблице 4.

Таблица 4.
Вектора предпочтений

Table 4.
Vector preferences

Вектора v^i Vectors v^i / Журнал Magazine	v_1	v_2	v_3	v_4
1	0	0	0	0
2	1	1	2	4
3	2	3	4	1
4	2	3	4	1
5	4	4	3	3

Далее, согласно упрощенному алгоритму поиска оценки медианы Кемени, для каждого журнала определяется сумма компонент соответствующего вектора предпочтений $v^i = (v_1^i, v_2^i, v_3^i, v_4^i)$:

$$s(i) = \sum_{j=1}^4 v_j^i(i). \quad (4)$$

Для рассматриваемого списка журналов имеем:

$$s(5) = 0+0+0+0 = 0,$$

$$s(9) = 1+1+2+4 = 8,$$

$$s(11) = 2+3+4+1 = 10,$$

$$s(12) = 2+3+4+1 = 10,$$

$$s(16) = 4+4+3+3 = 14.$$

Упорядочим журналы относительно полученных оценок $s(i)$ с учетом того факта, что чем меньше оценка $s(i)$, тем выше рейтинг соответствующего журнала. В результате получим следующий рейтинг журналов: на первом месте – журнал «Пиво и напитки», на втором – журнал «Все о мясе», на третьем месте находятся два журнала – «Сахар» и «Кондитерские изделия», на последнем месте находится журнал «Вестник ВГУИТ».

Таким образом, для рассматриваемого примера итоговые упорядочения, построенные

на основе трех правил (Борда, Коупленда и Кемени), полностью совпадают. Однако следует иметь в виду, что в общем случае такая ситуация может наблюдаться не всегда; для подтверждения этого факта были проведены исследования на массиве научных журналов по пищевой промышленности.

Результаты и обсуждение

В таблице 5 представлен исследуемый в данной работе массив 17 научных журналов по пищевой промышленности.

Таблица 5.

Рейтинги журналов по пищевой промышленности

Table 5.

Ratings of journals for the food industry

Показатель / Indicator/ Журнал / Magazine	A	B	C	D	E	F	G
Пищевая промышленность	1	1	1	1	1	1	1
Птица и птицепродукты	2	2	4	3	2	2	2
Молочная промышленность	3	7	3	1	3	3	5
Комбикорма	4	10	4	2	6	6	3
Пиво и напитки	5	5	2	5	4	4	6
Хлебопечение России	6	3	5	7	5	5	8
Масложировая промышленность	7	8	4	6	8	8	4
Виноделие и виноградарство	8	4	3	10	7	7	9
Все о мясе	9	6	4	14	9	9	7
Известия высших учебных заведений. Пищевая технология	10	11	4	11	10	10	10
Кондитерское производство	11	13	6	9	12	12	12
Сахар	12	12	3	12	11	11	13
Производство спирта и ликероводочных изделий	13	9	4	16	14	14	11
Хлебопродукты	14	15	4	8	13	13	14
Сыроделие и маслоделие	15	15	6	15	16	16	16
Вестник ВГУИТ	16	14	5	13	15	15	15
Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств	17	17	7	17	17	17	17

Примечание: E- рейтинг на основе процедуры Борда; F- рейтинг на основе процедуры Кемени; G- рейтинг на основе процедуры Коупленда

Note: E – Board procedures rating; F – Kemeny procedures rating; G – Copeland procedures rating

В ходе работы были определены количественные оценки степени близости указанных ранжировок (таблица 6). В качестве коэффициента ранговой корреляции использовался коэффициент Спирмена τ_c . Например, для пары упорядочений журналов по пятилетнему импакт-фактору РИНЦ и индексу Хирша значение $\tau_c = 0,66$; если же сравнивать эти два упорядочения с ранжированием журналов по интегральному показателю SCIENCEINDEX, то пятилетний импакт-фактор более согласован с интегральным показателем, чем индекс Хирша (значения коэффициента Спирмена в этих случаях равны 0,86 и 0,67 соответственно). Агрегированные рейтинги журналов, построенные на основе процедуры Борда и на основе медианы Кемени, полностью совпали. Наибольшая оценка Борда – у журнала «Пищевая промышленность» ($r(x) = 48$). Вторая

и третья позиции в рейтинге по оценке Борда, соответственно, у журналов «Птица и птицепродукты» и «Молочная промышленность». Для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий» оценка $r(x) = 8$ (15 позиция). Первые две позиции в агрегированном рейтинге на основе правила Коупленда совпадают с рейтингами на основе правил Борда и Кемени. Значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена на паре ранжирований журналов, построенных на основе процедуры Борда и процедуры Коупленда, равно 0,92. Наиболее близок к интегрированному рейтингу SCIENCEINDEX рейтинг по медиане Кемени (значение коэффициента Спирмена равно 0,98). Медиана Кемени также хорошо согласуется с рейтингами по пятилетнему импакт-фактору РИНЦ ($\tau_c = 0,88$), по индексу Хирша ($\tau_c = 0,72$) и по индексу Херфиндала ($\tau_c = 0,86$).

Значения коэффициента Спирмена

Table 6.

Coefficient values coefficient

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	0,86	0,67	0,87	0,98	0,98	0,96
B		1	0,66	0,56	0,88	0,88	0,79
C			1	0,54	0,72	0,72	0,67
D				1	0,86	0,86	0,87
E					1	1	0,92
F						1	0,92
G							1

Заключение

Проведенные в ходе работы исследования показывают, что построенные агрегированные ранжирования журналов на основе правил коллективного выбора хорошо согласуются с используемыми в НЭБ eLIBRARY.ru библиометрическими показателями (SCIENCEINDEX,

пятилетний импакт-фактор РИНЦ с учетом переводной версии без самоцитирования, индекс Хирша за 10 лет, индекс Херфиндала). В дальнейшем предполагается применение предлагаемых в работе методов построения и оценки агрегированных рейтингов научных журналов для большей совокупности библиометрических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Алескеров Ф.Т., Писляков В.В., Субочев А.Н., Чистяков А.Г. Построение рейтингов журналов с помощью методов теории коллективного выбора: препринт WP7/2001/04. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2011.

2 Алескеров Ф.Т., Шварц Д.А., Хабина Э.Л. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. М.: Изд. дом ГУ-ВШЭ, 2006, 400 с.

3 Aleskerov F. T., Ivanov A., Karabekyan D., Yakuba V. I. Manipulability of majority relation-based collective decision rules, in: 9th KES International Conference on Intelligent Decision Technologies, KES-IDT 2017; Vilamoura; Portugal; 21 June 2017 до 23 June 2017, Smart Innovation, Systems and Technologies. SpringerVerlag, 2018.

4 Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения: Учебник. 3-е изд., испр. М.: Дело, 2002. 392 с.

5 Никитин Б. Е., Боек Б. Расчет рейтингов журналов по пищевой промышленности // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2016. № 8 (90). С. 159-161.

6 Никитин Б. Е., Боек Б. Расчет рейтингов журналов по пищевой промышленности // Материалы LIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2015 год. 2016. С. 110.

7 Сайт научной электронной библиотеки. URL: www.elibrary.ru

8 Ивлиев М.Н., Черняева С.Н., Мельников А.В. Разработка информационной системы анализа финансового состояния предприятий на основе экспертно-статистического подхода // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №4 (70). С. 416-421.

9 Aleskerov F. T., Ivanov A. A., Karabekyan D., Yakuba V. I. On manipulability of aggregation procedures by coalitions with the same first-ranked alternative, in: VIII Moscow International Conference on Operations Research (ORM2016) Moscow, October 17–22, 2016. pp. 193-194.

10 Aleskerov F. T., Mitichkin Y. O., Chistyakov V., Shvydun S. V. et al. Method for selecting valid variants in search and recommendation systems (variants) // World Intellectual Property Organization. 2014. No. WO/2014/148948.

REFERENCES

1 Aleskerov F.T., Pisyakov V.V., Subochev A.N., Chistyakov A.G. Postroenie reitingov zhurnalov [The construction of ratings of journals using methods of the theory of collective choice: preprint WP7 / 2001/04] Moscow, Vysshaya shkola ekonomiki. 2011. (in Russian)

2 Aleskerov F.T., Schwartz D.A., Habina E.L. Binarnye otnosheniya [Binary Relations, Graphs, and Collective Solutions] Moscow, Vysshaya shkola ekonomiki, 2006, 400 p. (in Russian)

3 Aleskerov F. T., Ivanov A., Karabekyan D., Yakuba V. I. Manipulability of majority relation-based collective decision rules, in: 9th KES International Conference on Intelligent Decision Technologies, KES-IDT 2017; Vilamoura; Portugal; 21 June 2017 до 23 June 2017, Smart Innovation, Systems and Technologies. SpringerVerlag, 2018.

4 Litvak B.G. Razrabotka upravlencheskogo resheniya [Development of management solutions: Textbook] Moscow, Delo, 2002. 392 p. (in Russian)

5 Nikitin B.E, Bolek B. Calculation of ratings of magazines on food industry. MMTT [Mathematical methods in engineering and technology – MMTT] 2016. no. 8 (90). pp. 159-161. (in Russian)

6 Nikitin B.E, Bolek B. Calculation of ratings of magazines on food industry. Materialy LIV otchetnoi nauchnoi konferentsii [Materials of the LIV report of scientific conference of teachers and researchers of VSUET for 2015] 2016. pp. 110. (in Russian)

7 Sait nauchnoi elektronnoi biblioteki [Scientific electronic library web site] Available at: www.elibrary.ru (in Russian)

8 Ivliev M. N., Chernyaeva S. N., Melnikov A. V. Development of information system of analysis of financial state of enterprises on the basis of expert-statistical approach. Vestnik VGUET [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2016. no. 4 (70). pp. 416-421. (in Russian)

9 Aleskerov F. T., Ivanov A.A., Karabekyan D., Yakuba V. I. On manipulability of aggregation procedures by

coalitions with the same first-ranked alternative, in: VIII Moscow International Conference on Operations Research (ORM2016) Moscow, October 17–22, 2016. 2016. pp. 193-194.

10 Aleskerov F. T., Mitichkin Y. O., Chistyakov V., Shvydun S. V. et al. World Intellectual Property Organization. 2014. no. WO/2014/148948..

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Борис Е. Никитин к.ф.-м.н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
Максим Н. Ивлиев к.т.н., кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия max1m@mail.ru

Людмила А. Коробова к.т.н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lyudmila_korobova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Boris E. Nikitin candidate of physico-mathematical sciences, assistant professor, informational technologies of modeling and control department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Maksim N. Ivliev candidate of technical sciences, informational technologies of modeling and control department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia max1m@mail.ru

Lyudmila A. Korobova candidate of technical sciences, assistant professor, informational technologies of modeling and control department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lyudmila_korobova@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.8.2017

ACCEPTED 11.1.2017

Пищевая биотехнология

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.002.35(07): 635.658

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-104-113>

Получение и применение йодированных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности из пророщенного зерна чечевицы

Людмила В. Антипова	¹	antipova.l54@yandex.ru
Ирина Н. Толпыгина	¹	i.tolpygina@yandex.ru
Анастасия А. Мищенко	¹	nastya27-94@mail.ru
Наталья А. Осипова	¹	rna_94@mail.ru
Андрей В. Гребенщиков	¹	

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

Реферат. Выбор направления исследований связан с актуальной проблемой производства и распространения продуктов питания функционального назначения в связи с распространением алиментарно зависимых заболеваний и недостатком микронутриентов в питании обычных людей и спортсменов. В качестве объекта для обогащения йодом предложено использовать чечевицу, которая славится большим содержанием белка, невысоким содержанием липидов и олигосахаридов, а также низким ингибиторным эффектом. Накопление йода происходит при проращивании, благодаря использованию питательного раствора неорганической формы йода. Кроме того, существенно улучшается биохимический состав зерна и биологическая ценность чечевицы: установлено увеличение содержания суммарных аминокислот и витаминов в 1,5-2,0 раза, наблюдается снижение массовой доли олигосахаридной фракции. Для определения влияния технологической обработки на степень сохранения йода в чечевице зерна подвергались таким видам воздействия: измельчение, экструзия, жарка. Отмечено незначительное снижение количества йода при экструдировании, более значительное – при измельчении. Полученные результаты определения биологической безопасности методом изучения влияния исследуемого продукта на ростовую реакцию инфузорий, позволили подтвердить безопасность как свежего, так и высушенного пророщенного зерна чечевицы. При изучении микробиологии зерна методом посева на агаризованные селективно-диагностические среды с последующей идентификацией качественного и количественного состава микрофлоры, в том числе колониеобразующих единиц, отклонений от нормативных показателей выявлено не было. Произведена экспериментальная выработка экстракта, предложены возможные пути его использования в мясных системах для улучшения функционально-технологических свойств фаршей, а также для самостоятельного использования в качестве снеков для питания спортсменов.

Ключевые слова: Йододефицит, пророщенное зерно, биологическая безопасность, микробиология, экстракт

Obtaining and application of increased food and biological value iodinated products from lentils sprouted grain

Ludmila V. Antipova	¹	antipova.l54@yandex.ru
Irina N. Tolpygina	¹	i.tolpygina@yandex.ru
Anastasia A. Mishchenko	¹	nastya27-94@mail.ru
Natalia A. Osipova	¹	rna_94@mail.ru
Andrey V. Grebenshnikov	¹	

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

Summary. The choice of research direction is related to the actual problem of production and distribution of functional purpose food products due to the spread of nutritional diseases and the lack of micronutrients in ordinary people and athletes diet. As an object for enrichment with iodine, it was suggested to use lentils, which is famous for its high protein content, low lipid and oligosaccharide content, and low inhibitory effect. The iodine accumulation occurs during germination, due to the use of a nutrient solution of the iodine inorganic form. In addition, the biochemical composition of the grain and the biological value of lentils are significantly improved: an increase in the content of total amino acids and vitamins is found to be 1.5-2.0 times, a mass fraction of the oligosaccharide fraction is observed. To determine the effect of technological processing on the degree of iodine conservation in lentils the grains were exposed to the following impact: grinding, extrusion, frying. An insignificant decrease in the amount of iodine during extrusion was noted and more significant one - during grinding. The obtained results of the determination of biological safety by the method of studying the effect of the investigated product on the growth response of ciliates allowed to confirm the safety of both fresh and dried sprouted grain of lentils. When studying the microbiology of grain by sowing on agarized selective diagnostic environments with subsequent identification of the qualitative and quantitative composition of microflora, including colony-forming units, deviations from the normative indices were not revealed. Experimental production of the extrudate was carried out, possible ways of its use in meat systems for improving the functional and technological properties of minced meat, as well as for independent use as snacks for the nutrition of athletes were suggested.

Keywords: Iodine deficiency, sprouted grain, biological safety, microbiology, extrudate

Для цитирования

Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Мищенко А.А., Осипова Н.А., Гребенщиков А.В. Получение и применение йодированных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности из пророщенного зерна чечевицы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 104–113. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-104-113

For citation

Antipova L.V., Tolpygina I.N., Mishchenko A.A., Osipova N.A., Grebenshnikov A.V. Obtaining and application of increased food and biological value iodinated products from lentils sprouted grain. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 104–113. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-104-113

Введение

Согласно данным Росстата, на данный момент, распространение алиментарно-зависимых заболеваний имеет устойчивые темпы роста. С 2010 года количество людей, страдающих заболеваниями эндокринной системы, возросло в два раза, сахарным диабетом, заболеваниями костно-мышечной, сердечно-сосудистой систем – в полтора раза. Отдельно следует выделить рост возникновения заболеваний щитовидной железы, вызванный недостатком йода в организме человека. Основная причина распространения данного вида заболеваний – недостаток микронутриентов в пище, возникший в результате повсеместной химизации сельского хозяйства, а также загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления.

Йод существенно влияет на организм человека, активно занимающегося спортом. Так, бодибилдеры и спортсмены употребляют йод для регулирования скорости обмена веществ и сжигания кислорода. Это приводит к быстрому сжиганию жировых отложений. Кроме того, употребление йода снижает скорость накопления жира, помогает быстрее нарастить мышечную массу и производит анаболический эффект.

Восполнить недостаток микронутриентов в организме возможно алиментарным путем через употребление биологически активных веществ. Согласно данным социологического опроса, большинство россиян предпочли бы употреблять микронутриенты не в виде таблеток и капсул, а в составе продуктов, входящих в повседневный рацион человека.

При нутриентной коррекции состояния здоровья особо важна форма минерального вещества, среди которых значительно предпочтительнее их органические формы. При их получении получили распространение методы гидропоники. Однако они мало изучены, применительно к белковым объектам, среди которых бобовые выделяются по количественному и качественному содержанию белка. Применительно к природно-климатическим условиям центральной России, включая Центрально-Черноземный регион, исторически представляет интерес чечевица, целебные свойства которой известны со времен царской России.

Таким образом, в качестве источника йода в продукте была выбрана зеленая тарелочная чечевица, так как именно в ней была обнаружена способность накапливать йод в процессе проращивания на питательной среде.

Помимо этого, в процессе проращивания значительно улучшается общий химический состав зерна, а именно: увеличивается количественное содержание витаминов и минеральных веществ; улучшается аминокислотный состав белка; снижается доля олигосахаридной фракции – антиалиментарного фактора всех бобовых культур.

По вышеперечисленным причинам, а также в рамках реализации положений Доктрины продовольственной безопасности (Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120) целью данной работы является разработка йодированного экструдата из чечевицы, повышенной пищевой и биологической ценности, для его использования в качестве профилактики йододефицитных состояний.

Основная часть

Чечевица является поистине ценной культурой, так как по своей энергетической ценности и содержанию белка практически не уступает сое, однако отличается оптимальным аминокислотным составом и содержит в своем составе лишь ингибитор трипсина. Углеводная фракция чечевицы содержит наименьшее количество олигосахаридов, вызывающих кишечный метеоризм [1–3]. Чечевица издавна признана целебной культурой, которая находит применение в составе многих продуктов [4–6].

Ее потенциал удовлетворить физиологические нормы человека значительно возрастает за счет обогащения важнейшими минеральными веществами, например, йодом. Такое полезное растительное сырье можно сделать еще лучше с помощью введения дополнительного этапа – проращивания. Многие исследователи подтверждают, что в результате проращивания высвобождаются дополнительные витамины, увеличивая общую питательную ценность продукта. Особенно это относится к витаминам группы В. Ростки служат источником витаминов А, Е, С и В-комплекса, которые незаменимы при клеточном образовании [7, 8]. Содержание некоторых витаминов после проращивания может увеличиваться до 20 раз от первоначального количества. К примеру, в пророщенных бобах маша наблюдается рост витаминов: В1 до 285%, В2 до 515%, В3 до 256% [9].

Учеными Воронежского государственного университета инженерных технологий доказана целесообразность проращивания, как мощного фактора при создании объектов, обогащенных биологически активными веществами [10, 11]. В зерне в момент проращивания в разы увеличивается содержание белка, витаминов и минералов, а также при анализе аминокислотного состава белка отмечено увеличение содержания всех аминокислот в 1,5–2,0 раза (таблица 1). Особенно важно количественное увеличение таких дефицитных аминокислот, как триптофан, лизин и метионин.

В результате аминокислотный состав белка становится более сбалансированным, отмечена приближенность пророщенного зерна к общепринятому эталону идеального белка. (рисунок 1)

Изменения в составе семян чечевицы после проращивания

Table 1.

Changes in the composition of the lentil seeds after germination

Показатели Indicators	содержание, в 100 г. чечевицы content in 100 g of lentils	
	До проращивания Before germination	После проращивания After germination
Белки, г Proteins, g	26,15	29,56
Незаменимые аминокислоты, мг Essential amino acids, mg		
Валин valine	802	1560
изолейцин isoleucine	1049	1748
лейцин leucine	2437	3045
тирозин tyrosine	923	989
лизин lysine	2398	2787
метионин methionine	451	719
треонин threonine	1274	1847
триптофан tryptophan	169	298
фенилаланин phenylalanine	1061	1412
Углеводы, г carbohydrates, g	53,7	41,06
Олигосахариды, г oligosaccharides, g	5	3,4
Минеральные вещества, мг Mineral substances, mg		
кальций calcium	84,23	84,62
железо iron	12,06	12,32
натрий sodium	56,12	56,91
калий potassium	659,18	659,51
Витамины, мг Vitamins, mg		
B1	0,5	0,78
B2	0,21	0,48
PP	1,8	2,21
C	—	0,04

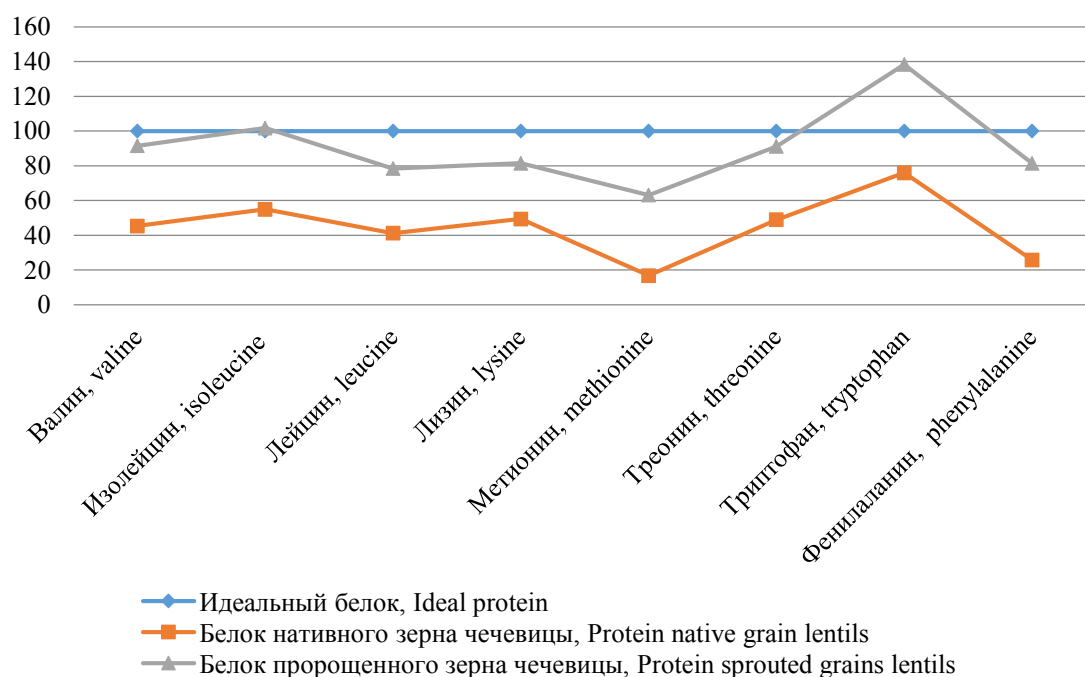


Рисунок 1. Влияние проращивания на аминокислотный SKOP

Figure 1. Effect of germination on the amino acid SKOR

Особо следует отметить существенное увеличение лизина и триптофана – наиболее ценных аминокислот. Лизин – совместно с витаминами, укрепляет иммунитет, участвует в формировании клеточных белков и костной ткани, содействует усвоению кальция из кишечника. Триптофан участвует в образовании серотонина (гормона счастья), от концентрации которого зависит настроение, качество сна, уровень болевого порога и невосприимчивость к раздражителям и воспалениям разного рода.

Однако сейчас одной из важных задач продовольственной политики РФ является ликвидация йододефицита. На данный момент в 96 странах проблема дефицита йода в питании уже разрешена благодаря действию законодательных и нормативных актов по обязательному йодированию соли [12, 13]. Только 13 стран, не имеющих подобных законов, в том числе и Россия, продолжают проживать в условиях некомпенсированного дефицита йода [14]. В Российской Федерации практически на всей территории страны выявлен дефицит йода различной степени тяжести [13]. Поэтому актуальной на сегодняшний день представляется разработка и производство продуктов питания, обогащенных йодом, или создание специальных эффективных БАД.

Первоначальный объект исследования не представлял интереса по содержанию йода. Нами использованы элементы гидропоники, когда, изменяя состав питательной среды, можно получить желаемый эффект. При этом в процессе проращивания используют не воду, а раствор неорганической соли йода в воде.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводили в условиях НИЛ кафедр технологии продуктов животного происхождения ВГУИТ, ПиАПП, физической и аналитической химии, физики, центра коллективного пользования ВГУИТ и Воронежской областной ветеринарной лаборатории.

Объектом исследования служили бобы коричневой чечевицы по ГОСТ 7066-77 «Чечевица тарелочная продовольственная. Требования при заготовках и поставках», пророщенные в опытно-лабораторных условиях и экструдат, полученный из пророщенного зерна.

Зерна неочищенной чечевицы проращивали с использованием раствора неорганической соли в воде, при температуре 21–23 °С в течение 3–4 дней, не допуская их полного высыхания.

Определение йода велось кинетическим методом Проскураковой. [15] Сущность метода заключается в определении скорости реакции окисления роданида железа, зависящей от концентрации ионов йода, являющихся катализаторами.

Скорость реакции определяли по изменению светопоглощения раствора, окрашенного роданидом железа в оранжево-красный цвет. При окислении роданида эта окраска исчезает, и чем больше концентрация йода в растворе, тем быстрее происходит его обесцвечивание, т. е. быстрее уменьшается светопоглощение или оптическая плотность раствора, измеряемая на фотоэлектроколориметре через определенные промежутки времени.

Для определения влияния технологической обработки на степень сохранения йода в чечевице зерна подвергались воздействию: измельчение, экструзия, жарка. Остаточное содержание йода так же определялось по методике Проскураковой [15].

Для определения биологической безопасности пророщенного зерна чечевицы опирались на метод биотестов и исследовали образцы свежепророщенных семян чечевицы и высушенных пророщенных семян чечевицы, хранившихся месяц. В течение трех часов учитывали жизнедеятельность инфузорий, а через сутки определяли влияние исследуемого продукта на ростовую реакцию инфузорий [16].

При микробиологическом контроле, в соответствии с ГОСТ определяли мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (МАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек (БГКП), колиформные, золотистые стафилококки, сульфитредуцирующие клостридии, плесневые грибы и дрожжи, патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы и *Escherichia coli* [17–23].

Экспериментальная выработка экструдата осуществлялась в экструдере в условиях лаборатории кафедры ПиАПП, при следующих параметрах: температура 120 °С, частота вращения шнека 260 мин⁻¹.

Результаты и их обсуждение

При проращивании неорганический йод из питательного раствора переходит в органическую форму (биооконверсия), поступление ее в организм наиболее предпочтительно: органический йод, в отличие от неорганического, находится в связанном состоянии и практически не вступает в химические реакции с органическими веществами, присутствующими в организме. Количество органического йода, поступающего извне, контролируется через систему гомеостаза, и его расщепление протекает строго индивидуально: организм получает ровно столько йода, сколько ему нужно. Излишний органический йод, не востребованный щитовидной железой, естественным образом выводится из организма.

При определении йода кинетическим методом Проскураковой, скорость реакции окисления роданида железа, зависящей от концентрации ионов йода, определяли по изменению светопоглощения окрашенного раствора.

Изменение оптической плотности изображали графически, откладывая по горизонтали время, а по вертикали – соответствующие плотности (рисунок 2), и получали кинетические прямые, угол наклона которых ($\text{tg } \alpha$) зависит от концентрации йода в растворе. По графику подсчитывали изменение светопоглощения за 1 мин., т. е. тангенс угла наклона прямой ($\text{tg } \alpha$)

к оси времени. По растворам с известной концентрацией йода строили калибровочный график, а по тангенсу угла наклона кинетической прямой ($\text{tg } \alpha$), полученной для исследуемого раствора, и по калибровочному графику определяли содержание йода в анализируемом растворе. Результаты исследований представлены в таблице 2.

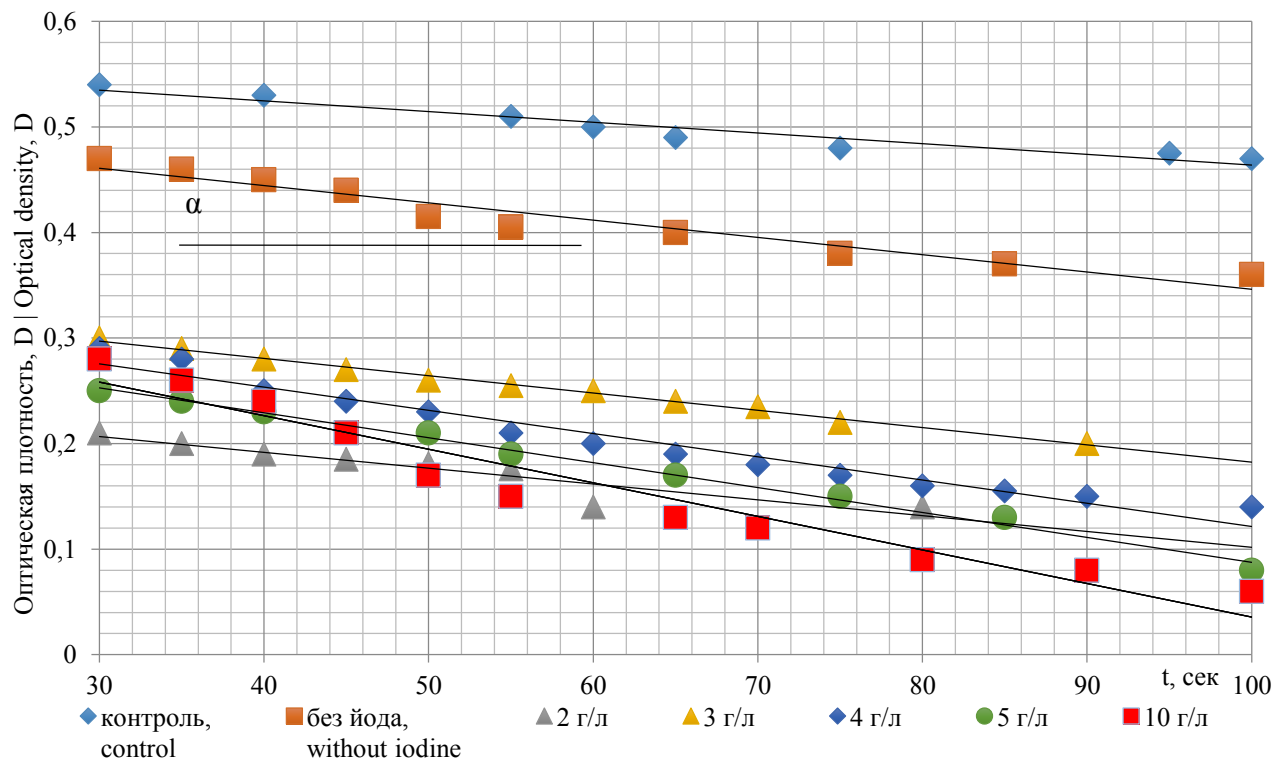


Рисунок 2. Кинетические прямые при различном содержании йода в растворе

Figure 2. Kinetic direct with different contents of iodine in solution

Таблица 2.

Результаты эксперимента

Table 2.

Results of the experiment

Содержание йода в питательном растворе (г/л) The iodine content in nutritive solution (g/l)	$\text{tg } \alpha$	Содержание йода в 5 мл исследуемого раствора, мкг The content of iodine in 5 ml of the study solution mcg	Содержание йода в пророщенной чечевице, мкг/кг The iodine content in sprouted lentils, mcg / kg
контроль, control	0,1	0,8	0
0	0,13	1,2	40
2	0,15	1,3	50
3	0,22	2,0	120
4	0,24	2,2	140
5	0,25	2,3	150
10	0,4	3,7	290

Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание йода в увлажняющей среде прямо пропорционально влияет на содержание йода в пророщенной чечевице. При добавлении в питательный раствор 10 г. йодсодержащей соли, можно достичь содержания

йода в зерне 290 мкг/кг, при суточной норме потребления йода 150 мкг. Таким образом полученная чечевица в количестве 500 граммов полностью покрывает суточную потребность человека в йоде.

Результаты исследования позволяют осуществлять управляемый процесс формирования йодсодержащей добавки создать ассортиментные линейки обогащенных пищевых продуктов животного и растительного происхождения.

Однако свежемолотое зерно, ввиду своей высокой влажности, должно подвергаться систематическому микробиологическому контролю, определяющего доброкачественность готового продукта в микробиологическом отношении, которая в значительной степени зависит от санитарного уровня производства, микробиологической характеристики сырья и вспомогательных материалов, а также от организации санитарно-микробиологического контроля.

При определении биологической безопасности было выявлено, что вне зависимости

от состояния пророщенного зерна не происходило существенного снижения ростовой реакции инфузорий (таблица 3). Так на среде, содержащей измельченную массу свежемолотого зерна чечевицы, количество клеток парамеций составляло в среднем 56,3, то в случае высушенного зерна, их число составляло 49,2. В результате высушивания происходило незначительное снижение ростовой реакции инфузорий (таблица 3) и незначительное снижения индекса интенсивности размножения клеток (таблица 4). Полученные результаты позволили подтвердить биологическую безопасность пророщенного зерна чечевицы. Незначительное снижение ростовой реакции инфузорий *Paramecium caudatum* можно считать недостоверной, в пределах данной выборки.

Таблица 3.

Биологическая оценка безопасности пророщенного зерна чечевицы

Table 3.

Biological safety assessment of sprouted grain lentils

Наименование пробы The name of the sample	Количество проб Number of samples	Количество клеток инфузорий The number of cells of the ciliate
Свежемолотое зерно Freshly sprouted grain	4	56,3
Высушенное пророщенное зерно Dried sprouted grain	4	49,2

Таблица 4.

Изменение индекса интенсивности клеток в зависимости от разведения

Table 4.

The change in the index of the intensity of the cells depending on the breeding

Наименование пробы The name of the sample	Индекс интенсивности размножения клеток The index of intensity of reproduction of cells		
	Разведения объекта Breeding of the object		
	1:100	1:1000	1:10000
Свежемолотое зерно Freshly sprouted grain	0,873	0,820	0,965
Высушенное пророщенное зерно Dried sprouted grain	0,785	0,753	0,879

В результате проведенных экспериментальных исследований получен йодированный эструдат из пророщенного зерна чечевицы, который имеет повышенную биологическую ценность, хорошие органолептические и технологические показатели [25–26]; предложены различные пути его использования, как в составе фаршевых и колбасных изделий, так и в качестве снеков.

При изучении микробиологии пророщенного зерна и экструдата, полученного из него, за контрольные показатели были взяты нормативы Технического регламента таможенного союза [24], отклонений от нормативных показателей выявлено не было (таблица 5).

Микробиология пророщенного зерна и экструдата

Table 5.

Microbiology sprouted grains and extrudate

Наименование Name	КМАФАнМ КОЕ/г, не более Kmafañm CFU/g, not more	БГКП не допуск. в (г) Coliforms tolerance. in (d)	B.cereus не допуск. в (г) B. cereus is not tolerance. in (d)	Дрожжи КОЕ/г, не более Yeast CFU/g, not more	Плесени, КОЕ/г, не более Mold, CFU/g, not more	S.aureus не допуск. в (г) S. aureus non-admission. in (d)	Сульфитред клостридии, не допуск. в (г) Sulfited clostridia, not toler- ance. in (d)	E.coli, не допуск. в (г) E. coli, not tolerance. in (d)
Крупы не требующие варки (ТР ТС 021/2011) Cereals that do not require cooking	5×10^3	0,01	0,1	50	50	1,0	1,0	0,1
Пророщенное зерно чечевицы Sprouted grain	$4,3 \times 10^2$	–	–	21	12	–	–	–
Сухие крупяные продукты экструзион- ной технологии (ТР ТС 021/2011) Dry cereal products of extrusion technology	1×10^4	1,0	0,1	50	50	1,0	1,0	0,1
Экструдат из пророщенного зерна чечевицы Extrudate from sprouted grain of lentils	$0,75 \times 10^4$	–	–	26	19	–	–	–

В ходе эксперимент было проведено изучение влияния процесса экструзии, механической и температурной обработки на содержание йода.

Зерна чечевицы подвергались измельчению на волчке с диаметром решетки 2–3 мм, обжарке при температуре 140–150 °С, экструзии при следующих параметрах: температура 120 °С, частота вращения шнека 260 мин⁻¹. Измерение содержания

йода велось по методике, описанной выше. Результаты измерений представлены на рисунке 3.

На основе данных, приведенных на рисунке 3, можно сделать вывод о наиболее оптимальном варианте технологической обработки пророщенной чечевицы. После экструзии наблюдаются минимальные потери йода.

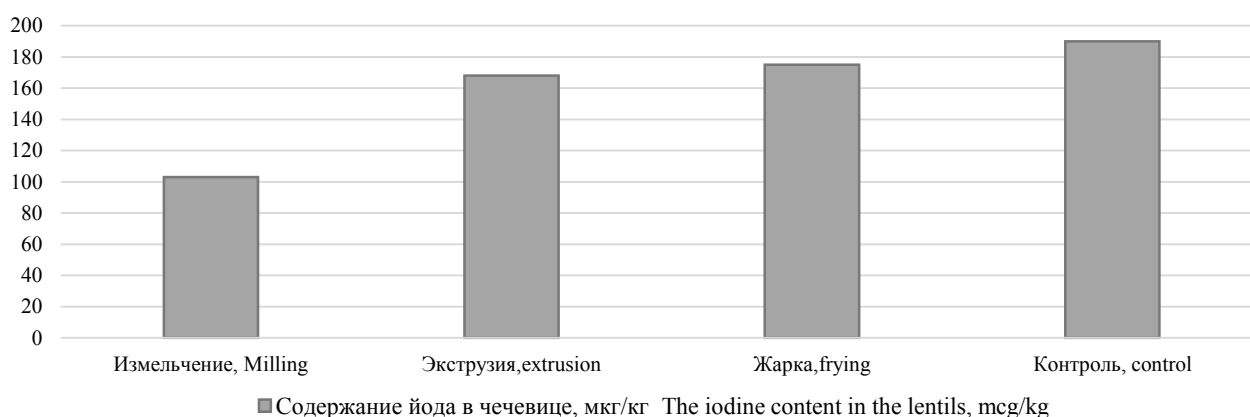


Рисунок 3. Влияние технологической обработки на содержание йода в пророщенной чечевице

Figure 3. Effect of technological processing on the iodine content in sprouted lentils

Полученный экструдат отличается хорошей влагосвязывающей и водо- и жиросодерживающими способностями, а также содержит в своем составе значительную долю белка, что позволяет предположить его успешное использование в составе различных мясных систем в качестве полноценного белкового обогатителя. Так же предложено его самостоятельное использование в качестве снеков при добавлении вкусообразующих добавок, например сладких (сахарная пудра, ваниль) или соленых (сырных или в паприке).

Выводы

Проведенные исследования открывают перспективы для создания новых мясорастительных продуктов, обогащенных не только биологически активными веществами, но и йодом, имеющих возможность более широкого использования отечественного сырья и развития импортозамещающих технологий продуктов здорового питания.

Пророщенную чечевицу функционального назначения предполагается использовать для профилактики йододефицитных состояний, как в составе мясных систем, так и в качестве самостоятельного ингредиента для салатов, а также при создании продуктов, имитирующих мясо для постящихся. Обогащенный экструдированный продукт подойдет для всех групп

населения в качестве профилактики йододефицитных состояний. Особое внимание стоит обратить на использование йодированного пророщенного зерна чечевицы и экструдатов на ее основе в рационе питания спортсменов, учитывая исключительное влияние йода на организм спортсменов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипова Л.В. Оценка потенциала источников растительных белков для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2013. № 8. С. 10–12.

2 Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Мартемьянова Л.Е. Текстураты растительных белков для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2014. № 2. С. 20–23.

3 Астанина В.Ю. Применение белковых препаратов чечевицы в технологии мясных продуктов. Дисс. канд. техн. наук. Воронеж, 1999.

4 Пашенко Л.П., Тареева И.М., Пашенко Л.Ю. Ферментированные полуфабрикаты из чечевицной муки в технологии хлеба // Известия вузов. Пищевая технология. 2001. № 5–6.

5 Антипова Л.В., Морковкина И.А., Попов В.И. Использование молочного и растительного сырья как основы для функциональных напитков // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 2–3.

6 Антипова Л.В., Курчаева Е.Е., Перелыгин В.М. Кисломолочный продукт на основе белка чечевицы // Известия вузов. Пищевая технология. 2001. № 2–3.

7 Bedford M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits // Animal Feed Science and Technology. 2000. V. 86. № 1–2. P. 1–13.

8 Howell E. Enzyme nutrition, 1985.

9 Казымов С.А., Прудникова Т.Н. Влияние проращивания на аминокислотный состав бобов маша // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 5–6. С. 329–330.

10 Антипова Л.В., Мищенко А.А. Разработка белковой добавки из пророщенного зерна чечевицы. // Сборник докладов конференции «Инновационные разработки молодых ученых Воронежской области на службу региона». 2016. С. 158–160.

11 Антипова Л.В., Мищенко А.А., Осипова Н.А. Обогащение зерен чечевицы йодом при проращивании, как способ получения БАД // Всероссийская научно-техническая конференция: «Инновационные технологии сельского хозяйства, пищевого производства и продовольственного машиностроения». 2017. С. 7–15.

12 Карагизова А.Б., Толысбаева Ж.Т. Прогресс в ликвидации йодной недостаточности. Современное состояние // Наука и здравоохранение. 2014. № 1 С. 21–23.

13 Платонова Н.М. Йодный дефицит: современное состояние проблемы // КЭТ. 2015. № 1 С. 12–21.

14 Герасимов Г.А. О новых рекомендациях ВОЗ и ЮНИСЕФ по профилактике йододефицитных заболеваний // КЭТ. 2008. № 1 С. 2–7.

15 Проскуракова Г.Ф., Никитина О.Н. Ускоренный вариант кинетического роданидно-нитритного метода определения микроколичеств йода в биологических объектах // Агрохимия. 1976. № 7. С. – 140–143.

16 Богдан А.С. Методические рекомендации. Комплексная биологическая оценка объектов природного и искусственного происхождения на *Tetrahimena pyriformis* // МЗ Беларусь. 1996. С. 14.

17 ГОСТ 10444.15–94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

18 ГОСТ 31747–2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)

19 ГОСТ 10444.8–88 Продукты пищевые. Метод определения *Bacillus cereus*

20 ГОСТ 10444.12–2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов (с поправкой)

21 ГОСТ 31746–2012 (ISO 6888–1:1999, ISO 6888–2:1999, ISO 6888–3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*

22 ГОСТ 29185–91 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества сульфитредуцирующих клостридий

23 ГОСТ 30726–2001 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli*

24 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011.

25 Остриков А.Н., Напольских М.С., Мاستюкова Т.В., Рудометкин А.С. Исследование гидрофильных свойств экструдированных продуктов на основе люпина, чечевицы и сублимированного мяса // Вестник ВГУИТ. 2013. №1. С. 101–103

26 Хузин Ф.К., Канарская З.А., Ивлева А.Р., Гематдинова В.М. Совершенствование технологии производства хлебобулочного изделия на основе измельченного проросшего зерна пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2017. №1(79). С. 178–187.

REFERENCES

1 Antipova L.V. assessment of the potential sources of vegetable proteins for food production. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry] 2013. no. 8. pp. 10–12. (in Russian)

- 2 Antipova L.V., Tolpegina I.N., Martem'yanova L.E. Texturate of vegetable proteins for food production. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry] 2014. no. 2. pp. 20–23. (in Russian)
- 3 Astanina V. Yu. Primenenie belkovykh preparatov chechevitsy [Use of protein preparations of lentils in the technology of meat products comrade] Voronezh, 1999. (in Russian)
- 4 Pashchenko, L.P., Tareeva, I.M., Pashchenko L.Y. Fermented semi-finished products made of lentil flour in the technology of bread. *Izvestiya vuzov* [News of universities. Food technology] 2001. no. 5–6. (in Russian)
- 5 Antipova L.V., Morkovkina I.A., Popov V.I. the Use of milk and vegetable raw materials as the basis for functional. *Izvestiya vuzov* [News of universities. Food technology]. 2012. no. 2–3. (in Russian)
- 6 Antipova L.V., Kurchaeva E.I., Pereygin, V.M. Fermented milk product on the basis of protein lentils. *Izvestiya vuzov* [News of universities. Food technology]. 2001. no. 2–3. (in Russian)
- 7 Bedford M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*. 2000. vol. 86. no. 1–2. pp. 1–13.
- 8 Howell E. Enzyme nutrition, 1985.
- 9 Kazimov S.A., Prudnikova T.N. Effect of germination on the amino acid composition of mung bean. *Izvestiya vuzov* [News of universities. Food technology]. 2012. no. 5–6. pp. 329–330. (in Russian)
- 10 Antipova L.V., Mishchenko A.A. To develop a protein Supplement from sprouted grains lentils. *Innovatsionnye razrabotki molodykh uchennykh* [Proceedings of the conference "Innovative development of young scientists of the Voronezh region to service the region"] 2016. pp. 158–160. (in Russian)
- 11 Antipova L.V., Mishchenko A.A., Osipova N.A. The concentration of the grains with lentils iodine upon germination, as a way of getting BAD. *Innovatsionnye tekhnologii sel'skogo khozyaistva* [Russian scientific-technical conference: "Innovative technologies in agriculture, food production and food engineering"] 2017. pp. 7–15. (in Russian)
- 12 Karagusova A.B., Talasbaeva J.T. Progress in eliminating iodine deficiency. Current state. *Nauka I zdavookhranenie* [Science and health] 2014. no. 1. pp. 21–23. (in Russian)
- 13 Platonova N.M. Iodine deficiency: current status of the problem. *KET [CET]* 2015. no. 1. pp. 12–21. (in Russian)
- 14 Gerasimov G.A. About new guidelines from who and UNICEF for the prevention of iodine deficiency disorders. *KET [CET]* 2008. no. 1. pp. 2–7. (in Russian)
- 15 Proskuryakova, G.F., Nikitin O.N. Rapid kinetic rhodanide-nitrite method for the determination of trace amounts of iodine in biological objects. *Agrokimiya* [Agrochemistry] 1976. no. 7. pp. 140–143. (in Russian)
- 16 Bogdan A.C. guidelines. An integrated assessment of objects of natural and artificial origin on *Tetrahimena pyriformis*. *MZ Belarus'* [MOH of Belarus] 1996. pp. 14. (in Russian)
- 17 GOST 10444.15–94. *Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nykh aerobnykh* [State standard 10444.15–94. Food Products. Methods for determination quantity of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms] (in Russian)
- 18 GOST 31747–2012 *Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya kolichestva bakterii* [State standard 31747–2012 Food. Methods of detecting and quantifying bacteria of group of intestinal sticks (coliforms)] (in Russian)
- 19 GOST 10444.8–88 *Produkty pishchevye. Metody opredeleniya Bacillus cereus* [State standard 10444.8–88. Food Products. Method of determination of *Bacillus cereus*] (in Russian)
- 20 GOST 10444.12–2013 *Mikrobiologiya pishchevykh produktov i kormov dlya zhivotnykh* [State standard 10444.12–2013 Microbiology of food and animal feed. Methods of identifying and counting the number of yeasts and molds (adjusted)] (in Russian)
- 21 GOST 31746–2012 (ISO 6888–1:1999 ISO 6888–2:1999, ISO 6888–3:2003) *Produkty pishchevye. Metody opredeleniya koagulazopozhitel'nykh stafilokokkov* [State standard 31746–2012 Food. Methods to identify and quantify coagulasepositive staphylococci and *Staphylococcus aureus*] (in Russian)
- 22 GOST 29185–91 *Produkty pishchevye. Metody opredeleniya sul'fidredutsiruyushchikh klostridii* [State standard 29185–91 Food. Methods to identify and quantify sulfitereducing *Clostridium*] (in Russian)
- 23 GOST 30726–2001 *Produkty pishchevye. Metody opredeleniya E. coli* [State standard 30726–2001 Food. Methods of detecting and quantifying bacteria of the species *Escherichia coli*] (in Russian)
- 24 Tekhnicheskii reglament "O Bezopasnosti pishchevoi produktsii" [Technical regulations of the Customs Union "On safety of food products" CU TR 021/2011] (in Russian)
- 25 Ostrikov A.N., Mast'yukova T.B., Napolskikh M.S., Rudometkin A.S. Investigation of the extruded products based on lupins, lentils and sublimated meat hydrophilic properties. *Vestnik VGUET* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 1. pp. 101–103. (in Russian)
- 26 Huzin F.K., Kanarskaya Z.A., Ivleva A.R., Gematdinova V.M. Perfection of technology of production of bakery products on the basis of crushed sprouted wheat grain. *Vestnik VGUET* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. no 1(79). pp. 178–187. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила В. Антипова д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.l54@yandex.ru

Ирина Н. Толпыгина доцент, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, i.tolpygina@yandex.ru

Анастасия А. Мищенко магистрант, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nastya27-94@mail.ru

Наталья А. Осипова студент, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, na_94@mail.ru

Андрей В. Гребенщиков доцент, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, д.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 06.11.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 05.12.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ludmila V. Antipova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of food of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, antipova.l54@yandex.ru

Irina N. Tolpygina associate professor, technology of food of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, i.tolpygina@yandex.ru

Anastasia A. Mishchenko master student, technology of food of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nastya27-94@mail.ru

Natalia A. Osipova student, technology of food of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rna_94@mail.ru

Andrei V. Grebenshnikov associate professor, technology of food of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.6.2017

ACCEPTED 12.5.2017

Разработка новой рецептуры кексов повышенной пищевой ценности

Елена И. Пономарева¹ elena6815@yandex.ru
Светлана И. Лукина¹ lukina.si@yandex.ru
Ольга Б. Скворцова¹ olya5317@yandex.ru

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

Реферат. В технологии мучных кондитерских изделий могут применяться нетрадиционные виды растительного сырья. Введение в рецептуру кексов измельченной мякоти тыквы и муки из цельнозернового зерна пшеницы, богатых витаминами и микроэлементами, позволит обогатить готовые изделия полезными веществами и повысить их пищевую ценность. Целью работы являлось изучение технологических свойств обогатителей, их химического состава, а также исследование эффективности использования мякоти тыквы в рецептуре кексов и выявление её рациональной дозировки. В работе применяли общепринятые методы исследования свойств готовых изделий. Объектом изучения являлись готовые кексы с различной дозировкой мякоти тыквы. Рациональную дозировку устанавливали, исследуя органолептические (вкус, запах, поверхность, вид в изломе, структура и форма) и физико-химические показатели (массовая доля влаги, плотность, удельный объем и щелочность). Результатом исследования является разработка технологии и новой рецептуры кекса «Илья Муромец» с добавлением 50% мякоти тыквы к массе муки. Добавление обогатителя в рецептуру способствовало увеличению плотности изделия на 21%, уменьшению удельного объема на 16,7%. Расчет пищевой ценности разработанного изделия показал, что за счет богатого химического и витаминного состава мякоти тыквы, употребление 100 г. кекса обеспечит степень удовлетворения суточной потребности белка на 6,9%, жира – 16,2%, углеводов – 9,2%, пищевых волокон – 7,2%. С помощью полученных данных можно охарактеризовать кекс «Илья Муромец» как изделие повышенной пищевой ценности для профилактического и функционального питания, что позволит расширить ассортимент изделий на хлебопекарном рынке.

Ключевые слова: кексы, пищевая ценность, мякоть тыквы, мука из цельнозернового зерна пшеницы

Development of a new recipe muffins increased nutritional value

Elena I. Ponomareva¹ elena6815@yandex.ru
Svetlana I. Lukina¹ lukina.si@yandex.ru
Olga B. Skvortsova¹ olya5317@yandex.ru

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

Summary. In the technology of flour confectionery products non-traditional types of plant raw materials can be used. Introduction of muffins of pumpkin and flour from whole wheat seeds, rich in vitamins and microelements, will enrich muffins with useful substances and increase their nutritional value. The purpose work was to study the technological properties of enrichers, their chemical composition, as well as to study the efficiency of using pumpkin pulp in the recipes of cupcakes and to identify its rational dosage. In this work, conventional methods of investigating the properties of finished products have been used. The object of study were ready-made muffins with different dosages of pumpkin pulp. The rational dosage was established by examining organoleptic (taste, smell, surface, fracture appearance, structure and form) and physicochemical parameters (moisture mass fraction, density, specific volume and alkalinity). The result of this work is the development of a new recipe and production technology for the cake "Ilya Muromets" with the addition of 50% pumpkin pulp to the mass of flour. The addition of the enrichant in the formulation contributed to an increase in the density of the product by 21%, a decrease in the specific volume by 16.7%. Calculation of the nutritional value of the developed product showed that due to the rich chemical and vitamin composition of the pumpkin pulp, the consumption of 100 g of cake will provide a degree of satisfaction of the daily protein requirements by 6.9%, fat 16.2%, carbohydrates – 9.2%, dietary fiber 7.2%. With the help of the received data it is possible to characterize the "Ilya Muromets" cake as a product of increased nutritional value for preventive and functional nutrition that will allow expanding the assortment of products on the bakery market.

Keywords: muffins, nutritional value, pumpkin pulp, whole-wheat flour.

Введение

Рациональное питание – это питание, обеспечивающее рост, нормальное развитие и жизнедеятельность человека, способствующее улучшению его здоровья и профилактике заболеваний.

В рационе питания россиян наблюдается дефицит витаминов, минеральных веществ и полиненасыщенных жирных кислот. Так как мучные кондитерские изделия являются продуктами массового потребления среди всех групп населения нашей страны, то введение в рецептуру именно этих изделий натуральных ингредиентов, богатых витаминами и минералами, считается наиболее целесообразно [1, 12].

Одним из компонентов, позволяющих обогатить мучные кондитерские изделия полезными веществами, является тыква. Мякоть этого овоща богата витаминами (Е, А, С, D, F, PP, группы В), микроэлементами (магний, калий, железо, кальций), белками, пищевыми волокнами и сахаром. За счет ошелачивающих веществ плоды полезны при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Также введение тыквы в рацион питания помогает в лечении таких заболеваний, как туберкулез, атеросклероз, диабет, желчекаменная болезнь и т. д. [2, 3, 9, 10].

Для цитирования

Пономарева Е.И., Лукина С.И., Скворцова О.Б. Разработка новой рецептуры кексов повышенной пищевой ценности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 114–118. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-114-118

For citation

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Skvortsova O.B. Development of a new recipe muffins increased nutritional value. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 114–118. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-114-118

Материалы и методы

Цель исследования – определение эффективности использования мякоти тыквы в рецептуре кексов и выявление её рациональной дозировки, а также разработка рецептуры кексов повышенной пищевой ценности. В ходе испытаний были проведены пробные выпечки кексов с добавлением измельченной мякоти тыквы. В качестве контрольного образца был использован кекс «Столичный» (ГОСТ 15052-2014) [4]. Обогажитель вносили в рецептуру в количестве 40, 50, 70% к массе муки. Кроме этого, с целью повышения пищевой ценности кексов исследуемых образцов часть муки высшего сорта (а именно 20% от общего количества) заменили на муку из цельнозернового зерна пшеницы, сахар полностью заменили на крахмальную высокоосахаренную патоку.

Главная польза муки из цельнозернового зерна пшеницы заключается в наличии в её составе всех компонентов самого пшеничного зерна: витамины группы В, витамин Е, Н, кальций, марганец, железо, хром. Эти элементы оказывают благотворное и оздоравливающее действие на кровеносную, сердечно-сосудистую, пищеварительную системы организма. Помимо

витаминов и микроэлементов в данной муке отмечено высокое содержание пищевых волокон, которые стимулируют перистальтику кишечника, улучшают стул и препятствуют всасыванию холестерина и запуску гнилостных процессов в кишечнике [5, 6].

Патока крахмальная высокоосахаренная позволяет снизить сахароемкость изделий, улучшить их вкус и аромат, увеличить срок сохранения свежести [13–15].

Тесто замешивали из меланжа, крахмальной патоки, смеси муки высшего сорта и муки из цельнозернового зерна пшеницы с добавлением измельченной мякоти тыквы, соды и соли поваренной пищевой. Формировали тестовые заготовки массой 45 г., помещали в формы для кексов, выпекали 30 ± 5 при температуре 200–220 °C [7, 8, 11].

Результаты и обсуждения

Качество кексов определяли по органолептическим (вкус и запах, поверхность, вид в изломе, структура и форма) и физико-химическим показателям (массовая доля влаги, щелочность, плотность, удельный объем) (таблица 1).

Таблица 1.

Показатели качества кексов

Table 1.

Quality indicators for cupcakes

Наименование показателя Name of indicator	Значение показателей в образцах с внесением мякоти тыквы к массе муки, % The value of the indicators in the samples with the introduction of pulp to the mass of flour, %			
	0	40	50	70
Органолептические показатели Organoleptic indicators				
Вкус и запах Taste and smell	Сдобный вкус, характерный аромат, без постороннего привкуса и запаха Good taste, characteristic aroma, without foreign taste and smell	Сдобный вкус, характерный аромат и вкус тыквы Good taste, characteristic aroma and taste of pumpkin	Сдобный вкус с характерным ярко выраженным ароматом и вкусом тыквы A good taste with a characteristic pronounced aroma and taste of pumpkin	
Поверхность Surface	Выпуклая, с характерными трещинами Convex, with typical cracks			
Вид в изломе View of the fracture	Пропеченное изделие, без комочков и следов непромеса, с равномерное пористостью, без пустот Baked product, without lumps and traces of non-mesa, with an even-dimensional porosity, without voids	Пропеченное изделие, без комочков и следов непромеса, с равномерное пористостью, без пустот. Обоганитель распределен равномерно по всему изделию Baked product, without lumps and traces of impurities, with a uniform porosity, without voids. The enrichment agent is evenly distributed throughout the product		
Структура Structure	Пористая, без пустот и уплотнений Porous, without voids and seals			
Форма The form	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью. Нижняя и боковые поверхности ровные, без пустот Correct, with a convex upper surface. Bottom and side surfaces are even, without voids			
Физико-химические показатели Physical and chemical indicators				
Массовая доля влаги, % Moisture content, %	16,00	20,00	22,00	24,00
Плотность, г/см ³ Density, g/cm ³	0,33	0,40	0,40	0,44
Удельный объем, см ³ /г Specific volume, cm ³ /g	3,00	2,50	2,50	2,30
Щелочность, град Alkalinity, deg	1,80	1,80	1,80	1,60

Выявлено, что органолептические показатели кексов зависят от количества внесенного обогатителя. С увеличением дозировки мякоти тыквы цвет мякиша у образцов становился ярче, а вкус и аромат более выраженным. Все изделия имели правильную форму, без вмятин, поверхность изделий гладкая, без значительных трещин и вздутий.

Массовая доля влаги в образцах с внесением мякоти тыквы находилась в пределах 24%, что удовлетворяет требованиям ГОСТ 15025-2014. Щелочность изделий у образцов с дозировкой 40 и 50% по сравнению с контролем не изменялась и составила 1,8 град, а у образца с дозировкой 70% уменьшилась до 1,6 град.

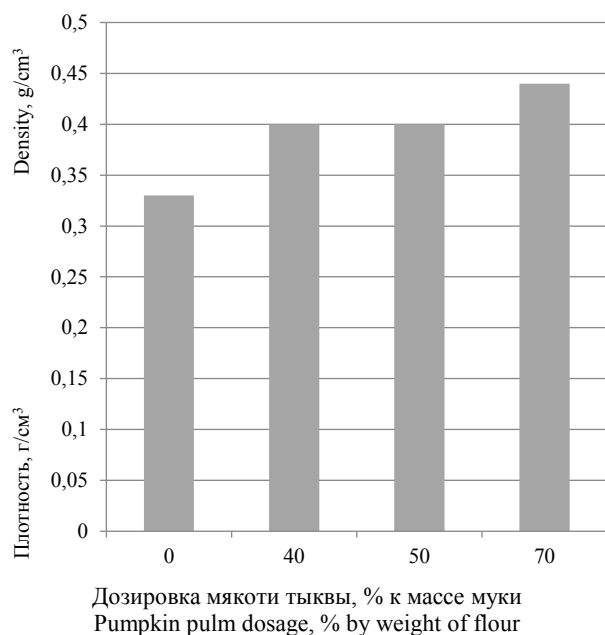


Рисунок 1. Зависимость плотности исследуемых образцов от дозировки обогатителя

Figure 1. Dependence of the density of the test samples on the dosage of the enrichment agent

Анализ плотности готовых изделий выявил, что при внесении измельченной мякоти тыквы в количестве 40 и 50% к массе муки исследуемый параметр увеличивался на 21%, а при внесении 70% обогатителя – на 33% по сравнению с контрольным образцом (рисунок 1).

Установлено, что с увеличением дозировки мякоти тыквы данный показатель уменьшался. Минимальным значением (0,44 г./см³) характеризовался образец с дозировкой 70%, максимальным (0,33 г./см³) – контрольный образец без обогатителя (рисунок 2).

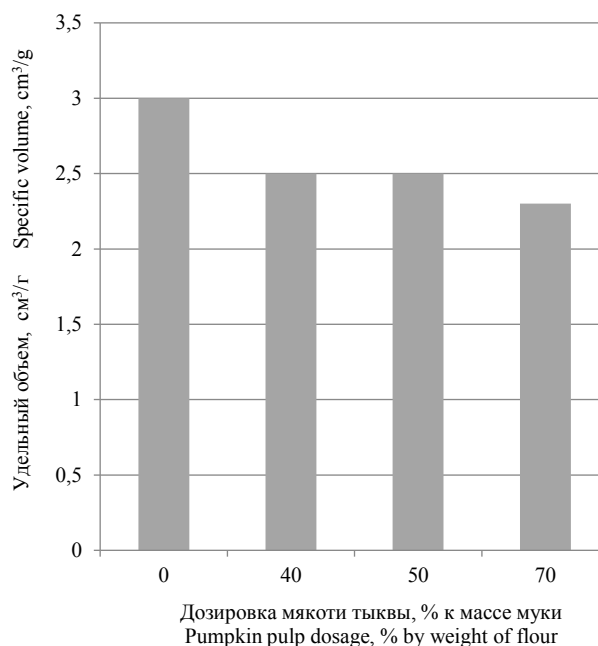


Рисунок 2. Зависимость удельного объема исследуемых образцов от дозировки обогатителя

Figure 2. Dependence of the specific volume of the test samples on the dosage of the enrichment agent

Таблица 2.

Сведения о пищевой и энергетической ценности 100 г кекса

Table 2.

Information on food and energy value 100 g cupcake

Наименование пищевых веществ Name of food substance	Физиологическая суточная потребность, г/сут Physiological daily requirement, g/day	Содержание в образцах кекса Content in the samples cake		Степень удовлетворения за счет употребления кекса, % The degree of satisfaction due to the consumption of cake, %	
		Контроль Control	Опыт Experiment	Контроль Control	Опыт Experiment
1	2	3	4	5	6
Белок, г Protein, g	82	5,4	5,7	6,6	6,9
Жир, г Fat, g	96,5	15,6	15,6	16,2	16,2
Углеводы, г Carbohydrates, g	422	38,4	38,9	9,1	9,2
Пищевые волокна, мг Dietary fiber, mg	20	1,0	1,43	5,1	7,2
Натрий, мг Sodium, mg	1300	59,9	60,6	4,6	4,7
Калий, мг Potassium, mg	2500	42,5	79,6	1,7	3,2
Кальций, мг Calcium, mg	1200	18,9	23,3	1,6	1,9
Магний, мг Magnesium, mg	400	6,8	8,9	1,7	2,2

1	2	3	4	5	6
Фосфор, мг Phosphorus, mg	800	85,5	86,2	10,7	10,8
Железо, мг Iron, mg	1,8	0,8	1,1	44,4	60,0
Витамин В ₁ , мг VitaminB ₁ , mg	1,5	0,1	0,1	3,3	4,7
Витамин В ₂ , мг VitaminB ₂ , mg	1,8	0,1	0,1	5,6	6,1
Витамин РР, мг VitaminPP, mg	20	0,4	0,6	2,0	2,9

Заключение

Поскольку плотность и удельный объем образцов с дозировкой 40 и 50% не изменялся, а органолептические свойства только улучшались, было установлено что наиболее рациональной дозировкой является 50% мякоти тыквы к массе муки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 июня 2013 г. № 31 г. Москва "О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения".

2 Михалев В.Ю., Николаев И.В., Королева О.В. Функциональный продукт из мякоти тыквы // Пищевая промышленность. 2012. № 2. С. 20–22.

3 Щербакоева Е.И. Обоснование использования нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий // Вестник ЮУрГУ, серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. Т. 2. № 3. С. 94–98.

4 Лапшина В.Т., Фонарева Г.С., Ахиба С.Л. Сборник рецептов на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия. М.: Хлебпродинформ, 2000. 720 с.

5 Магомедов Г.О. и др. Исследование структурно-механических свойств кексов с нетрадиционными видами муки // Материалы 3-й междунар. науч.-практ. конф. "Управление реологическими свойствами пищевых продуктов". 2012. С. 120–123.

6 Садыгова М.К. и др. Сравнительная характеристика цвета кексов с нетрадиционными видами муки // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства». 2013. Вып. XV. С. 319–321.

7 Пономарева Е.И., Лукина С.И., Алехина Н.Н., Малютина Т.Н. и др. Практикум по технологии отрасли (технология хлебобулочных изделий), СПб.: Лань, 2016. 316 с.

8 Пономарева Е.И., Застрогина Н.М., Шторх Л.В. Практические рекомендации по совершенствованию технологии и ассортимента функциональных хлебобулочных изделий. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 290 с.

9 Kim M.Y., Kim E.J., Kim Y. – N., Choi C. et al. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin species and parts // Nutrition research and Practice. 2012. № 1.

10 Saavedra M.J., Aires A., Dias C., Almeida J.A. et al. Evaluation of the potential of squash pumpkin by-products (seeds and shell) as sources of antioxidant and bioactive compounds // J Food Sci Technol. 2015. V.52. № 2. P. 1008–1015.

Анализ пищевой ценности кекса с обогастителем в сравнении с контрольным образцом показал, что в предлагаемом изделии увеличивается количество белков, углеводов, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов (таблица 2).

11 Warren E. S. Muffin Processing Solutions // Food Processing. 2015. № 4. P. 462–468.

12 Mildner-Szkudlarz S., Bajerska J., Paweł Górnaś P. Physical and Bioactive Properties of Muffins Enriched with Raspberry and Cranberry Pomace Powder: A Promising Application of Fruit By-Products Rich in Biocompounds // Plant and Food Hum Nutr. 2016. № 71. P. 165–173.

13 Mildner-Szkudlarz S., Siger A., Szwengiel A., Bajerska J. Natural compounds from grape by-products enhance nutritive value and reduce formation of CML in model muffins // Food Chem. 2015. № 172. P. 78–85.

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

15 Шаймерденова Д.А., Горбатовская Н.А., Изтаев А.И. Определение перспективности сортов мягкой пшеницы Казахстана методом микроскопирования // Вестник ВГУИТ. 2017. № 79(3). С. 86–92. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-86-92

REFERENCES

1 O merakh po profilaktike zabolevaniy, obuslovlennykh defitsitom mikronutrientov, razvitiyu proizvodstva pishchevykh produktov [Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on June 14, 2013, No. 31, Moscow "On measures to prevent diseases caused by micronutrient deficiencies, development of production of functional and specialized food products."] (in Russian)

2 Mikhalev V. Yu., Nikolaev I.V., Koroleva O.V. Functional product from the pulp of the pumpkin. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry] 2012. no. 2. pp. 20–22. (in Russian)

3 Shcherbakova EI Justification of the use of non-traditional raw materials in the production of flour confectionery products. *Vestnik YuURGU* [Proceedings of SUSU, series "Food and Biotechnology"] 2014. vol. 2. no. 3. pp. 94–98. (in Russian)

4 Lapshina V.T., Fonareva G.S., Achiba S.L. Sbornik retseptur na torty, pirozhnye, kekсы [A collection of recipes for cakes, pasties, muffins, rolls, biscuits, gingerbread, gingerbread and buns] Moscow, Khlebprodinform, 2000. 720 p. (in Russian)

5 Magomedov G.O. et al. Investigation of the structural and mechanical properties of cupcakes with non-traditional types of flour. Upravlenie reologicheskimi svoistvami produktov [Materials of the 3rd international. scientific-practical. Conf. "Management of the rheological properties of food"] Moscow, MGUPP, 2012. pp. 120–123. (in Russian)

6 Sadygova M.K. et al. Comparative characteristics of the color of cakes with non-traditional types of flour. Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva [Materials of the International. scientific-practical. Conf. "Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products."] 2013. no. XV. pp. 319–321. (in Russian)

7 Ponomareva E.I., Lukina S.I., Alekhina N.N., Malyutina T.N. et al. Praktikum po tekhnologii otrasli [Practice on the technology of the industry (technology of bakery products)] Saint-Petersburg, Lan', 2016. 316 p. (in Russian)

8 Ponomareva E.I., Zastrogina N.M., Shtorkh L.V. Prakticheskie rekomendatsii po sovershenstvovaniyu tekhnologii i assortimenta izdelii [Practical recommendations for improving technology and assortment of functional bakery products] Voronezh, VGUIT. 2014. 290 p. (in Russian)

9 Kim M.Y., Kim E.J., Kim Y. – N., Choi C. et al. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin species and parts // Nutrition research and Practice. 2012. no. 1.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена И. Пономарева 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, elena6815@yandex.ru

Светлана И. Лукина 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, lukina.si@yandex.ru

Ольга Б. Скворцова студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, olya5317@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 25.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.12.2017

10 Saavedra M.J., Aires A., Dias C., Almeida J.A. et al. Evaluation of the potential of squash pumpkin by-products (seeds and shell) as sources of antioxidant and bioactive compounds. J Food Sci Technol. 2015. vol.52. no. 2. pp. 1008–1015.

11 Warren E. S. Muffin Processing Solutions. Food Processing. 2015. no. 4. pp. 462–468.

12 Mildner-Szkudlarz S., Bajerska J., Paweł Górnaś P. Physical and Bioactive Properties of Muffins Enriched with Raspberry and Cranberry Pomace Powder: A Promising Application of Fruit By-Products Rich in Biocompounds. Plant and Food Hum Nutr. 2016. no. 71. pp. 165–173.

13 Mildner-Szkudlarz S., Siger A., Szwengiel A., Bajerska J. Natural compounds from grape by-products enhance nutritive value and reduce formation of CML in model muffins. Food Chem. 2015. no. 172. pp. 78–85.

14 Magomedov G.O., Plotnikova I.V., Kuznetsova I.V., Naumchenko I.S., Saranov I.A. The study of forms of bonding marshmallow moisture with different composition by method of thermal analysis. Vestnik VGUIT [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. no. 9(3). pp. 42–50. (in Russian) doi:10.20914/2310-1202-2017-3-42-50

15 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 the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. no. 79(3). pp. 86–92. (in Russian) doi:10.20914/2310-1202-2017-3-86-92

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena I. Ponomareva Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elena6815@yandex.ru

Svetlana I. Lukina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lukina.si@yandex.ru

Olga B. Skvortsova student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, olya5317@yandex.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.25.2017

ACCEPTED 12.4.2017

Физико-химические свойства мяса уток мулардов в современных технологиях мясопродуктов

Руслан Ф. Галин	¹	ruslan_galin@mail.ru
Валентина С. Слободяник	¹	ktmmp@yandex.ru
Татьяна А. Кучменко	¹	tak1907@mail.ru
Юлия Ф. Маслова	²	
Юрий П. Бреславец	³	

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

² филиал МПК "Ясные Зори" ООО "Белгранкорм"

³ Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина

Реферат. В работе представлены результаты изучения химического состава мяса уток мулардов в сравнении с утками пекинской белой породы и мускусными утками. Результаты химического анализа позволяют отметить высокое содержание влаги для мяса уток-мулардов. Невысокое содержание жира для белого и красного мяса уток-мулардов открывает широкие возможности для разработки ассортимента мясных продуктов функциональной направленности. Определены аминокислоты, лимитирующие биологическую ценность. Суммарное количество незаменимых аминокислот в мясе мулардов выше, чем у мускусной (на 1,02 г/100 г белка) и пекинской (на 0,86 г/100 г белка), что свидетельствует о более высокой биологической ценности. Лимитирующей аминокислотой является метионин и цистеин. В работе представлены результаты оценки аромата сырья с использованием анализатора запахов «МАГ-8» – «электронный нос». Сравнивали и оценивали содержание легко летучих соединений в равновесной газовой фазе для образцов мышечной и жировой ткани уток различной селекции. Наиболее информативными в матрице являются сенсоры с пленками полидиэтиленгликоль сукцината, поливинилпирролидона, полиэтиленгликоля ПЭГ-2000, 18-краун-6, триоктилфосфиноксидаза, которые проявляют максимальную чувствительность к полярным и азотсодержащим соединениям, ароматическим углеводородам. Это объясняется тем, что легколетучая фракция и мяса, и жира исследуемых образцов представлена многообразием органических соединений различной концентрации. Такое разнообразие веществ может воспринимать дегустаторами как «запах заметный, сложный». В соответствии с полученными результатами сделали вывод, что аромат мышечной и жировой ткани уток мулардов интенсивнее, насыщеннее по сравнению с пекинской уткой. Полученные данные о химическом составе свидетельствуют о возможных диетических свойствах мяса уток мулардов. Богатый, ярко выраженный аромат мышечной и жировой ткани обуславливает высокие органолептические показатели готового продукта, что крайне важно для потребителя. Мясо уток мулардов представляет интерес для производства мясных изделий ввиду высокой биологической ценности.

Ключевые слова: утки-муларды, химический состав, органолептические показатели, биологическая ценность мяса

Physicochemical properties of meat of ducks of mulberries in modern technologies of meat products

Ruslan F. Galin	¹	ruslan_galin@mail.ru
Valentina S. Slobodyanik	¹	ktmmp@yandex.ru
Tat'yana A. Kuchmenko	¹	tak1907@mail.ru
Yulia F. Maslova	²	
Yuriy P. Breslavets	³	

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

² "Yasnye Zory" Belgrankorm Ltd.

³ Belgorod State Agricultural University named by V.Y. Gorin

Summary. The article presents the results of studying the chemical composition of mullards duck meat in comparison with the ducks of the Beijing white breed and musk ducks. The chemical analysis results allow us to note the high moisture content for mullard duck meat. The low fat content for white and red mullard duck meat opens up wide opportunities for the development of an assortment of meat products with a functional orientation. The limited amino acids are determined. The total number of essential amino acids in the mullard duck meat is higher than in musk (by 1.02 g / 100 g protein) and Beijing (by 0.86 g / 100 g protein), which indicates a higher biological value. The limiting amino acid is methionine and cysteine. The article presents the results of the raw material aroma assessment using the "MAG 8" - "electronic nose" analyzer. The content of easily volatile compounds in the equilibrium gas phase for samples of muscle and fat tissue from ducks of different breeding was compared and evaluated. The most informative in the matrix are sensors with films of polydiethylene glycol succinate, polyvinylpyrrolidone, polyethylene glycol PEG-2000, 18-crown-6, trioctylphosphine oxidase, which show maximum sensitivity to polar and nitrogen-containing compounds, aromatic hydrocarbons. This is explained by the fact that the easily volatile fraction of both meat and fat of the samples under study is represented by a variety of organic compounds of different concentrations. Such a variety of substances can be perceived by tasters as "a noticeable smell, difficult". In accordance with the results obtained, we concluded that the aroma of muscle and fat tissue of mulard ducks is more intense, more saturated than the Beijing duck. The obtained data on the chemical composition indicate possible dietary properties of meat of ducks of mullards. The rich, pronounced aroma of muscle and fatty tissue causes high organoleptic parameters of the finished product, which is extremely important for the consumer. Meat of mulard ducks is interesting for meat products production due to its high biological value.

Keywords: duck-mulberries, chemical composition, organoleptic characteristics, biological value of meat

Для цитирования

Галин Р.Ф., Слободяник В.С., Кучменко Т.А., Маслова Ю.Ф., Бреславец Ю.П. Физико-химические свойства мяса уток мулардов в современных технологиях мясопродуктов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 119–126. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-119-126

For citation

Galín R.F., Slobodjanik V.S., Kuchmenko T.A., Breslavets Physicochemical properties of meat of ducks of mulberries in modern technologies of meat products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 119–126. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-119-126

Введение

Для обеспечения устойчивого развития отечественного птицеводства согласно Государственной политике и утвержденной стратегии до 2020 года, ориентированной на улучшение уровня жизни россиян, в условиях перенасыщения рынка мясом цыплят-бройлеров, необходимо формирование продовольственного рынка с альтернативными источниками мясного сырья от животных высокой степени продуктивности. В связи с этим представляет интерес изучение физико-химических свойств, пищевой и биологической мяса уток мулардов и обоснование его использования в современных технологиях мясопродуктов.

Рынок мяса птицы и птицепродуктов является одним из самых крупных и востребованных сегментов отечественного продовольственного рынка. В рамках реализации программы развития птицеводства основная цель – повышение качества жизни населения, и обеспечение доступными продуктами питания, богатыми животным белком, с высоким уровнем пищевой безопасности [1].

Государственная политика в области развития птицеводства предусматривает импортозамещение в мясном секторе отечественного продовольственного рынка и развитие экспортного рынка для мяса птицы и продуктов из него.

Учитывая ситуацию по насыщению рынка мясом цыплят-бройлеров, рассматриваются возможности промышленного использования мяса утки муларда как альтернативного вида сырья [2].

Одним из скороспелых видов утки являются утки муларды, свойства мяса которого не достаточно изучены.

Цель исследований – изучение физико-химических свойств мяса уток мулардов и оценка потенциальной возможности использования мяса уток мулардов в современных технологиях мясопродуктов.

Материалы и методы

Объекты исследования представлены пятью тушками уток мулардов. Убой и первичная переработка проведены согласно традиционной технологии убоя и первичной обработке водоплавающей птицы. Для исследования химического состава и функционально – технологических свойств отобраны образцы мышечной ткани от грудной и бедренной части тушки.

Исследовали мышечную ткань различных частей тушки с незначительными включениями соединительной ткани, без кожи и костной ткани.

Экспериментальные исследования проводили в условиях НИЛ кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО ВГУИТ, НИЛ кафедры физической и аналитической химии ФГБОУ ВО ВГУИТ и в испытательной лаборатории центра АНО «НТЦ Комбикорм» АО «ВНИИ Комбикормовой промышленности».

Методы исследования включали: определение общего химического состава мышечной ткани уток мулардов, содержания аминокислот, изучение аромата мышечной и жировой ткани уток. Определение массовой доли влаги проводили в соответствии с ГОСТ 31467, массовой доли белка – ГОСТ 25011, массовой доли жира – ГОСТ 23042, массовой доли золы – ГОСТ 31727. Определение аминокислотного состава проводили по ГОСТ 31480 с применением капиллярного электрофореза (Капель-105). Определение аромата сырья проводили в НИЛ кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО ВГУИТ на анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «Электронный нос» (производство ООО «Сенсорные технологии», г. Воронеж) [4–9].

Результаты исследования. Исходя из полученных результатов исследования (таблица 1), можно отметить высокое содержание влаги в мышечной ткани уток мулардов – $70,65 \pm 3,53\%$ и незначительное содержание жира по сравнению с пекинской и мускусной утками. Низкий уровень жира в мясе уток мулардов позволяет рассматривать его как диетическое и обуславливает возможность использования в рецептурах мясных продуктов функционального значения.

Таблица 1.

Химический состав мышечной ткани уток, %

Table 1.

Chemical composition of duck muscular tissue, %

Вид уток Type of duck	Белок Protein	Жир Fat	Вода Water	Минеральные вещества Mineral substances
Мускусная [1] Musky	17,06	17,46	64,21	1,37
Пекинская [1] Beijing	17,06	24,73	56,93	1,08
Мулард Mullard	$21,51 \pm 1,08$	$5,26 \pm 0,26$	$70,65 \pm 3,53$	$1,23 \pm 0,06$

Огромное влияние на питательную ценность мяса и усвояемость его организмом человека оказывает соотношение белка и жира. В соответствии с теорией адекватного питания наиболее оптимальным соотношением белка и жира в суточном рационе здорового человека является 1:1,2. По мнению большинства исследователей и ученых, именно такое соотношение белка и жира наиболее благоприятно для максимального удовлетворения энергетических и пластических

потребностей организма [10]. Этому показателю наиболее соответствует мясо мускусной утки – 1:1,45 и пекинской утки – 1:1,02. Однако мясо утки муларда менее жирное, поэтому его можно рассматривать как диетическое. Соотношение белка к жиру для него – 1:0,22.

Так же было установлено различие в химическом составе белого и красного мяса уток мулардов (таблица 2).

Таблица 2.

Химический состав красного и белого мяса уток мулардов, %

Table 2.

Chemical composition of red and white meat of mullard ducks, %

Вид мышечной ткани Type of duck meat	Белок Protein	Жир Fat	Вода Water	Минеральные вещества Mineral substances
Грудка, белое мясо Mullard breast, white meat	22,52 ± 1,13	3,7 ± 0,19	71,4 ± 3,57	1,23 ± 0,06
Окорочок, красное мясо Mullard leg, red meat	20,5 ± 1,02	11,5 ± 0,58*	69,9 ± 3,50	0,96 ± 0,05*

* – $P \leq 0,05$ к показателю для белого мяса (indicator for white meat)

Из таблицы видно, что содержание белка в белом мясе на 2,02% больше, чем в красном. Белое мясо постнее, так как уровень жира в 3 раза ниже, чем в красном мясе. Количество минеральных веществ в мясе уток не противоречит литературным данным по содержанию минеральных веществ для различных видов мяса птиц и варьируется в пределах от 1 до 1,5% [2].

Пищевая и биологическая ценность мяса и мясных продуктов определяются не только содержанием в нем белка, но и сбалансированным составом входящих в него аминокислот. Это обеспечивает нормальную физическую активность и умственную деятельность человека. Биологическая ценность продукта определяется как степень соответствия аминокислотного состава входящего в него белка потребностям организма человека для синтеза собственного белка [3].

Наиболее важными для жизнедеятельности человека являются незаменимые аминокислоты, которые не синтезируются организмом из других веществ и должны поступать с пищей.

Определение аминокислотного состава мяса уток мулардов (таблица Таблица3) позволяет наиболее полно оценить продуктивные качества разводимых пород уток. Аминокислотный состав белков мяса уток мулардов представлен пятнадцатью аминокислотами. Из незаменимых аминокислот больше всего содержится лизина и фенилаланин + тирозин (соответственно 10,52 и 7,82 г/100 г белка). Среди заменимых аминокислот преобладают глутаминовая кислота (9,95 г), аргинин (7,54 г) и аспарагиновая кислота (7,2 г/100 г белка).

Таблица3.

Аминокислотный состав мышечной ткани уток

Table3.

Amino acid composition of duck muscular tissue

Незаменимые Аминокислоты Essential amino acids	Содержание г / 100г белка в мышечной ткани уток Content g/100g protein of duck meat			Заменимые аминокислоты Interchange able amino acids Мускусные [1] Musky	Содержание г / 100г белка мышечной ткани уток Content g/100g protein of duck meat		
	Мускусные [1] Musky	Пекинские [1] Beijing	Мулард Mullard		Пекинские [1] Beijing	Мулард Mullard	Мускусные [1] Musky
1	2	3	4	5	6	7	8
Триптофан Tryptophan	1,22	1,16	1,01	Гистидин Histidine	1,94	1,98	1,17
Лейцин / Leucine	8,76	8,47	6,78	Аргинин / Arginine	6,1	6,25	7,54
Изолейцин Isoleucine	4,4	4,51	5,27	Аспарагиновая кислота Aspartic acid	9	9,27	7,20
Валин / Valine	5,1	5,18	5,40	Серин / Serin	3,83	4,07	4,04
Треонин Threonine	4,16	4,47	4,27	Глутаминовая кислота Glutamic acid	16,2	16,56	9,95
Лизин / Lysine	6,94	7,2	10,52	Пролин / Proline	4,55	4,72	3,89

1	2	3	4	5	6	7	8
Метионин + цистеин Methionine+ Cystine	3,33	3,28	2,34	Оксипролин Oxyproline	1	0,98	0,00
Фенилаланин + тирозин Fenylalanine + tyrosine	7,55	7,26	7,82	Глицин Glycine	7,2	7,44	3,91
				Аланин Alanine	6,7	6,73	6,68
СуммаНАК Total amount essential amino acid	41,37	41,53	42,39	СуммаЗАК Total amount interchange able amino acids	56,52	58	44,38

Суммарное количество незаменимых аминокислот в мясе мулардов выше, чем у мускусной (на 1,02 г/100г белка) и пекинской (на 0,86 г/100г белка) утки, что говорит о более высокой биологической ценности.

Показателем, определяющим биологическую ценность продукта является аминокислот-

ный скор, измеряемый как отношение фактического содержания аминокислот к эталону. В качестве эталона использовали шкалу аминокислот в соответствии с ФАО/ВОЗ (таблица 4). Расчет аминокислотного сора представлен в таблице Таблица5.

Таблица 4.

Содержание аминокислот в мышечной ткани уток, г/100г

Table 4.

Amino acid content in duckmuscular tissue, g / 100g

Аминокислота Amino acid	Эталон ФАО/ВОЗ Reference FAO/WHO	Утки мускусные [1] Musky duck	Утки пекинские [1] Beijing duck	Утки муларды Mullard duck
Триптофан / Tryptophan	1	1,22	1,16	1,01
Лейцин / Leucine	7	8,67	8,47	6,78
Изолейцин / Isoleucine	4	4,4	4,51	5,27
Валин / Valine	5	5,1	5,18	5,40
Треонин / Threonine	4	4,16	4,47	4,27
Лизин / Lysine	5,5	6,94	7,20	10,52
Метионин + цистеин Methionine+Cystine	3,5	3,34	3,28	2,34
Фенилаланин +тирозин Fenylalanine + tyrosine	6	7,50	7,26	7,82

Таблица5.

Расчет аминокислотного сора белков мышечной ткани уток

Table 5.

Calculation of amino acid scoresfor muscular tissue proteins

Аминокислота Amino acid	Эталон ФАО/ВОЗ, г / 100г белка [15] Reference FAO/WHO, g per 100 g protein	Аминокислотный скор,% к эталону Amino acid skorion, % per reference		
		утки мускусные [1] Musky duck	утки пекинские [1] Beijing duck	утки муларды mullard duck
Триптофан / Tryptophan	1	122,0	116,0	101,0
Лейцин / Leucine	7	123,8	121,0	96,8
Изолейцин / Isoleucine	4	110,0	112,7	131,8
Валин / Valine	5	102,0	103,6	108,0
Треонин / Threonine	4	104	111,8	106,8
Лизин / Lysine	5,5	126,2	130,9	191,2
Метионин + цистеин Methionine+Cystine	3,5	94,2	93,7	66,8
Фенилаланин +тирозин Fenylalanine + tyrosine	6	118,0	121,0	130,3

Анализ биологической ценности белков

Table 6.

Analysis of the biological value of proteins

Аминокислота Amino acid	КРАС, % Amino acid skorion difference coefficient, %			Биологическая ценность, % Biological value, %		
	утки мускусные [1] Musky duck	утки пекинские [1] Beijing duck	утки мускусные [1] Musky duck	утки пекинские [1] Beijing duck	утки мускусные [1] Musky duck	утки пекинские [1] Beijing duck
Триптофан / Tryptophan	14,68	13,71	8,48	85,32	86,29	91,52
Лейцин / Leucine	14,91	14,34	7,96	85,09	85,66	92,04
Изолейцин / Isoleucine	13,18	13,31	12,33	86,82	86,69	87,67
Валин / Valine	12,18	12,16	9,36	87,82	87,84	90,64
Треонин / Threonine	12,43	13,18	9,20	87,57	86,82	90,80
Лизин / Lysine	15,20	15,58	19,77	84,80	84,42	80,23
Метионин + цистеин Methionine+Cystine	11,36	10,93	4,21	88,64	89,07	95,79
Фенилаланин + тирозин Fenylalanine + tyrosine	18,75	17,75	20,08	81,25	82,25	79,92
Всего Total average	14,09	13,87	11,42	85,91	86,13	88,58

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) выражает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты (избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды).

Анализ полученных данных показал, что по содержанию большинства отдельных незаменимых аминокислот белки мышечной ткани уток мулардов превышают эталонный белок. Скор по таким дефицитным аминокислотам, как лизин, триптофан и метионин + цистеин, составил соответственно 191,2, 101,0 и 66,8%. Следовательно, можно сделать вывод, что мясо мускусных уток обладает высокой биологической ценностью. Лимитирующей аминокислотой является лишь метионин + цистеин (скор – 66,8%).

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) в среднем меньше у уток мулардов, по сравнению с пекинской и мускусной. Это говорит о том, что потенциальная биологическая ценность белка мяса уток мулардов выше. Однако, по таким аминокислотам как лизин и фенилаланин + тирозин, показатель КРАС значительно превышает средние показатели. Учитывая, что лизин относится к дефицитным аминокислотам, его наличие обуславливает пищевую ценность мяса мулардов.

Включение мяса мулардов в рацион питания позволит удовлетворить потребность человека в животных белках ничуть не хуже, чем при потреблении мяса других, распространенных пород уток.

Для сопоставления содержания легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над образцами мышечной ткани и жира уток различной селекции сравнили, прежде всего, форму полных и оптимизированных «визуальных отпечатков» максимальных сигналов сенсоров (рисунок 1). Установлено, что «визуальные отпечатки» максимумов по форме близки между собой, что свидетельствует о близком по качественному составу легколетучей фракции в равновесной газовой фазе над пробами. Тем не менее, равновесные газовые фазы над мышечной тканью и жиром содержат различное количество легколетучих соединений, кроме того, отличается химический состав и для идентичных проб для уток разной селекции (таблица 7).

Наиболее информативными в матрице являются сенсоры с пленками полидиэтиленгликоль сукцината, поливинилпирролидона, полиэтиленгликоля ПЭГ-2000, 18-краун-6, триоктилфосфиноксида, которые проявляют максимальную чувствительность к полярным и азотсодержащим соединениям, ароматическим углеводородам. Это свидетельствует о том, что легколетучая фракция и мяса и жира уток различной селекции представлена многими органическими соединениями различной концентрации. Такое разнообразие веществ может восприниматься дегустаторами с характеристиками «запах заметный, сложный» с различающейся интенсивностью для уток разной селекции (таблица 7).

Отклики сенсоров (Гц) и площадь «визуального отпечатка»

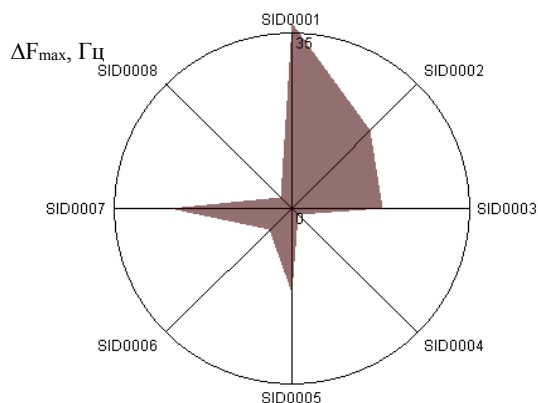
Table 7.

Sensor responses (Hz) and "visual footprint" area

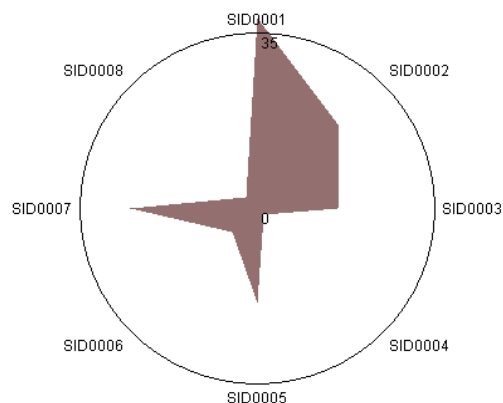
Пробы Samples	S1 –ПВП	S2 – ПЭГ-2000	S3 – 18-к-6	S5 – 18- ТОФО	S6 – ПчК	S7 – ПДЭС	Св.о., Гц.с
Дрейф системы (воздух) The system drift (air)	-2	4	-3	2	1	3	16
Мышечная ткань уток Duck muscular tissue							
Пекинская утка / Beijing	37	22	18	17	6	24	604
Утка мулард / Mulard	38	23	16	19	7	25	640
Жир уток Fat of duck							
Пекинская утка / Beijing	21	15	10	11	4	15	246
Утка мулард / Mulard	27	17	11	13	5	18	380

Общее содержание легколетучих соединений в РГФ над пробой 1 (мышечная ткань утки пекинской) на 6,0% меньше, чем в РГФ над пробой 2 (мышечная ткань утки мулард). Значительнее различается аромат жира уток. Так по величине площади «визуальных отпечатков» максимумов установлено, что общее

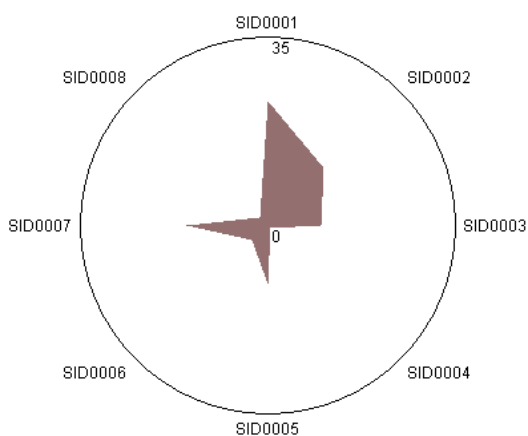
содержание легколетучих соединений в РГФ над пробой 3 (жир утки пекинской) на 54,5% меньше, чем в РГФ над пробой 2 (жир утки мулард). Такое различие является значимым и заметным для дегустаторов, можно прогнозировать большую оценку аромата при органолептических испытаниях.



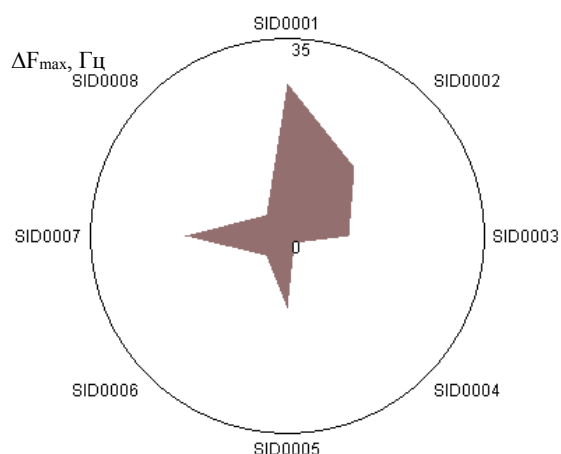
Мышечная ткань утки пекинской
Muscular tissue of Beijing duck



Мышечная ткань утки мулард
Muscular tissue of mulard duck



Жир утки пекинской
Fat of Beijing duck



Жир утки мулард
Fat of mullard duck

Рисунок 1. Полные «визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РГФ над тестируемыми пробами. По осям указаны номера сенсоров в матрице

Figure 1. Full "visual fingerprints" of the maximum sensor signals in the RGF over the tested samples. The axes indicate the number of sensors in the matrix

Идентичность полных «визуальных отпечатков» максимальных сигналов сенсоров отражает одинаковый качественный состав РГФ над исследуемыми образцами. При этом наличие воды в тканях мышц приводит к большему

содержанию в равновесной газовой фазе воды, полярных органических соединений (легкие спирты, кетоны, эфиры, амины), т. е. к увеличению содержания всех групп соединений, на которые настроен массив сенсоров (таблица 8).

Таблица 8.

Относительное содержание (ω, % масс.) отдельных классов легколетучих органических соединений в РГФ над исследуемыми пробами

Table 8.

The relative content (w, % by weight) of individual classes of volatile organic compounds in the EGP over the probes

Наименование пробы Samples	Полярные органические соед., вода Polar organic compounds	Азотсодержащие соединения Nitrogen-containing compounds	Спирты, альдегиды Alcohols, aldehydes	Циклические и ароматич. углеводороды Cyclic and aromatic hydrocarbons	Кислоты Acids	Алкил-амины Alkylamines
Мышечная ткань уток мулард Duck muscular tissue						
Пекинская / Beijing	29,0	19,0	17,3	13,0	14,0	2,4
Мулард / Mullard	29,0	19,0	17,6	14,5	12,2	2,3
Жир уток Fat of duck						
Пекинская / Beijing	27,0	19,0	19,2	14,0	12,8	2,6
Мулард / Mullard	28,0	19,0	17,7	14,0	11,4	5,2

Химическая природа жира приводит к обогащению его липофильными соединениями с более высокими молекулярными массами, содержащими значительный углеводородный неполярный остаток, в том числе ароматический (непредельные углеводороды).

В соответствии с полученными результатами определили, что аромат мышечной и жировой тканей муларда интенсивнее и богаче, по сравнению с ароматом тканей пекинской утки. Это говорит о более выраженных органолептических показателях готового продукта, полученного из мяса муларда.

Заключение

1. Мясо уток мулардов является ценным сырьем для производства мясных изделий, о чем свидетельствуют данные по химическому

составу и содержанию незаменимых аминокислот: содержание белка в красном мясе составляет $20,5 \pm 1,02\%$, в белом мясе – $22,52 \pm 1,13\%$, лимитирующей аминокислотами являются метионин + цистеин.

2. Пониженное содержание жира в мясном сырье уток мулардов создает предпосылки его использования в технологии функциональных продуктов питания.

3. Полученные результаты при сопоставлении содержания легколетучих соединений в равновесной газовой фазе над образцами мышечной ткани и жира уток различной селекции, показывают, что аромат мышечной и жировой тканей уток мулардов более выражен по сравнению с ароматом аналогичных тканей пекинской утки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сэмс Р.А. Переработка мяса птицы. СПб.: Профессия, 2012. 432 с.
- 2 Звонарев Н.М. Гуси, утки, индоутки. Прибыльная домашняя птицеферма от А до Я. М.: Центрполиграф, 2014. 128 с.
- 3 Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Химия пищи. СПб.: Гиорд, 2015. 672 с.
- 4 ГОСТ 23042–86 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. М.: Стандартинформ, 1988. 5 с.
- 5 ГОСТ Р 54357–2011 Мясо уток (тушки и их части). Торговые описания [Текст]. М.: Стандартинформ 2012. 58 с.
- 6 ГОСТ 25011–81 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка (с Изменением № 1). М.: Стандартинформ, 2010. 8 с.

7 ГОСТ 31467–2012 Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы отбора проб и подготовка их к испытаниям. М.: Стандартинформ, 2013. 14 с.

8 ГОСТ 31480–2012 Комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания аминокислот (лизина, метионина, треонина, цистеина и триптофана) методом капиллярного электрофореза. [Текст]. М.: Стандартинформ 2012. 19 с.

9 ГОСТ 31727–2012 Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы. М.: Стандартинформ 2013. 8 с.

10 Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи. М.: КолосС, 2007. 853 с.

REFERENCES

- 1 Sams R.A. Pererabotka myasa ptitsy [Processing of poultry meat] Saint-Petersburg, Professiya, 2012. 432 p. (in Russian)
- 2 Zvonarev N.M. Gusi, utki, indoutki [Geese, ducks, indotecks. Profitable domestic poultry farm from A to Z] Moscow, Tsentrpoligraf, 2014. 128 p. (in Russian)
- 3 .Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. Khimiya pishchi [Chemistry of food] Saint-Petersburg, Giord. 2015. 672 p. (in Russian)
- 4 GOST 23042-86 Myaso I myasnye produkty [Meat and meat products. Methods for determining fat] Moscow, Standartinform, 1988. 5 p. (in Russian)
- 5 GOST R 54357-2011 Myaso utok. T?orgovye opisaniya [Duck meat (carcass and parts thereof). Trading descriptions] Moscow, Standartinform 2012. 58 p. (in Russian)
- 6 GOST 25011-81 Myaso I myasnye produkty. Metody opredeleniya belka [Meat and meat products.

Methods of protein determination (with the change number 1)] Moscow, Standartinform, 2010. 8 p. (in Russian)

7 GOST 31467-2012 Myaso ptitsy, subprodukty I polufabrikaty [Meat of poultry, by products and semifinished products from poultry meat. Sampling methods and preparation for testing] Moscow, Standartinform, 2013. 14 p. (in Russian)

8 GOST 31480-2012 Kombikorma, kombikormovoe syr'e [Mixed feed, mixed fodder raw materials. Determination of the amino acids content (lysine, methionine, threonine, cystine and tryptophan) by capillary electrophoresis] Moscow, Standartinform, 2012.- 19 p. (in Russian)

9 GOST 31727-2012 Myaso I myasnye produkty. Metod predeleniya massovoi doli [Meat and meat products. Method for determining the mass fraction of total ash] Moscow, Standartinform, 2013. 8 p. (in Russian)

10 Rogov I.A., Antipova L.V., Dunchenko N.I. Khimiya pishchi [Food chemistry] Moscow, Koloss, 2007, 853 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Руслан Ф. Галин соискатель, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ruslan_galin@mail.ru

Валентина С. Слободяник д.б.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ktmmp@yandex.ru

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

Юлия Ф. Маслова к.т.н, заместитель директора ППЗ и ГПП (Ракитное), филиал МПК «Ясные Зори» ООО «Белгранкорм»

Юрий П. Бреславец к.с.-х.н, ст. преподаватель, кафедра практического и проектного обучения, Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина

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 20.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ruslan F. Galin applicant, technology of products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ruslan_galin@mail.ru

Valentina S. Slobodyanik doctor of biological sciences, professor, technology of products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ktmmp@yandex.ru

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

Yulia F. Maslova candidate of technical science, deputy director of Primary Manufacturing of chicken broilers "Yasnye Zory" Belgrankorm Ltd.

Yuriy P. Breslavets candidate of agricultural science, senior lecturer, practice and project studying department, Belgorod State Agricultural University named by V.Y. Gorin

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 9.20.2017

ACCEPTED 11.10.2017

Перспективы использования говяжьего белка серии «VT-Pro» в технологии колбасных изделий

Ольга П. Дворянинова	¹	olga-dvor@yandex.ru
Александр В. Соколов	¹	sokol993@yandex.ru
Александр Г. Часовских	²	alexchas76@mail.ru
Алексей П. Пантыкин	³	pantykin@trumf.ru

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

² ООО «АПК «ПРОМАГРО», ул. Ленина, 71/12, г. Старый Оскол, 309514, Россия

³ ООО «ТРУМФ Пищевые технологии», ул. Академика Янгеля, 3, г. Москва, 117534, Россия

Реферат. В последнее время сформировалось негативное отношение потребителей к соевому белку. Поэтому с целью повышения массовой доли белка в готовом продукте целесообразно применение животных белков, основным достоинством которых является многоцелевое назначение, простота в использовании и возможность обеспечить за счет их применения увеличение выхода готовой продукции и высокую рентабельность производства. Применение говяжьих белков из коллагенсодержащего сырья позволяет обогатить мясные продукты пищевыми волокнами, существенно улучшить реологические свойства пищевых продуктов, прежде всего консистенцию. Высокие функциональные свойства животных белков проявляются в их водоудерживающей способности. Компания «ТРУМФ Пищевые технологии» ввела в свой ассортимент новые позиции – говяжьи белки торговой марки «VT-Pro» (коллаген фибриллярной фракции), производителем которого является АО «Верхневолжский кожевенный завод» (Тверская область). Белки торговой марки «VT-Pro» уникальны по своим характеристикам и являются натуральными, экологически чистыми продуктами. Белок говяжий «VT-Pro» предназначен для производства варёных колбасных и ветчинных изделий, полукопченых и варено-копченых колбас, консервов, рубленых полуфабрикатов и других мясных изделий. Используется как полноценная стабилизирующая добавка для приготовления мясных продуктов с заданным выходом и определенными органолептическими характеристиками (гидратация 1:10–15). Установлено, что возможно применение этого белка в сухом виде, в виде белково-жировой эмульсии, в виде геля и гранул. На основании полученной опытно-промышленной апробации в условиях ООО «АПК «ПРОМАГРО», можно выделить ряд преимуществ использования говяжьего белка «VT-Pro»: обладает высокой влагоудерживающей и эмульгирующей способностью; позволяет перерабатывать низкосортное и зажиренное сырье и заменять дорогостоящее мясное сырье; снижает риск бульонно-жировых отёков; улучшает структуру готового продукта за счёт создания белковой матрицы, увеличивает плотность и монолитность продукта.

Ключевые слова: говяжий белок, колбасные изделия, функционально-технологические свойства, пищевая ценность, качество, безопасность

Prospects of the "VT-Pro" series beef protein using in the sausages products technology

Olga P. Dvoryaninova	¹	olga-dvor@yandex.ru
Aleksander V. Sokolov	¹	sokol993@yandex.ru
Aleksander G. Chasovskikh	²	alexchas76@mail.ru
Aleksey P. Pantykin	³	pantykin@trumf.ru

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

² APK PROMAGRO, Lenina str., 71/12, Stary Oskol, Belgorod region, 309514, Russia

³ TRUMF Food technology, Akademika Yangelya str., 3, Moscow 117534, Russia

Summary. Recently, the negative attitude of consumers towards soy protein has been formed. Therefore, to increase the mass fraction of protein in the finished product, it is advisable to use animal proteins, the main advantage of which is multipurpose designation, easy use and the ability to ensure an increase in the finished products yield and high production profitability due to their use. The application of beef proteins from collagen-containing raw materials makes it possible to enrich meat products with dietary fiber, to improve the rheological properties of food products significantly, especially their consistency. High functional properties of animal proteins are manifested in their water-retaining capacity. The company "TRUMF Food Technologies" introduced several new positions into its assortment - beef proteins of the "VT-Pro" trade mark (fibrillar fraction collagen), the manufacturer of which is JSC "Verkhnevolzhsky tannery" (Tver region). Proteins of the "VT-Pro" trademark are unique in their characteristics and are natural, environmentally friendly products. Beef protein "VT-Pro" is suitable for the production of cooked sausage and ham products, semi-smoked and boiled-smoked sausages, canned goods, chopped semi-finished products and other meat products. It is used as a full-fledged stabilizing additive for the preparation of meat products with a specified yield and certain organoleptic characteristics (hydration 1: 10-15). It is determined that it is possible to use this protein in dry form, as a protein-fat emulsion, in the form of gel and granules. According to the pilot-industrial approbation under the conditions of AIC "PROMAGRO" LLC, it is possible to underline a number of advantages of beef protein "VT-Pro" using: it possesses high water-retaining and emulsifying ability; allows to process low-grade and fired raw materials and to replace expensive meat raw materials; it reduces the risk of broth-fat swelling; it improves the structure of the finished product by creating a protein matrix; it increases the product density and solidity.

Keywords: beef protein, sausage products, functional and technological properties, nutritional value, quality, safety

Введение

Быстрый рост населения земного шара, а также необходимость существенного улучшения обеспечения его белковой пищей вызывают необходимость значительного увеличения производства высококачественных белковых продуктов питания. Дополнительно, изменение

физико-химических характеристик мясного сырья привело к несоблюдению показателя массовой доли белка в составе колбас, нормируемого государственными и национальными стандартами. К тому же в последнее время сформировалось негативное отношение потребителей к соевому белку. Поэтому с целью повышения массовой

Для цитирования

Дворянинова О.П., Соколов А.В., Часовских А.Г., Пантыкин А.П. Перспективы использования говяжьего белка серии «VT-Pro» в технологии колбасных изделий // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 127–133. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-127-133

For citation

Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V., Chasovskikh A.G., Pantykin A.P. Prospects of the "VT-Pro" series beef protein using in the sausages products technology. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 127–133. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-127-133

доли белка в готовом продукте целесообразно применение животных белков, основным достоинством которых является многоцелевое назначение, простота в использовании и возможность обеспечить за счет их применения увеличение выхода готовой продукции и высокую рентабельность производства [1, 10, 11, 12].

Животные белки – это натуральные продукты, производство которых основано на термических (обезжиривание, обезвоживание) и механических (измельчение) процессах. Вырабатывают животные белки из различного сырья: свиной шкурки, свиной жилки, говяжьей жилки, плазмы свиной или говяжьей крови, молочной сыворотки и так далее.

Следует отметить, что коллагены – это группа белков природного происхождения, получаемых из мышечных и соединительных тканей животных. Это основной компонент соединительных тканей и самый распространенный белок у млекопитающих, составляющий от 25 до 35% белков во всем теле. Коллаген, в виде удлиненных фибрилл, в основном содержится в таких волокнистых соединительных тканях, как связки, сухожилия и кожа, а также в большом количестве в роговой оболочке глаза, хрящах, костях, кровеносных сосудах, кишечнике и межпозвоночных дисках. Фибробласт – наиболее известная клетка, создающая коллаген [4, 17].

Считается, что поскольку говяжья шкура содержит намного меньше жировых желез по сравнению со свиной (примерно 1–2% жира по сравнению с 12–15% жира в свином), то и производимый из нее белок является более ценным из-за меньшего количества жира.

Благодаря химическому составу и функциональным свойствам, животные белки являются альтернативой соевым изолированным белкам и могут использоваться при производстве мясных продуктов с целью полноценной замены мяса, повышения пищевой и биологической ценности, улучшения органолептических свойств, усиления мясного вкуса и снижения себестоимости мясных продуктов [2, 3, 9, 13].

Применение животных белков из коллаген-содержащего сырья позволяет обогатить мясные продукты пищевыми волокнами, существенно улучшить реологические свойства пищевых продуктов, прежде всего консистенцию. Высокие функциональные свойства животных белков проявляются в их водоудерживающей способности.

Основная часть

Основным драйвером роста повышения спроса на говяжий белок послужило: за прошлый год потребление соединительнотканного белка из шкур крупного рогатого скота (КРС) увеличилось на 25,5% (752,6 т.). Рост потребления стал подспорьем для российских производителей, которые за прошлый год почти втрое нарастили выпуск – с 1,35 до 3,47 тыс. тонн. При этом в 2016 году на рынке появились новые компании. В их числе ООО «ТРУМФ Пищевые технологии» [1, 7, 8, 14].

К основным производителям говяжьего белка в России можно отнести: АО «Верхневолжский кожевенный завод» (Тверская область), ОАО «Лужский завод «Белкозин» (Ленинградская область), ООО «Группа компаний ПТИ» (производственные мощности расположены в Московской области), ГК «Биостар» (г. Санкт-Петербург), ООО «Аромадон» (Ростовская область), ООО «Максипро» (Московская область) и ООО «Маквэл» (Ленинградская область).

Наращивание выпуска говяжьего соединительнотканного белка внутри РФ привело к изменению структуры рынка. Если в 2016 году российские мясокомбинаты потребляли в основном импортный белок, то в 2017-ом – преимущественно белок отечественного производства (рисунок 1). Причиной этих изменений стало удорожание импорта из-за девальвации рубля, полагают аналитики IndexBox. Так, в 2017 году средняя таможенная стоимость одного килограмма говяжьего коллагена в 1,7 раза превышала показатель 2016 года – с 341,26 против 200,71 руб. [1, 15, 16].

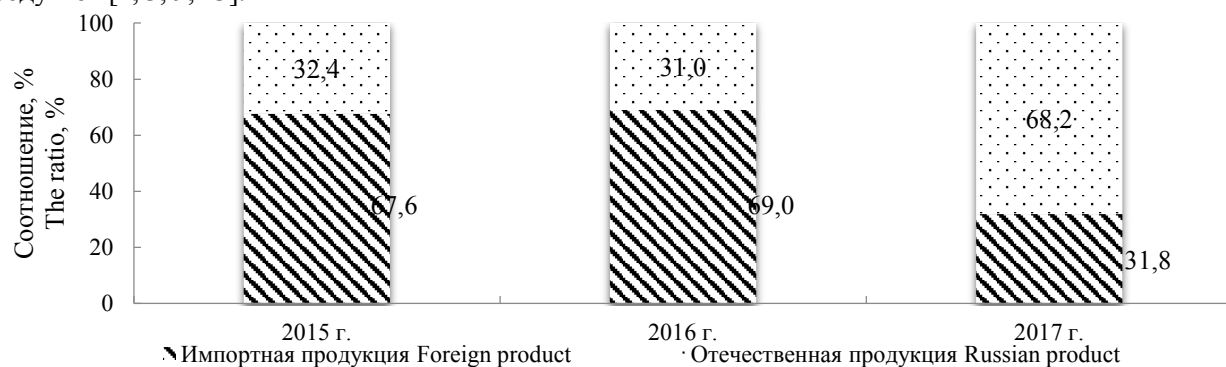


Рисунок 1. Соотношение импортной и отечественной продукции на российском рынке говяжьих белков в 2015–2017 гг., % в натуральном выражении (по данным компаний, Росстат, ФТС, аналитика IndexBox)

Figure1. The ratio of imported and domestic products on the Russian market of beef proteins in 2015–2017, % in natural expression (according to the companies, Rosstat, FTS, analysis IndexBox)

Компания «ТРУМФ Пищевые технологии» ввела в свой ассортимент новые позиции – говяжьи белки торговой марки «VT-Pro» (коллаген фибриллярной фракции), производителем которого является АО «Верхневолжский кожевенный завод» (Тверская область). Белки торговой марки «VT-Pro» уникальны по своим характеристикам и являются натуральными, экологически чистыми продуктами [5, 6]. По микробиологическим показателям и показателям безопасности «VT-Pro» соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых

добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

Белок говяжий «VT-Pro» предназначен для производства варёных колбасных и ветчинных изделий, полукопченых и варено-копченых колбас, консервов, рубленых полуфабрикатов и других мясных изделий. Используется как полноценная стабилизирующая добавка для приготовления мясных продуктов с заданным выходом и определенными органолептическими характеристиками (гидратация 1:10–15) (таблица 1).

Таблица 1.

Технологические рекомендации по применению говяжьих белков серии «VT-Pro»
(по данным ООО «ТРУМФ Пищевые технологии»)

Table 1.

Technological recommendations on the use of bovine proteins in a series of “VT-Pro”
(according to the TRUMF Food technology)

Фракции Faction	Гидратация холодной водой, 20 °С Hydration cold water, 20 °С	Гидратация горячей водой, 90 °С Hydration with hot water, 90 °С	Гидратация горя- чей водой 90 °С на гранулы Hydration with hot water 90 °С into granules	Соль поваренная Salt	Результат после выдержки в течение 18 часов The result after aging for 18 hours
«VT-Pro» марки «S» «VT-Pro» mark «S»	1:15	–	–	–	крошливая масса crumbly mass
«VT-Pro» марки «М» «VT-Pro» mark «M»	1:15	–	–	–	крошливая масса crumbly mass
«VT-Pro» марки «F» «VT-Pro» mark «F»	1:15	–	–	–	крошливая масса crumbly mass
«VT-Pro» марки «S» «VT-Pro» mark «S»	–	1:25	–	–	гелевая связанная структура associated gel structure
«VT-Pro» марки «М» «VT-Pro» mark «M»	–	1:25	–	–	гелевая связанная структура associated gel structure
«VT-Pro» марки «F» «VT-Pro» mark «F»	–	1:25	–	–	гелевая связанная структура associated gel structure
«VT-Pro» марки «S» «VT-Pro» mark «S»	–	–	1:10	2%	плотные нарезаемые гранулы thick cut into granules

Целесообразность применения говяжьего белка «VT-Pro» обусловлена его технологическими свойствами: состав – 99,0 % животного белка говяжьего происхождения. Рекомендуемая дозировка – от 0,5 до 2% к массе мясного сырья.

Практическая апробация говяжьего белка «VT-Pro» была проведена в условиях ООО «АПК «ПРОМАГРО» (г. Старый Оскол, Белгородская область) при производстве различного ассортимента мясной продукции. Установлено, что возможно применение этого белка в сухом виде, в виде белково-жировой эмульсии, в виде геля и гранул.

При использовании говяжьего белка «VT-Pro» в производстве мясных продуктов рекомендуется его предварительно гидратировать во избежание пыления, комкования и для равномерного распределения в фаршевой массе.

Из данных таблицы 1 следует, что белок работает при холодном гидратировании примерно в соотношении 1:10, при горячем гидратировании дает связанный гель при соотношении 1:15–20 (рисунок 2, 3), для гранул – горячее гидратирование в соотношении 1:10 с добавлением 2% соли. Внесение в рассолы – возможно, со слов производителя, но на простые инъекторы.



Рисунок 2. Функционально технологические свойства говяжьего белка «VT-Pro» марки «S» и «M» в зависимости от желаемой плотности (а) гидратация в горячей воде (90 °C), соотношение 1: 20–32; (б) гидратация в холодной воде (20 °C), соотношение 1: 12–20

Figure 2. Functionally-technological properties of beef protein, "VT-Pro" mark «S» and «M» depending on desired density

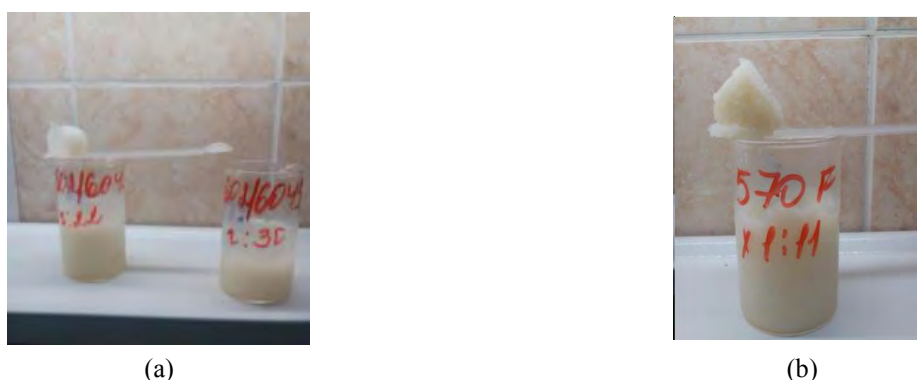


Рисунок 3. Функционально технологические свойства говяжьего белка «VT-Pro» марки «F» в зависимости от желаемой плотности (а) гидратация в горячей воде (90 °C), соотношение 1: 18–30; (б) гидратация в холодной воде (20 °C), соотношение 1: 10–15

Figure 3. Functionally-technological properties of beef protein, "VT-Pro" brand F depending on desired density

Следует отметить, что возможно использование белков в сухом виде при производстве вареных колбасных изделий с гидратацией белка 1:10–15 в количестве до 20% при следующем порядке технологического процесса: говяжий белок «VT-Pro» вносят в куттер на нежирное мясное сырье на начальном этапе приготовления фарша с добавлением части технологической влаги, куттеруют до поглощения воды, затем вносят компоненты, предусмотренные рецептурой, оставшуюся технологическую влагу и проводят дальнейшую обработку фарша по утвержденной на предприятии схеме.

При приготовлении ветчинных изделий говяжий белок «VT-Pro» вносят в мешалку после внесения комплексных добавок в предварительно гидратированном виде, перемешивают до равномерной массы, затем вносят компоненты, предусмотренные рецептурой, оставшуюся технологическую влагу и проводят дальнейшую обработку фарша по утвержденной на предприятии схеме.

При производстве полукопченых и варенокопченых колбас целесообразно применение говяжьего белка «VT-Pro» в гидратированном виде с гидратацией белка 1:8–12 в количестве до 15% в качестве замены мясного сырья. Рекомендуется вносить на нежирное сырье перед внесением фосфатов, нитритно-посолочной смеси.

Дополнительно, были проведены исследования возможности применения говяжьего белка «VT-Pro» при производстве белково-жировой эмульсии (БЖЭ) с животным жиром, при этом БЖЭ готовится в куттере. Рекомендуемый порядок закладки сырья следующий: в куттер загружают жирсырье и обрабатывают до однородной массы (2–3 минуты), затем добавляют белок, куттеруют 1 минуту и добавляют воду-лед (0–5 °C), куттеруют до получения гомогенной массы (10–15 минут) и температуры не выше 12 °C. Эмульсию хранят при температуре (2–6 °C) не более 24 часов. Соотношение белка, воды и жира может быть 1:9–12:9–12, в куттере после охлаждения (6–12 часов) (рисунок 4).



(a)



(b)

Рисунок 4. Внешний вид БЖЭ при приготовлении (a) в куттере; (b) после охлаждения (6–12 ч)

Figure 4. Appearance PFE when cooking in the cutter and after cooling

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что говяжий белок является структурообразующим компонентом, способным создавать протеиновый, термостабильный каркас, удерживающий влагу, хорошо эмульгирующий жиры как в холодном, так и в процессе термообработки при высоких температурах. БЖЭ в готовом виде очень напоминает по консистенции жир сырец, что, в свою очередь, открывает перспективы ее использования в технологии полукопченых и варено-копченых колбас.

Оценка возможности применения говяжьего белка «VT-Pro» в виде геля и гранул показала, что соотношение белка и воды может быть 1:11–18 в зависимости от желаемой упругости продукта (рисунок 5a).

При этом в куттер вносят расчетное количество говяжьего белка, заливают холодную воду (15–20 °С) и при низкой скорости вращения ножей перемешивают смесь в течение 15–20 сек.

Затем переходят на максимальную скорость вращения ножей и ведут обработку смеси в течение 10–15 мин и температуры не выше 35 °С. После этого полученную массу выгружают из куттера в емкости слоем не более 25 см и оставляют для стабилизации при температуре 4–6 °С на 6–12 часов. При приготовлении фарша гель из белка вносят на нежирное сырье, и используется в рецептуре до 20%.

Полученные экспериментальным путем гранулы имитируют кусочки мышечной ткани мяса говядины или свинины и в отличие от гранул, выработанных из соевого белка, в готовом продукте на срезе не имеют глянцевого блеск. Это позволяет применять их при изготовлении полукопченых, варено-копченных колбас с заменой мясного сырья до 25%.

На следующем этапе исследований были оценены физико-химические показатели говяжьего белка «VT-Pro» (таблица 2).



(a)



(b)

Рисунок 5. Внешний вид геля и гранул, полученных на основе говяжьего белка «VT-Pro» до и после охлаждения (a) в виде геля; (b) в виде гранул

Figure 5. Appearance of the gel and granules derived from beef protein “VT-Pro” before and after cooling

Физико-химические показатели говяжьего белка «VT-Pro»

Table 2.

Physical-chemical characteristics of beef protein "VT-Pro"

Наименование показателя / Name of the indicator	Значение показателя / The value of the index
Механические включения / Mechanical inclusion	Отсутствие Absent
Массовая доля влаги, % не более / Mass fraction of moisture, % not more	8,0
Массовая доля белка, % не менее (K = 6,25) / Mass fraction of protein, % minimum (K = 6,25)	99,0
Массовая доля жира, % не более / Mass fraction of fat, % not more	3,0
Массовая доля золы, % не более / Mass fraction of ash, % not more	2,0
Показатели активности водородных ионов водного раствора с массовой долей 1 %, ед. pH The indicators of activity of hydrogen ions of the aqueous solution with a mass fraction of 1 %, pH units	5,0–9,0

Заключение

На основании полученной опытно-промышленной апробации в условиях ООО «АПК «ПРОМАГРО», можно выделить ряд преимуществ использования говяжьего белка «VT-Pro»:

- обладает высокой влагоудерживающей и эмульгирующей способностью;
- позволяет перерабатывать низкосортное и за жирное сырье и заменять дорогостоящее мясное сырье;
- снижает риск бульонно-жировых отёков;
- улучшает структуру готового продукта за счёт создания белковой матрицы, увеличивает плотность и монолитность продукта;

— готовая продукция имеет плотную и эластичную консистенцию, хорошую нарезаемость продуктов в холодном виде;

- позволяет получать плотную монолитную консистенцию и ровный, красивый рисунок на срезе полукопченых и варено-копченых колбас;
- увеличивает выход готовой продукции за счет уменьшения потерь при термообработке;
- уменьшает отсечение влаги при вакуумировании готовой продукции и после дефростации;
- уменьшает потери при хранении;
- улучшает экономические, качественные показатели и пищевую ценность продукции (улучшение физико-химических показателей готового продукта).

ЛИТЕРАТУРА

1 Экономическая библиотека. URL: <http://economy-lib.com/perspektivnoe-razvitie-proizvodstva-pischevyh-dobavok-i-ego-nauchno-metodicheskoe-obespechenie#ixzz4r2cW2esC>.

2 Каталог ТРУМФ. URL: <http://www.trumf.cz/ru/bakteriostaticheskiye-dobavki-baktitsid/>

3 Дворянинова О.П., Соколов А.В., Бакатанова Е.О. Сенсорный анализ в оценке качества пищевых животных жиров // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. URL: www.science-education.ru/122-21422.

4 Дворянинова О.П., Соколов А.В., Часовских А.Г., Пантыкин А.П. Перспективы развития производства пищевых добавок: свойства, получение и применение // Научно-теоретический журнал «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания». 2017. № 4 (18). С. 52–62.

5 Прянишников В.В., Ильяков А.В., Касьянов Г.И. Инновационные технологии в мясопереработке. Краснодар: Экоинвест, 2011. 163 с.

6 Прянишников В.В., Дворянинова О.П., Соколов А.В., Спиридонова М.В. Инновационный потенциал развития рыбной отрасли: пищевые добавки и ингредиенты // Научно-теоретический журнал «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания». 2016. № 4. С. 26–36.

7 Агропродмаш – 2017. URL: <http://www.agroprod mash-expo.ru/ru/obzor/index.php?id4=3138>

8 СанПиН 2.3.2.1293–03 Гигиенические требования по применению пищевых добавок. URL: <http://refleader.ru/merotrujgqas.html>.

9 Потипаева Н.Н., Гуринович Г.В., Патракова И.С., Патшина М.В. Пищевые добавки и белковые препараты для мясной промышленности. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2008. 168 с.

10 Прянишников В.В., Семикопенко Н.И. Современные технологии производства мясных продуктов: мифы и реальность // Молодой ученый. 2015. № 3. С. 207–209.

11 Стандарт организации. URL: <http://refleader.ru/qasbewbew.html>.

12 Martínez-Alvarez O, Chamorro S, Brenes A. Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: A review. Food Res Int. 2015. doi: 10.1016/j.foodres.2015.04.005.

13 Wang WW, Dai ZL, Wu ZL, Lin G, Jia SC, Hu SD, et al. Glycine is a nutritionally essential amino acid for maximal growth of milk-fed young pigs. Amino Acids. 2014;46:2037–45.

14 Food and Agriculture Organization [67]. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>. Accessed on 8 Dec 2016.

15 Khosravi S, Rahimnejad S, Herault M, Fournier V, Lee CR, Dio Bui HT, et al. Effects of protein hydrolysates supplementation in low fish meal diets on growth performance, innate immunity and disease resistance of red sea bream *Pagrus major*. Fish Shellfish Immunol. 2015;45:858–68.

16 Frikha M, Mohiti-Asli M, Chetrit C, Mateos GG. Hydrolyzed porcine mucosa in broiler diets: effects on growth performance, nutrient retention, and histomorphology of the small intestine. Poult Sci. 2014;93:400–11.

17 Hou YQ, Yao K, Yin YL, Wu G. Endogenous synthesis of amino acids limits growth, lactation and reproduction of animals. Adv Nutr. 2016;7:331–42.

REFERENCES

- 1 Ekonomicheskaya biblioteka [Economic library]. Available at: <http://economy-lib.com/perspektivnoe-razvitiye-proizvodstva-pischevyh-dobavok-i-ego-nauchno-metodicheskoe-obespechenie#ixzz4r2cW2esC>. (in Russian)
- 2 Katalog TRUMF [Catalog TRUMPh]. Available at: <http://www.trumf.cz/ru/bakteriostaticheskiye-dobavki-baktitsid/> (in Russian)
- 3 Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V. Sensory analysis in assessing the quality of edible animal fats. *Sovremennye problem nauki* [Modern problems of science and education] 2015, no. 2. Available at: www.science-education.ru/122-21422 (in Russian)
- 4 Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V. Prospects for the development of the production of food additives: properties, production and application. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti* [Scientific and theoretical journal "Technologies of food and processing industry of the agroindustrial complex - healthy food products"] 2017, no. 4, pp. 52-62 (in Russian)
- 5 Pryanishnikov V.V., Il'tyakov A.V., Kasyanov G.I. Innovatsionnye tekhnologii v myasopere-rabotke [Innovative technologies in meat processing] Krasnodar, Ekoinvest, 2011, 163 p. (in Russian)
- 6 Pryanishnikov V.V., Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V., Spiridonova M.V. Innovation potential of fish industry development: food additives and ingredients. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti* [Scientific and theoretical journal "Technologies of food and processing industry of the agroindustrial complex - healthy food products"] 2016, no. 4, pp. 26. (in Russian)
- 7 Agropromdosh – 2017 [Agropromdosh – 2017]. Available at: <http://www.agropromdosh-expo.ru/ru/obzor/index.php?id4=3138>
- 8 Potipaveva N.N., Gurinovich G.V., Patrakova I.S., Patshina M.V. Pishchevye dobavki [Food additives

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга П. Дворянинова д.т.н., профессор, кафедра управления качеством и машиностроительные технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olga-dvor@yandex.ru
Александр В. Соколов к.т.н., доцент, кафедра управления качеством и машиностроительные технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sokol993@yandex.ru
Александр Г. Часовских директор, ООО «АПК «ПРОМАГРО», ул. Ленина, 71/12, г. Старый Оскол, 309514, Россия, alexchas76@mail.ru
Алексей П. Пантыкин менеджер-технолог, ООО «ТРУМФ Пищевые технологии», ул. Академика Янгеля, 3, г. Москва, 117534, Россия, panykin@trumf.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга П. Дворянинова консультация в ходе исследования
Александр В. Соколов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Александр Г. Часовских предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания
Алексей П. Пантыкин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.11.2017

and protein preparations for the meat industry] Kemerovo, Kemerovo Technological Institute of Food Industry, 2008, 168 p. (in Russian)

9 Pryanishnikov V.V., Semikopenko N.I. Modern technologies of production of meat products: myths and reality. *Molodoi uchenyi* [Young scientist] 2015, no. 3, pp. 207-209 (in Russian)

10 Standart organizatsii [Organization Standard] Available at: <http://refleader.ru/qasbewbew.html> (in Russian)

11 Martinez-Alvarez O, Chamorro S, Brenes A. Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: A review. *Food Res Int.* 2015. doi: 10.1016/j.foodres.2015.04.005.

12 Wang WW, Dai ZL, Wu ZL, Lin G, Jia SC, Hu SD, et al. Glycine is a nutritionally essential amino acid for maximal growth of milk-fed young pigs. *Amino Acids.* 2014;46:2037-45.

13 Food and Agriculture Organization [67]. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>. Accessed on 8 Dec 2016.

14 Khosravi S, Rahimnejad S, Herault M, Fournier V, Lee CR, Dio Bui HT, et al. Effects of protein hydrolysates supplementation in low fish meal diets on growth performance, innate immunity and disease resistance of red sea bream *Pagrus major*. *Fish Shellfish Immunol.* 2015;45:858-68.

15 Frikha M, Mohiti-Asli M, Chetrit C, Mateos GG. Hydrolyzed porcine mucosa in broiler diets: effects on growth performance, nutrient retention, and histomorphology of the small intestine. *Poult Sci.* 2014;93:400-11.

16 Hou YQ, Yao K, Yin YL, Wu G. Endogenous synthesis of amino acids limits growth, lactation and reproduction of animals. *Adv Nutr.* 2016;7:331-42. Refl

17 Hou YQ, Yao K, Yin YL, Wu G. Endogenous synthesis of amino acids limits growth, lactation and reproduction of animals. *Adv Nutr.* 2016;7:331-42.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga P. Dvoryaninova Dr. Sci. (Engin.), professor, quality management and engineering technologies department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olga-dvor@yandex.ru
Aleksander V. Sokolov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, quality management and engineering technologies department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sokol993@yandex.ru
Aleksander G. Chasovskikh director, APK PROMAGRO, Lenina str., 71/12, Sary Oskol, Belgorod region, 309514, Russia, alexchas76@mail.ru
Aleksey P. Pantykin technologist, TRUMF Food technology, Akademika Yangel's str., 3, Moscow 117534, Russia, panykin@trumf.ru

CONTRIBUTION

Olga P. Dvoryaninova consultation during the study
Aleksander V. Sokolov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Aleksander G. Chasovskikh proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Aleksey P. Pantykin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.30.2017

ACCEPTED 11.24.2017

Осмотическая дегидратация плодово-ягодного сырья в пищевой промышленности

Наталья А. Грибова¹ Natali-g@bk.ru

Людмила Г. Елисеева¹ Eliseeva-reu@mail.ru

¹ Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия

Реферат. Осмотическое обезвоживание получило больше внимания в последние годы в качестве эффективного метода для сохранения фруктов, плодов и ягод. Осмос является простым процессом и способствует переработке фруктов, плодов и ягод для сохранения исходных характеристики, а именно питательной ценности и органолептических свойств: цвет, аромат и текстура. Осмотическая дегидратация нашла широкое применение в сохранении пищевых продуктов, так как снижается активность воды в фруктах, плодах и ягодах, ведь некоторые состоят из 90% воды. Процесс осмотической дегидратации с помощью различных агентов является менее энергозатратным, чем процесс сушки или замораживание, поскольку он может быть проведен при температуре окружающей среды. Осмотическая дегидратация имеет потенциальные преимущества в сохранении качества продуктов питания и в сохранении здоровых продуктов питания для обрабатывающей пищевой промышленности. Обработка включает обезвоживание фруктов, плодов и ягод с помощью осмотического агента с последующим обезвоживанием в сушильных или в замороженных установках, где содержание влаги снижается и продукт становится более стабильным. Этот метод является процессом частичной дегидратации, для того чтобы дать продукту улучшенные качества по сравнению с обычными процессами сушки или замораживанием. Целью изучения осмотической дегидратации является, выявления преимуществ и недостатков во время обработки осмотическими агентами. Рассмотрены различные аспекты технологии осмотического обезвоживания, а именно используемые растворы, характеристики растворов, влияние переменных процессов, а также качественные характеристики осмо-дегидратированных продуктов. Изучены факторы осмотической дегидратации, которые зависят от осмотического агента, концентрации растворенного вещества, температуры раствора, времени обезвоживания, перемешивания и соотношения раствора с образцами, размера, формы и компактности продукта.

Ключевые слова: осмотическая дегидратация, осмотические агенты, концентрация, плодово-ягодное сырье, активность воды, обезвоживание

Osmotic dehydration of fruit and berry raw materials in the food industry

Natalya A. Gribova¹ Natali-g@bk.ru

Lyudmila G. Eliseeva¹ Eliseeva-reu@mail.ru

¹ Plekhanov Russian Economic University, Stremyanniy lane, 36, Moscow, 117997, Russia

Summary. Osmotic dehydration has recently received more attention as an effective method of preserving fruits and berries. Osmosis is a simple process that facilitates the processing of fruits and berries in order to preserve the original characteristics, namely nutritional value and organoleptic properties: color, aroma and texture. Osmotic dehydration has found wide application in the preservation of food products, as the activity of water in fruits and berries decreases, in some of them up to 90% of water is contained. The process of osmotic dehydration with the help of various agents is less energy-intensive than the process of drying or freezing, since it can be processed at ambient temperature. Osmotic dehydration has potential advantages in preserving the quality of food and in maintaining healthy food for the food industry. Treatment includes dehydration of fruits and berries by an osmotic agent followed by dehydration in dry or frozen apparatus where the moisture content decreases and the product becomes more stable. This process is a partial dewatering process to provide improved product quality compared to conventional drying processes or freezing. The purpose of studying osmotic dehydration is to identify the advantages and disadvantages in the treatment of osmotic agents. Various aspects of osmotic dehydration technology are considered, namely the solutions used, the characteristics of solutions, the effect of variable processes and the qualitative characteristics of osmo-dehydrated products. Factors of osmotic dehydration that depend on the osmotic agent, concentration of solute, temperature, time, size, shape and compactness of the material, mixing and the ratio of the solution to the samples.

Keywords: osmotic dehydration, osmotic agents, concentration, fruit and berry raw materials, water activity, dehydration

Введение

Обезвоживание фруктов, плодов и ягод является одним из устаревших методов сохранения пищевых продуктов. Осмотическое обезвоживание в последние годы получило большое внимание в качестве эффективного метода для сохранения фруктов плодов и ягод. Этот процесс имеет потенциальные преимущества для обрабатывающей пищевой промышленности, чтобы сохранить качества и целостность пищевых продуктов.

Осмотическая дегидратация – операция, используемая для частичного удаления воды из растительных тканей путем погружения в гипертонический раствор, сахар и/или солевой раствор для снижения влажности пищевых продуктов до фактического процесса сушки [1].

Техника осмотического обезвоживания (ТОО) в основном используется для разработки новых продуктов, так как она влияет на пищевые и сенсорные свойства свежих фруктов, плодов и ягод [2–5]. ТОО также максимизирует отношение сахара к кислоте и повышает стабильность

Для цитирования

Грибова Н.А., Елисеева Л.Г. Осмотическая дегидратация плодово-ягодного сырья в пищевой промышленности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 134–142. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-134-142

For citation

Gribova N.A., Eliseeva L.G. Osmotic dehydration of fruit and berry raw materials in the food industry. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 134–142. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-134-142

пигментов и текстуры во время сушки и хранения [2]. Сахарное поглощение сахаридов с низкой молярной массой (глюкоза, фруктоза и сахароза) является высоким из-за максимальной скорости диффузии молекул. Этот метод обеспечивает более мягкую обработку фруктов, плодов и ягод из-за их большого сенсорного сходства между обезвоженными и натуральными продуктами [2, 4, 5].

Осмотическое обезвоживание означает процесс, посредством которого фрукты, плоды или ягоды подвергаются длительному обезвоживанию в концентрированных сахарных сиропах для того, чтобы большую часть воды и природного сахара заменить сахарным сиропом [1].

Осмотическое обезвоживание является предпочтительным по сравнению с другими методами так как в большей степени сохраняются цвет, аромат, питательные компоненты и целостность пищевого продукта [6].

Процесс осмотической дегидратации плодово-ягодного сырья

Осмотическое обезвоживание – это процесс, основанный на погружении продукта в целом виде или его часть, в гипертонические растворы, способствующие одновременной потере воды и растворенных веществ с последующим проникновением в продукт. Этот процесс позволяет получить готовый пищевой продукт с высокой пищевой ценностью, органолептическими свойствами за счет частичного удаления влаги и способствует защитному действию растворенного вещества. По сравнению с другими методами обезвоживания, этот процесс вызывает меньше повреждений клеточных стенок пищевого продукта, что позволяет сохранить питательные компоненты за счет более низких температур [7–8].

Осмотическое обезвоживание представляет собой многокомпонентный процесс диффузии, который включает в себя три типа явлений массопереноса:

- первый процесс включает в себя отток воды из ткани пищевого продукта;
- второй – перенос растворенного вещества из осмотического раствора в продукт;
- третий – вымывание из растворенных веществ тканей продукта (витамины, минеральные вещества, органические кислоты) в осмотическое решение.

Третья передача количественно незначительна по сравнению с первыми двумя типами перевода, но является существенным в отношении состава продукта. Его движущей силой является разница в осмотическом давлении растворов по обе стороны от полупроницаемых клеточных мембран [1].

Следовательно, в этом процессе поток воды из фруктов, плодов и ягод переходит в раствор, где вместе с водой некоторые минералы, витамины, фруктовые кислоты и т. д. также двигаются в направлении решения, а сахара мигрируют в направлении материала. Процесс осмотической дегидратации для плодово-ягодного сырья представлен на рисунке 1 [1].

Процесс удаление воды во время осмотической дегидратации происходит за счет диффузии и капиллярного потока, тогда как поглощение растворенного вещества или выщелачивание происходит только путем диффузии [9–10].

Изучая осмос авторы Moreira, Ispir, Devic, Bchir, Mundada и др. сосредоточили внимание на исследованиях быстрых и эффективных удалений желаемого количества воды из фруктов, плодов и ягод путем корректировки таких факторов или параметров как использование высокой концентрации осмотического раствора и изучение температур предварительной обработки [11–15].

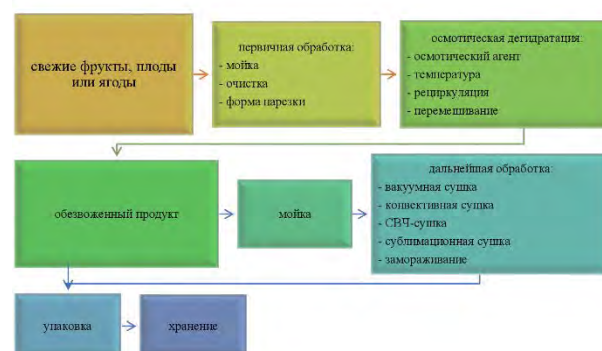


Рисунок 1. Блок-схема осмотической дегидратации фруктов, плодов и ягод

Figure 1. Block diagram of osmotic dehydration of fruits, fruits and berries

Осмотическая концентрация – это процесс удаления воды из фруктов, плодов и ягод позволяющая быстрее проходить воде через полупроницаемые клеточные мембраны. В процессе осмоса небольшое количество фруктовых кислот удаляется вместе с водой. Это динамический процесс, в котором вода и кислоты удаляются сначала, а затем происходит медленное проникновение небольшого количества раствора, но увеличивается со временем. Поэтому характеристики продукта могут быть изменены путем регулирования температуры, концентрации сахарного сиропа, концентрации раствора осмоса, времени осмоса и т. д., для того чтобы сделать процесс осмотической концентрации быстрее [6]. Осмотический агент может быть использован в осмотической дегидратации как самостоятельно, так и в комбинации [1].

В таблице 1 представлены данные о влиянии различных осмотических агентов на ожидаемые эффекты осмотической дегидратации. Результаты исследований показывают, что осмотические агенты должны уменьшать водную активность раствора и увеличивать движущую силу, быть эффективным, удобным, нетоксичным и иметь хороший вкус, легко растворимыми, чтобы образовать высококонцентрированный раствор. Осмотический агент не должен реагировать на

продукт и должен быть доступным. Концентрация осмотического агента играет также важную роль в осмотической дегидратации. Стоимость раствора, его совместимость с конечным продуктом и консервирующий эффект имеют первостепенное значение при выборе осмотических агентов. Наиболее часто используемыми осмотическими агентами являются глюкоза, сахароза, глицерин, сорбит, кукурузный сироп, сироп глюкозы и фруктоолигосахарид [1–2].

Таблица 1.

Влияние различных осмотических агентов на ожидаемые эффекты осмотической дегидратации

Table 1.

Effect of various osmotic agents on the process of osmotic dehydration

Осмотические агенты Osmotic agents	Результаты results
1	2
Хлорид Кальция Calcium chloride	Повышает упругость нарезанных плодов и сохраняет текстуру во время хранения. Взаимодействие с аскорбиновой кислотой и диоксидом серы предотвращает потемнение плода. Использование выше 0,5% придает лучший вкус продукту. Increases the elasticity of the sliced fruit and preserves the texture during storage. Interaction with ascorbic acid and sulfur dioxide prevents the darkening of the fetus. Using above 0.5% gives the best taste to the product.
Этанол Ethanol	Снижает вязкость и температуру замерзания осмотического раствора в процессах охлаждения и замораживания. Понижает активность воды в продукте и повышает стабильность продукта при хранении. Reduces the viscosity and freezing point of the osmotic solution in the cooling and freezing processes. Reduces the activity of water in the product and increases the stability of the product during storage.
Сахароза Sucrose	Уменьшает изменение цвета, путем предотвращения поступления кислорода, обеспечивает стабильность пигментов и помогает удерживать летучие соединения во время сушки осмотически обработанных материалов. Придает дополнительные вкусовые качества, улучшает органолептические показатели и не изменяет основной химический состав продукта. Активность воды высокая. Позволяет длительно сохранить продукты. Имеет тенденцию кристаллизоваться при сушке. Является лучшим, удобным, и эффективным способом. Reduces discoloration by preventing oxygen supply, ensures the stability of pigments and helps to keep volatile compounds during drying of osmotically processed materials. Gives additional flavoring qualities, improves organoleptic parameters and does not change the basic chemical composition of the product. Water activity is high. Allows you to save products for a long time. It tends to crystallize during drying. Is the best, convenient, and effective way.
Фруктоза Fructose	Увеличивает содержание сухого вещества на 50% по сравнению с сахарозой, в связи с более высоким уровнем проникновения. Активность воды конечного продукта ниже. Менее предпочтительнее чем сахароза. Increases the dry matter content by 50% compared to sucrose, due to a higher penetration level. The water activity of the final product is lower. Less preferable than sucrose.
Инвертный сахар Invert sugar	Эффективен и практически не составляет большой разницы сахарозе в скорости осмотического обезвоживания плодов при одинаковой концентрации и температуры. It is effective and practically does not make a big difference to sucrose in the rate of osmotic dehydration of fruits at the same concentration and temperature.
Лактоза Lactose	Имеет гораздо более низкий уровень сладости, чем сахароза. Низкая растворимость в водном растворе. Has a much lower level of sweetness than sucrose. Low solubility in aqueous solution.
Мальтодекстрин Maltodextrin	Может быть использован в качестве осмоса, но при более высокой концентрации или совместно с другими агентами. Менее эффективен, чем сахароза с той же концентрацией. Имеет более высокую молекулярную массу, он может быть абсорбирован так же хорошо, как и глюкоза. Высокое твердое усиление при использовании объясняется высокой характеристикой поглощения. Can be used as an osmosis, but at a higher concentration or together with other agents. Less effective than sucrose with the same concentration. It has a higher molecular mass, it can be absorbed as well as glucose. The high solid gain at use is due to the high absorption characteristic.
Хлорид Натрия, NaCl Sodium Chloride, NaCl	В основном используется для овощей, так как задерживает окислительные и ферментативные потемнения. Увеличивает движущую силу сушки. Предотвращает потемнение с помощью смеси соли и сахара. It is mainly used for vegetables, as it inhibits oxidative and enzymatic darkening. Increases the driving force of drying. Prevents darkening with a mixture of salt and sugar.
Сахар Sugar	Непригоден в процессе осмоса из-за окислительного потемнения. Трудности в утилизации сахарного сиропа. Не используется в овощной обработке. It is unsuitable in the process of osmosis due to oxidative darkening. Difficulties in recycling sugar syrup. Not used in vegetable processing.

1	2
Сорбит Sorbitol	Имеет молекулярную массу меньше сахарозы. Хорошо растворяется в воде. Менее сладкий почти вдвое, чем глюкоза. Has a molecular weight less than sucrose. It dissolves well in water. Less sweet almost twice than glucose.
Кукурузный сироп Corn syrup	Потери воды и значение твердого усиления ниже, чем обработанные в растворе сахарозы, из-за вязкой консистенции и молекулярной массы. The loss of water and the value of the solid gain are lower than those processed in the sucrose solution, due to the viscous consistency and the molecular weight.
Кленовый сироп Maple syrup	Вакуумный импрегнированный раствор, имеющий уровень 30–40% кленового сиропа, приводит к лучшему индексу отбеливания, текстурным атрибутам и уменьшенной активности воды в высушенных плодах, чем другие сахара. A vacuum impregnated solution having a level of 30–40% maple syrup results in a better whitening index, texture attributes and reduced water activity in dried fruits than other sugars.
Мёд Honey	Состоит из фруктозы, глюкозы, мальтозы, сахарозы и других углеводов. По сравнению с другими растворами сахара раствор мёда имеет высокую осмотическую выдержку, что позволяет быстро извлечь воду. Он также обеспечивает лучшее пластифицирующее действие, так что обработанный растительный материал обладает не хрупкой текстурой и улучшает свойства регидратации. It consists of fructose, glucose, maltose, sucrose and other carbohydrates. Compared with other solutions, honey has a high osmotic exposure, which allows you to quickly extract water. It also provides a better plasticizing effect, so that the processed plant material has a non-brittle texture and improves rehydration properties.
Фрукто-олигосахарид Fructo-oligosaccharide	Осмотическое поведение отличается от сахарозы. Это связано с его более высокой молекулярной массой по сравнению с сахарозой, что приводит к снижению скорости диффузии. Osmotic behavior is different from sucrose. This is due to its higher molecular weight compared with sucrose, which leads to a decrease in the rate of diffusion.
Мальтоза Maltose	При осмотической дегидратации имеет одновременно более высокую потерю воды и более низкий прирост сахара, чем раствор сахарозы. At osmotic dehydration has simultaneously a higher loss of water and a lower sugar gain than the sucrose solution.

В своих исследованиях авторы Ispir и Toğrul оценивали влияние различных осмотических агентов таких как сахароза, фруктоза, глюкоза, сорбит и мальтодекстрин на массовый расход во время осмотического обезвоживания плодов абрикоса. В результате исследований было выявлено, что сорбитол имеет молекулярную массу меньше сахарозы. Сорбитол ($C_6H_{14}O_6$) представляет собой сахарный спирт, полученный восстановлением альдегидной группы глюкозы до дополнительной гидроксильной группы. Мальтодекстрин имеет значительно более высокую молекулярную массу по сравнению с другими осмотическими агентами. Более высокое твердое усиление в случае мальтодекстрина объясняется его высокой характеристикой поглощения. Фруктоза, помимо обеспечения низкого поглощения твердых веществ, обеспечивает высокое осмотическое давление в абрикосе благодаря потенциалу связывания воды. Самые высокие потери воды были получены при использовании раствора сахарозы, соответственно. Следовательно, растворы фруктозы и сахарозы считаются лучшими при осмотическом обезвоживании абрикосов из-за сильного усиления и высоких потерь воды [12].

Исследования проводились также в области осмотического обезвоживания яблок с использованием двух растворов – сахарозный и кукурузный. В исследовании рассматривались три фактора: температура (30–50°C), концентрация сиропа (40–60%) и время погружения (90–240 мин). В результате было получено, что плоды практически соответствуют свежим

за счет максимальной потери воды и прироста твердых веществ, а также аскорбиновая кислота была выявлена в обоих растворах осмотических агентов [33].

Было также подтверждено [34], что скорость проникновения кукурузного сиропа с высоким содержанием фруктозы выше по сравнению с сахарозой, но на основе сенсорной оценки наиболее предпочтительнее является сахароза.

В результате научных исследований доказано [1], что одним из наиболее часто используемых осмотических агентов является сахароза. Она также широко используется в качестве пищевого подсластителя. Несмотря на то, что широкое и доступное разнообразие альтернативных осмотических агентов, сахароза считается оптимальным выбором.

Влияние концентрации, температуры и времени обработки осмотического агента

Концентрация осмотического агента также влияет на кинетику передачи данных во время осмотического обезвоживания [4]. Увеличение концентрации осмотического раствора приводит к большей скорости потери воды до достижения равновесного уровня [2, 5]. Разница в осмотическом потенциале между раствором и образцом приводит к более высокой скорости диффузии растворенного вещества и воды [2, 4]. Менее концентрированный раствор сахарозы приводит к минимальной потере воды и коэффициентам твердого усиления [2, 5]. Однако влияние упрочнения высокой концентрации сахарозы может уменьшить массовый расход фруктов, плодов и ягод [4].

В своих научных трудах, Falade и др. [16] изучали явление осмотического массопереноса арбузов (нарезанные в виде пластов) с использованием трех различных концентраций раствора сахарозы (40, 50 и 60°Brix). В результате было обнаружено, что потери воды и значение твердого усиления в арбузных образцах, обработанных более высокой концентрацией осмотического раствора намного выше. Аналогичным образом [12] оценивалась скорость массового переноса абрикоса во время осмотического обезвоживания. Плоды абрикосов были погружены в три различные концентрации сахарозы (40, 50 и 60%). Более высокая концентрация сахарозы приводит к большим градиентам осмотического давления, что приводит к более высокому усилению твердого тела и потере воды в течение всего периода осмотического обезвоживания.

Аналогично, было изучено влияние различных концентраций сахарозы (40, 50 и 60°Brix) на скорость переноса гранатовой кожуры при осмотической дегидратации. Гранатовая кожура, обезвоженная в растворе сахарозы 60°Brix, показала более высокий коэффициент усиления твердого тела и потери воды по сравнению с образцами, пропитанными в осмотическом растворе 40 и 50°Brix [15].

Исследования были посвящены изучению таких факторов как вид осмотического агента в зависимости от способа тепловой обработки, температуры и продолжительности обработки ягод черной смородины, ежевики, малины и земляники садовой. Ягоды обезвоживали 60% раствором сахарозы, применяя две технологии: раствор сахарозы без тепловой и с тепловой обработкой. В результате было получено, что обезвоживание ягод в растворе сахарозы с тепловой обработкой происходит быстрее за счет выше плотности сиропа, что позволяет в большей степени сохранить целостность и структуру ягод [17].

Доказано, что температура осмотической обработки фруктов не должна превышать 50°C, так как данная температура ограничивает ухудшение вкуса, текстуры и термочувствительные соединения продукта. При температуре 49°C происходит ферментативное потемнение и ухудшение аромата плодов. Данная температура является эффективной для поддержания вязкости раствора и позволяет сохранить качество плодов без их изменения [1, 5, 10, 38].

Это подтверждается исследованиями, что ягоды с темным окрасом обработанные при температуре более 50°C на кожице появляются нежелательные изменения [1, 35-37].

Исследования проводились и в области осмотического обезвоживания ананаса в растворе сахарозы при различных температурах, концентрациях, соотношениях раствора и объекта. На основе анализа экспериментальных

данных в ходе исследований были получены наилучшие результаты влияния температур при 30, 40 и 50°C, а также концентраций сахарозы при 50, 60 и 70°Brix в соотношении 1:4 [38].

Доказано, что осмотическое обезвоживание яблок при температуре между 30 и 50°C по сравнению с комнатной температурой происходит значительное увеличение коэффициента сахара до 55% [1, 39].

Проводился эксперимент по изучению массопереноса яблок в осмотический раствор 20 и 50% концентрации мальтодекстрина в соотношение 1:20 при температуре 30°C. Результаты показали, что яблоки, обработанные раствором, имеют больше сухого вещества и лучше сохраняют структуру, вкусовые качества в сравнении с необработанными яблоками [18].

Изучался эффект осмотической дегидратации на плодах манго путем изменения температуры обработки (30–50°C), концентрации раствора (40–60%) и времени погружения (60–150 мин). В результате было получено максимальное удаление воды (25%) с поглощением твердого тела менее чем на 6% путем поддержания подходящей комбинации раствора сахарозы (44% мас./мас.), времени обработки (80 мин) и температуры 38°C [19]. Исследовалась осмотическая дегидратация ягод с использованием трех различных осмотических агентов: сахароза (70%), сахароза + глюкоза (70% + 65%) и этанола. В результате исследований установлено, что снижается активность воды, а также приводит к элюированию аромата трехсторонне и антоцианина в осмотический раствор [20]. Это также существенно повлияло на содержание ликопина и аскорбиновой кислоты. Предварительная обработка повысила стабильность хранения замороженного продукта [21].

Был также изучен температурный режим при различных осмотических агентах на семенах граната. В качестве осмотических агентов были взяты сахароза, глюкоза 50°Bx и их сочетание (50:50) при различном температурном режиме (30, 40 и 50°C). Следовательно, установлено, что температурный параметр увеличивает потерю воды во время осмотической обработки продукта. Это подтверждается данными, что уже после 20 мин обезвоживания потери воды в сахарозе составило 46%, глюкозе 37%, а в растворе смеси 41% [40].

Физико-химические свойства осмотической дегидратации

На процесс осмотической дегидратации также влияют и физико-химические свойства, молекулярная масса, растворимость и ионное состояние растворенного вещества [2]. Осмотическая дегидратация служит движущей силой противоточных потоков растворенного вещества и воды, а также измеряет степень потери воды и поглощения твердых частиц. Это существенно

влияет на физические и сенсорные свойства конечного продукта. Важным критерием является это совместимость растворенного вещества с компонентами пищи [2, 5]. Осмотический агент с более низким молекулярным весом может легко проникать в клетки фруктов, плодов и ягод по сравнению с осмотическим агентом с более высокой молекулярной массой [2, 4].

Изучены и оценены различные методы предварительной обработки для осмотического обезвоживания клюквы. Было проведено механическое, химическое и осмотическое обезвоживание. В механической предварительной обработке плоды были разрезаны на половинки и четверти. При химической предварительной обработке разницы заключалась в температуре химического вещества и времени погружения плодов, а при осмотической дегидратации использовалось различное осмотическое средство в разной концентрации вместе с изменяющимся временем осмотического обезвоживания. Исходя из результатов, полученных в соответствии с приростом массы, твердым усилением и влажностью, было выявлено, что клюква, нарезанная на четверть частей, показала лучший результат, а время и концентрация осмотического агента значительно способствовали результату, однако различная химическая обработка не показала различий в качестве продукта [41].

На процесс осмотического обезвоживания также влияет pH осмотического раствора. Максимальные потери воды при pH 3 для яблок, нарезанных в виде формы колец, наблюдалось с использованием кукурузного сиропа. С уменьшением pH (pH 2) текстура яблочного кольца стала более мягкой, что может быть связано с деполимеризацией и гидролизом пектина, тогда как твердость продукта сохранялась при pH 3,0–6,0 [2, 5].

Основной проблемой для улучшения осмо-обезвоженных пищевых продуктов является их микробная нагрузка, поскольку она может влиять на срок хранения упакованных продуктов, особенно нарезанных фруктов, плодов или ягод [22]. Следовательно, снижение микробной нагрузки без каких-либо дополнительных этапов обработки можно снизить за счет покрытия осмотическим агентом, при этом сохранить затраты, тем самым обеспечивая дополнительную ценность для пищевых продуктов. В результате обнаружено, что подходящая комбинация активности воды и pH может быть очень эффективной для борьбы с микробами в пище. В исследованиях было определено, что в обезвоженных яблоках предварительно обработанными кислотными растворами инактивирована кишечная палочка [2].

Комбинация низкого уровня pH и активности воды значительно снижает микробные нагрузки [23]. В результате осмотического

обезвоживания ананаса в растворе сахарозы в комбинации с лимонной кислотой (0,5–2,5%) при температуре (25–45 °C) выявлено, что потери влаги, массы и твердое усиление достигнуто 36,54; 42,62 и 92,16% соответственно, через 6 ч процесса, с уменьшением количества микробов более чем на два цикла регистрации и более высокой сенсорной восприимчивостью с определяемой оптимизацией (2,48% лимонной кислоты и 44,99 °C) [24].

Активность воды является важным параметром, который влияет на микробную экологию и очень важен для срока годности осмо-обезвоженных продуктов и определяется как доступное содержание влаги в пищевом продукте. Это подтверждается исследованиями Klewicki и др., где были изучены водная активность и содержание сухого вещества осмо-сублимированных и осмо-лиофилизированных фруктов [25].

Немаловажное значение имеет увеличение сроков годности готового переработанного продукта – это возможно сделать за счет взаимосвязи предварительно обработанных плодов, фруктов или ягод осмотическими растворами с последующей их доработкой. Осмотическая дегидратация с последующей вакуумной сушкой проводилась в пищевом материале с раствором сахарозы 65–75°Brix до тех пор, пока вес не был потерян до 30–50%. В результате получен объемный продукт с хрустящей текстурой и по цене, которая значительно ниже, чем продукт, полученный лиофилизацией [26]. Комбинированная осмотическая и вакуумная пропитка кусочков яблок с 30–40% кленовым сиропом по сравнению с другими сахарами приводит к лучшим текстурным свойствам и индексу отбеливания, а также к снижению уровня активности воды. Исследования также были посвящены сравнению различных методов сушки и было установлено, что вакуумная сушка наиболее эффективна при сохранении цветных, текстурных и фенольных соединений во время сушки яблок [27].

Уровень давления и время его действия, концентрация и тип используемого осмотического агента, геометрическая форма, а также пористость образца обязательно должны учитываться для разработки подходящих условий для процесса импульсного вакуумного осмотического обезвоживания. Вакуум наносят в течение 10–20 мин, а затем высвобождают, что приводит к импульсным циклам вакуумной осмотической дегидратации, которые в сочетании с осмотическими градиентами развивают сжатие и релаксацию пищевой матрицы, что ускоряет осмотическое обезвоживание [28].

Проведенные исследования по вакуумной дегидратации кубиков дыни при давлении 0,01 МПа и в растворах сахарозы 40, 50 и 60°Brix. В результате использования менее вязкого

раствора в сочетании с вакуумом в начале процесса привело к более высокому усилению, однако в твердом усилении наблюдалась тенденция к уменьшению концентрации раствора [29–30]. Обработка давлением 0,7 МПа для яблок с олиго-фруктозой в течение 5 мин приводит примерно на 12% больше потери влажности и более высокой степени пропитки фруктоолигосахаридов по сравнению с образцами, обезвоженными без применения давления [31]. Осмотическое обезвоживание ягод малины с использованием давления 1,33 МПа в течение 8 мин вызывало в 3–4 раза более высокую потерю воды, чем твердое усиление. Механическая стойкость, аромат и цвет ягод значительно улучшились путем пропитки раствором сахарозы [32].

Преимущество и недостатки осмотической дегидратации

В результате анализа осмотической дегидратации для плодов, фруктов и ягод можно выявить ряд преимуществ и недостатков (таблица 2) [2, 6]. Рассматривая плюсы и минусы осмотической дегидратации различными растворами можно с уверенностью сказать, что этот метод является предпочтительным по сравнению с другими методами так как в большей степени, сохраняются цвет, аромат, питательные компоненты и целостность пищевого продукта, что является важными показателями для переработанного плодово-ягодного сырья.

Таблица 2.

Преимущество и недостатки осмотической дегидратации

Table 2.

Advantages and disadvantages of osmotic dehydration

Осмотическая дегидратация, +/- Osmotic dehydration, +/-	Показания Indications
Преимущества Benefits	Процесс удаления воды с низкой температурой и, следовательно, минимальная потеря цвета и вкуса. The process of removing water with low temperature and, consequently, minimal loss of color and taste.
	Сохранение аромата лучше, когда в качестве осмотического агента используют сахар или сахарный сироп. Preservation of flavor is better when using sugar or sugar syrup as the osmotic agent.
	Ферментативное и окислительное изменение предотвращается, так как нарезанные фрукты или плоды окружены сахарным сиропом, что позволяет сохранить хороший цвет с небольшим использованием или без использования оксида серы. Enzymatic and oxidative change is prevented, since the sliced fruits or fruits are surrounded by sugar syrup, which allows to maintain a good color with little or no use of sulfur oxide.
	Удаление кислоты и поглощение сахара фруктами, плодами и ягодами дают более сладкий вкус готовому продукту, чем традиционно высушенный продукт. The removal of acid and the absorption of sugar by fruits, fruits and berries give a more sweet taste to the finished product than the traditionally dried product.
	Частичное удаление воды, приводит к сокращению времени во время сушки или замораживания. Partial removal of water, leads to a reduction in time during drying or freezing.
	Потребление энергии меньше, поскольку процесс происходит при температуре окружающей среды. Energy consumption is less, because the process takes place at ambient temperature.
	Увеличивается плотность твердого тела благодаря поглощению твердых частиц и помогает получить более качественный продукт после сушки или замораживания. The density of the solid increases due to the absorption of solid particles and helps to obtain a better product after drying or freezing.
	Текстурное качество продукта намного лучше после восстановления. The texture quality of the product is much better after restoration.
	Срок хранения продукта значительно увеличивается. The shelf life of the product is significantly increased.
Недостатки disadvantages	Для процесса требуется простое оборудование. The process requires simple equipment.
	Из-за снижения уровня кислотности снижается характерный вкус в некоторых продуктах, но это можно преодолеть, добавляя в раствор фруктовую кислоту. Due to the decrease in acidity level, the characteristic taste in some products decreases, but it is possible to overcome it by adding fruit acid to the solution.
	Сахарное покрытие для некоторых продуктах нежелательно т. к. после обработки возможно потребуется быстрое ополаскивание в воде. Sugar coating for some products is undesirable because after processing it may be necessary to quickly rinse in water.
	Обнаружено, что осмотическая дегидратация с другими комбинированными процессами, такими как вакуумная сушка, сушка на воздухе требует больше затрат. It has been found that osmotic dehydration with other combined processes, such as vacuum drying, drying in air, requires more expenditure.
	Процесс осмотической дегидратации требует длительного времени In osmotic dehydrated products, water activity is higher.
	Этот процесс требует длительного времени. This process takes a long time

Заключение

Осмотическая дегидратация успешно используется для снижения веса в материале до 50% и требует дополнительного замораживания или высушивания для увеличения срока годности. Этот процесс позволяет уменьшить энергосбережение и улучшить качества продукта. Осмотическую дегидратацию можно использовать как в больших масштабах для перерабатывающих пищевых промышленности, так и для малых перерабатывающих предприятий, а также для домашней переработки плодово-ягодного сырья.

Выбор осмотического агента является основной задачей и может быть получен с использованием любого традиционного питательного углеводного подсластителя как моно-, так и дисахарида, такие как сахароза, инвертный сахар, декстроза, кукурузный сироп с высоким содержанием фруктозы, включая кукурузный сироп, мальтоза, фруктоза, кукурузная патока и фруктовые соки.

Сохранение продуктов питания для продления срока годности с обеспечением его безопасности и качества, является главной задачей пищевой промышленности. Ведь сохранение продуктов питания является процесс

обработки и обработки продуктов для прекращения или значительного замедления порчи т. е. потери качества и питательной ценности вызвано или ускоренно развитием микроорганизмов. Сохранение обычно включает предотвращение роста бактерий, грибов и других микроорганизмов, а также замедление окисления жира, которое вызывает прогорклость. Он также включает в себя процессы, препятствующие естественному старению и обесцвечиванию, которые могут возникать во время приготовления пищи, такие как реакция ферментативного изменения в плодах, например, в яблоках после разрезания [2].

Следовательно, анализ аналитического обзора показал, что в России изучение и исследование осмотической дегидратации с помощью осмотических агентов изучен в малом объеме, а ведь данный метод позволяет подготовить фрукты, плоды и ягоды для дальнейшей обработки с одновременным переходом потери влаги и увеличить твердые вещества при погружении в осмотические растворы, в следствие чего приводит к частичной сушке при этом улучшая качество, органолептические, потребительские и пищевые свойства пищевого продукта.

REFERENCES

- 1 Yadav A.K., Singh S.V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review *J Food Sci Technol* 2014. 51 (9). pp. 1654–1673.
- 2 Ahmed I., Qazi I.M., Jamal S. Developments in osmotic dehydration technique for the preservation offruits and vegetables *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2016. vol. 34 pp. 29–43. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.01.003.
- 3 Khan M.R. Osmotic dehydration technique for fruits preservation – A review *Pakistan Journal of Food Sciences* 2012. 22(2). pp. 71–85.
- 4 Phisut N. Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits *International Food Research Journal* 2012. 19(1). pp. 7–18.
- 5 Tortoe C. A review of osmodehydration for food industry *African Journal of Food Science* 2010. 4(6). pp. 303–324.
- 6 Chavan U.D. Osmotic Dehydration Process for Preservation of Fruits and Vegetables *Journal of Food Research* 2012. vol. 1. no 2. pp. 202–209. DOI:10.5539/jfr.v1n2p202 <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v1n2p202>.
- 7 Matussek A., Czukur B., Meresz P. Comparison of sucrose and fructo-oligosaccharides as osmotic agents in apple *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2008. vol. 9. no 3, pp. 365–373.
- 8 Campos Camila Dalben Madeira et al. Effect of process variables on the osmotic dehydration of star-fruit slices *Ciênc. Tecnol. Aliment* 2012. vol. 32. no 2. pp. 357–365.
- 9 Akbarian M., Ghasemkhani N., Moayedi F. Osmotic dehydration of fruits in food industrial: A review *International Journal of Biosciences* 2014. vol. 4, no 1. pp. 42–57.
- 10 Rahman M.S. Drying and food preservation. In R.M.S. (Ed.), *Handbook of food preservation* 2007. pp. 412 (2nd ed.). CRC Press.
- 11 Moreira R., Chenlo F., Torres M.D., Vazquez G. Effect of stirring in the osmotic dehydration of chestnut using glycerol solutions *LWT-Food Science and Technology* 2007. 40. pp. 1507–1514.
- 12 Ispir A., Togrul T.I. Osmotic dehydration of apricot: Kinetics and the effect of process parameters *Chemical Engineering Research and Design* 2009. 78. pp. 166–180.
- 13 Devic E., Guyoi S., Daudin J., Bonazzi C. Effect of temperature and cultivar on polyphenol retention and mass transfer during osmotic dehydration of apples *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2010. 58. pp. 606–614.
- 14 Bchir B., Besbes S., Attia H., Blecker C. Osmotic dehydration of pomegranate seeds (*Punica Granatum L.*): Effect of freezing pretreatment. 2012. 35(3). pp. 335–354. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4530.2010.00591.x>.
- 15 Mundada M., Hathan S.B., Maske S. Mass transfer kinetics during osmotic dehydration of pomegranate arils *Journal of Food Science* 2011. 76. pp. 31–39.
- 16 Falade K.O., Igbeka J.C., Ayanwuyi F.A. Kinetics of mass transfer and colour changes during osmotic dehydration of watermelon *Journal of Food Engineering* 2007. 80. pp. 979–985.
- 17 Gribova N.A. Influence of sucrose solution on the quality of frozen fruit and berry cheese. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*. [Storage and processing of agricultural raw materials] 2016, no 11, pp. 5–8. (in Russian).
- 18 Khin M.M., Zhou W., Yeo S.Y. Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using malto-dextrin as the coating material and their textural properties *J Food Eng* 2007. 81. pp. 514–522.

- 19 Azoubell P.M., Francinaide O.S. Optimisation of osmotic dehydration of 'Tommy Atkins' mango fruit *International Journal of Food Science and Technology* 2008. 43. pp. 1276–1280.
- 20 Osorio C., Franco M.S., Castaño M.P., González-Miret M.P., Heredia F.J., Morales A.I. Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2007. 8. pp. 353–359.
- 21 Olatidoye O.P.I., Sobowale S.S., Akinlua O. Effect of osmodehydrofreezing on the quality attributes of frozen tomato *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* 2010. 9(4) pp. 780–789.
- 22 Castelló M.L., Igual M., Fito P.J., Chiralt A. Influence of osmotic dehydration on texture, respiration and microbial stability of apple slices (var. Granny Smith) *Journal of Food Engineering* 2009. 91(1). pp. 1–9.
- 23 Tiganitas A., Zeaki N., Gounadaki A.S., Drosinos E.H., Skandamis P.N. Study of the effect of lethal and sub-lethal pH and aw stresses on the inactivation or growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* *International Journal of Food Microbiology* 2009. 134(1–2). pp. 104–112.
- 24 Zapata M., José E., Arias A., Johan M., Ciro G., Gelmy L. Optimization of osmotic dehydration of pineapple (*Ananas comosus* L.) using the response surface methodology *Agronomía Colombiana* 2011. 29 (2). pp. 249–256.
- 25 Klewicki R., Konopacka D., Uczciwek M., Irzyniec Z., Piasecka E., Bonazzi C. Sorption isotherms for osmo-convectively-dried and osmo-freeze-dried apple, sour cherry, and blackcurrant (ISAFRUIT Special Issue) *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 2009. pp. 75–79.
- 26 Falade K.O., Igbeka J.C. Osmotic dehydration of tropical fruits and vegetables *Food Reviews International* 2007. 23(4). pp. 373–405.
- 27 Rupasinghe V., Handunkutti P., Joshi A.P.K., Pitts N.L. Non-fried apple food products and processes for their preparation. (US20100159082). 2010.
- 28 Santacruz-Vazquez C., Santacruz-Vazquez V., Jaramillo-Flores M.E., Chanona-Perez J., Welti Chanes J., et al. Application of osmotic dehydration processes to produce apple slices enriched with β -carotene *Drying Technology* 2008. 26(10). pp. 1265–1271.
- 29 Ferrari C.C., Arballo J.R., Mascheroni R.H., Hubinger M.D. Modelling of mass transfer and texture evaluation during osmotic dehydration of melon under vacuum *International Journal of Food Science and Technology* 2011. 46(2). pp. 436–443.
- 30 Viana A.D., Corrêa J.L., Justus A. Optimisation of the pulsed vacuum osmotic dehydration of cladodes of fodder palm *International Journal of Food Science and Technology* 2013. 49(3). pp. 726–732.
- 31 Matusek A., Czukur B., Meresz P. Comparison of sucrose and fructooligosaccharides as osmotic agents in apple *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2008. 9. pp. 365–373.
- 32 Bórquez R.M., Canales E.R., Redon J.P. Osmotic dehydration of raspberries with vacuum pretreatment followed by microwave-vacuum drying *Journal of Food Engineering* 2010. 99(2). pp. 121–127.
- 33 Azoubel P.M. Optimization of osmotic dehydration of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) in sugar solution // *Food Sci Technol Int.* 2007. 9(6) P. 427–433.
- 34 Bolin H.R., Huxsoll C.C., Jackson R, Ng K.C. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality // *J Food Sci.* 2010. 48(1). P. 202–205.
- 35 Rafiq Khan M. Osmotic dehydration technique for fruits preservation-A review // *Pakistan Journal of Food Sciences.* 2012. 22(2). P 71-85.
- 36 Phisut N. Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits // *International Food Research Journal* 2012. 19(1). P. 7-18.
- 37 Shi J.J. Osmotic Dehydration of Foods // *Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Applications*, DEStech Publications, Inc. Pennsylvania, U.S.A. 2008. P. 275-295.
- 38 Beristain C.I., Azuara E., Cortes R., Garcia H.S. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings // *Intl J Food Sci Technol.* 2008. 25(5). P. 576–582.
- 39 Matuska M., Lenart A., Lazarides H.N. On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake // *Journal of Food Engineering.* 2006. 72. P. 85–91.
- 40 Bchir B., Besbes S., Attia H., Blecker C. Osmotic dehydration of pomegranate seeds: mass transfer kinetics and DSC characterization // *Intl J Food Sci Technol.* 2009. 44. P. 2208–2217.
- 41 Sunjka PS, Raghavan GS. Assessment of pretreatment methods and osmotic dehydration for cranberries // *Canadian Biosystems Engineering.* 2008. 46. P. 35–48.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья А. Грибова к.т.н., доцент, кафедра ресторано-бизнеса, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, Natali-g@bk.ru

Людмила Г. Елисеева д.т.н., профессор, кафедра товароведения и товарной экспертизы, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, Eliseeva-reu@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Людмила Г. Елисеева консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.11.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.12.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalya A. Gribova candidate of technical sciences, engineer, restaurant business department, Plekhanov Russian Economic University, Stremyanniy lane, 36, Moscow, 117997, Russia, Natali-g@bk.ru

Lyudmila G. Eliseeva doctor of technical sciences, professor, commodity and commodity expertise department, Plekhanov Russian Economic University, Stremyanniy lane, 36, Moscow, 117997 Russia, Eliseeva-reu@mail.ru

CONTRIBUTION

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

Lyudmila G. Eliseeva consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.27.2017

ACCEPTED 12.11.2017

Антиоксидантные свойства функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве хлебобулочных и молочных продуктов, их влияние на качество и сохраняемость продукции

Ирина Ю. Потороко	1	irina_potoroko@mail.ru
Анастасия В. Паймулина	1	aaaminaaa@mail.ru
Дарья Г. Ускова	1	twins.23@mail.ru
Ирина В. Калинина	1	melekira79@inbox.ru
Наталия В. Попова	1	
Сонавейн Шириш	2	

¹ Южно-Уральский государственный университет (научно-исследовательский университет), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия

² Национальный технологический институт, Штат Телангана, г. Варангал, 506004, Индия

Реферат. Статья посвящена изучению антиоксидантной активности (АОА) пищевых ингредиентов (ПИ), содержащих фукоидан, используемых в качестве обогаителей хлебобулочных и молочных продуктов, и оценке их влияния на качество и сохраняемость изделий. Применение ПИ, обладающих АОА, в производстве продуктов питания позволит обеспечить их функциональность с точки зрения повышения устойчивости организма к неинфекционным заболеваниям. Объектами исследований являлся фукоидан различной чистоты от разных производителей, а также опытные образцы хлеба пшеничного и йогуртовых продуктов на основе восстановленного сухого молока. Оценка АОА ПИ на основе фукоидана показала, что суммарная концентрация антиоксидантов изменяется в значительном диапазоне от $(43,32 \pm 0,2)$ до $(69,17 \pm 0,2)$ мг аскорбиновой кислоты на 100 г. Также был определен эффект от внесения ПИ на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба и йогуртового продукта в хранении. Использование ПИ в технологии хлеба способствует пролонгированию сроков его хранения. При этом отклонение значения показателя влажности снижается на 1,3%, пористость – на 1,4%. Кроме этого была изучена термостабильность фукоидана после выпечки хлеба. Остаточное содержание его составило $0,196 \pm 0,0015$ мг/г при внесении 0,2 г. Изучение влияния ПИ с фукоиданом на торможение процессов плесневения хлеба подтвердило сильные бактерицидные свойства фукоиданов, обусловленные высокой АОА. При хранении йогурта в течение 120 часов наблюдалось снижение активности наращивания титруемой кислотности, что возможно, обусловлено действием ПИ.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, кулонометрическое титрование, фукоидан, специализированные продукты питания, хлебобулочные изделия, хлеб, йогуртовый напиток, адаптогены, пищевые ингредиенты

The antioxidant properties of functional food ingredients used in the production of bakery and dairy products, their impact on quality and storageability of the product

Irina Yu. Potoroko	1	irina_potoroko@mail.ru
Anastasiya V. Paimulina	1	aaaminaaa@mail.ru
Daria G. Uskova	1	twins.23@mail.ru
Irina V. Kalinina	1	melekira79@inbox.ru
Nataliya V. Popova	1	
Shirish Sonawane	2	

¹ South Ural State University, Lenina Av., 76 Chelyabinsk, 454080, Russia

² National Institute of Technology, Telangana State, Warangal, 506004, India

Summary. The article is devoted to the study of antioxidant activity (AOA) food ingredients (FI) containing fucoidan used as dressers bakery and dairy products, and evaluate their impact on the quality and persistence of the products. The use of FI possessing AOA in food production will ensure their functionality from the point of view of increasing the resistance of the body to noninfectious diseases. Objects of research were fucoidan from different manufacturers, as well as experimental samples of bread wheat and yoghurt-based products restored dry milk. Evaluation of antioxidant activity of FI based on fucoidan showed that the total concentration of antioxidants varies in significant range from $(43,32 \pm 0,2)$ to $(69,17 \pm 0,2)$ mg of ascorbic acid per 100 g was Also determined the effect of any FI on the organoleptic and physico-chemical quality parameters of bread and yogurt product in storage. The use of FI in the technology of bread contributes to the prolongation of periods of storage. Thus the deviation values increased humidity decreases by 1.3%, porosity – by 1.4%. In addition, we studied the temperature stability of fucoidan after baking bread. The residual content of his made up $0,196 \pm 0.0015$ mg/g when introducing 0.2 g. study of the effect of FI with fucoidan on the inhibition of the processes of molding bread confirmed the strong bactericidal properties of fucoidans, due to the high AOA. During storage of yoghurt for 120 hours was observed decrease in the activity of capacity operated of acidity that may be due to the action of FI.

Keywords: antioxidant activity, coulometric titration, fucoidan, specialized food products, bakery, bread, yogurt drink, adaptogens, food ingredients

Для цитирования

Потороко И.Ю., Паймулина А.В., Ускова Д.Г., Калинина И.В., Попова Н.В., Шириш Сонавейн Антиоксидантные свойства функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве хлебобулочных и молочных продуктов, их влияние на качество и сохраняемость продукции //Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 143–151. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-143-151

For citation

Potoroko I.Ju., Pajmulina A.V., Uskova D.G., Kalinina I.V., Popova N.V., Shirish Sonavejn The antioxidant properties of functional food ingredients used in the production of bakery and dairy products, their impact on quality and storageability of the product. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 143–151. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-143-151

Введение

Вопросы антиоксидантной активности (АОА) пищевых ингредиентов (ПИ), их количество и качество в продуктах питания в настоящее время приобретают новый этап интереса производителей. Раскрытие механизмов антиоксидантного действия на клеточные системы позволяет регулировать общий антиоксидантный статус организма человека, минимизировать негативное действие свободных радикалов. Доказано, что триггерным фактором развития неинфекционных заболеваний (НИЗ) человека является оксидативный стресс (Европейское региональное бюро ВОЗ, Копенгаген, 2012), сопровождающийся повреждением белков, липидов и ДНК. Разработанный Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) документ «Глобальный план действий по профилактике неинфекционных заболеваний и борьбе с ними на 2013–2020 гг.», указывает, что одним из рычагов в решении проблемы является рационализация питания, направленная на повышение устойчивости организма человека к действию стрессоров [2].

Среди свойств биологически активных ПИ выделенных из растений особое место отводится изучению АОА их экстрактов, так как предполагается, что высокая АОА вносит существенный вклад в их функциональные свойства. Антиоксиданты блокируют процесс окисления путем нейтрализации свободных радикалов, но при этом сами начинают подвергаться процессам окисления, а значит, существует необходимость восполнения окислительных ресурсов организма. В связи с чем, применение пищевых ингредиентов, обладающих антиоксидантными свойствами, в производстве хлебобулочных и молочных продуктов позволит обеспечить их функциональность с точки зрения повышения устойчивости организма к НИЗ. На наш взгляд, особый интерес представляет изучение возможности участия растворимых углеводов в нейтрализации оксидативного стресса в качестве низкомолекулярных перехватчиков активных форм кислорода (АФК).

Выбор фукоидана в качестве функционального пищевого ингредиента обусловлен комплексностью его свойств и значительной доказательной базой в части исследований в этом направлении. Фукоиданы – это сульфатированные полисахариды, привлекающие внимание ученых из-за их антираковых, антитромбических, антикоагулянтных и антивирусных свойств. Установлено, что фукоиданы предохраняют растения, произрастающие на литорали, от высыхания и обеспечивают стабильность клеточных стенок. Благодаря своим антиоксидантным свойствам фукоиданы могут защищать растения в естественных условиях от стресса, вызванного флуктуациями температуры, света, солености воды и других факторов. Сульфатированные полисахариды являются пищевыми волокнами, поэтому их можно применять практически без ограничений, не вызывая заметных нежелательных реакций [7, 8, 14].

Непременным и часто главным компонентом молекул фукоидана служат остатки сульфатированной α -L-фукозы. В их составе обнаружены и другие моносахариды: галактоза, манноза, ксилоза, уроновые кислоты, а также ацетильные группы. Родственные биополимеры обнаружены в некоторых морских беспозвоночных (морских ежах и голотуриях), принадлежащих к типу иглокожих. Полисахариды животного происхождения содержат только фукозу и сульфатные группы, и, соответственно, представляют собой сульфатированные α -L-фуканы, построенные из повторяющихся тетрасахаридных блоков. В наземных организмах полисахариды, подобные фукоиданам, до сих пор не обнаружены [12, 13, 16]. Структурные характеристики и количество сульфатов (таблица 1) некоторых фукоиданов, выделенных из разных видов бурых водорослей, значительно различаются и, следовательно, могут обладать разной функциональностью.

Таблица 1.

Структурные характеристики некоторых фукоиданов бурых водорослей

Table 1.

Structural characteristics of some fucoidans of brown algae

Бурая водоросль Kelp	Моносахаридный состав / Monosaccharide composition Fuc: Glc: Gal: Man: Xyl: Ram: Gl c A	Количество сульфатов Sulfur content	Источник Reference
Laminaria japonica	*1,0:0,07:0,37:0,09:0,14:0,02:0,21	*1,66	[11]
Undaria pinnatifida	*а) 1,0:0:0,77:0,04:0,03:0:0,33 *б) 1,0:0:0,87:0,03:0,04:0:0,12 *в) 1,0:0:1,76:0,04:0,08:0:0,17	*0,32 *1,12 *3,37	[17]
Undaria pinnatifida	*1,0:0:1,1:0:0:0:0	*0,72	[13]
Fucus evanescens	**а) 58,7:0:1,6:0:1,6:0:0 **б) 35,4:4:0:0,8:6,1:0:н.о **в) 10,7:1,1:3:3,7:17,4:0:15,6 **г) 33,2:0:4,5:3,5:8,1:0:28,9 **д) 34,0:5,4:0:3,8:0:32,5	**46,5 н.о **19,6 **28,9 **32,5	[9]

* – мольные отношения; ** – процентное содержание; н.о – не определено; *** – для этой фракции получен ЯМР-спектр [* – molarratio; ** – percentage; n.d – notdetermined; *** – forthisfractionofthereceivedNMR]

Учеными доказана способность фукоидана бороться с агрессивными окислителями. Так в 2016 году корейские медики обнаружили, что это вещество при нанесении на кожу ускоряет производство кератиноцитов (клетки, составляющие наружный покров организма) и укрепляет эпидермис, снижая негативное воздействие ультрафиолетового излучения. В процессе перорального приема наблюдается положительная динамика выработки гемоксигеназы и супероксиддисмутазы, которые защищают внутриклеточное пространство от проникновения свободных радикалов, превращая их в обычные молекулы кислорода [15, 19–22].

Важную роль в антиоксидантной активности полисахаридов играет их молекулярная масса, причем способность блокировать свободные радикалы увеличивается с уменьшением молекулярной массы [18, 20]. Установлено, что АОА фукоиданов водоросли *Laminaria japonica* обусловлена комплексом факторов – величиной молекулярной массы, типом доминирующего сахара, степенью разветвления и общим содержанием сульфатных групп, а также содержанием глюкуроновой кислоты, фукозы и нейтральных сахаров [10, 18].

Следует отметить, что при обогащении продуктов питания, как правило, осуществляют модификацию традиционных рецептур за счет внесения пищевых ингредиентов. Таким образом, регулируется химический состав готовых изделий, а также их функциональные свойства. Применение гидробионтов, в частности водорослей, и извлеченных из них ингредиентов, становится весьма актуальным, особенно для регионов, удаленных от приморских и океанических акваторий.

Целью данного исследования являлось установление антиоксидантной активности ПИ, содержащих фукоидан, используемых в качестве обогащителей хлебобулочных и молочных продуктов, и оценка их влияния на качество и сохраняемость изделий.

Материалы и методы

Выбор объектов и методов эксперимента определен целью исследований.

На первом этапе исследований в качестве объектов использовали ПИ, содержащие фукоидан различной чистоты от разных производителей:

- ПИ № 1 – БАД к пище «Фуколам-С-сырье» (ТУ 9284–067–02698170–2010), разработанная учеными лаборатории химии ферментов Тихоокеанского института биоорганической химии (ТИБОХ) ДВО РАН по оригинальной технологии, защищенной патентом (Пат. № 2315487). Сырьем для получения БАД являются бурые

водоросли – фукус исчезающий (*Fucus evanescens*) с содержанием фукоидана не менее 60% и альгинаты, как адсорбенты и дополнительный источник йода;

- ПИ № 2 – БАД «FUCOID POWER-U», содержащая фукоидан морских бурых водорослей *Undaria pinnatifida* (мекабу) и *Laminaria japonica* (комбу) не менее 66%, разработанная компанией HAEWON BIOTECH, INC (Южная Корея);

- ПИ № 3 – опытные образцы фукоидана бурых водорослей, произведенные в лаборатории Далянского технологического университета.

На втором этапе исследований в производственной и исследовательской лабораториях кафедры «Пищевые и биотехнологии» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ) были получены опытные образцы:

Образец 1 – хлеб пшеничный из муки высшего сорта;

Образец 2 – йогуртовые продукты на основе восстановленного сухого молока и заквасок прямого внесения LYOBACYOYO (*Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*).

При формировании рецептур хлеба и кисломолочных продуктов учитывались два аспекта:

- 1) рекомендуемая доза фукоидана для человека составляет 100 мг в сутки (Т.К. Каленик, Л.Н. Федянина, Е.С. Смертина, 2011) при суточной норме потребления хлеба 325–345 г., а молочных продуктов 500мл;

- 2) сохранение направленного биологического действия в отношении блокирования оксидативного стресса и улучшение потребительских достоинств полученных изделий [3, 6].

Для установления влияния фукоидана на сохраняемость обогащенных хлебобулочных и молочных продуктов в течение гарантированных сроков хранения (по МУК 4.2.1847-04) опытные образцы были заложены на хранение [5]. Условия хранения: для йогуртового продукта при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, для хлеба при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 85%. Показатели качества йогурта контролировали через каждые 24 часа в течение всего регламентированного срока хранения. Оценку свежести хлеба проводили через 3, 24, 48 и 72 часа после выпечки. Качество контрольных и опытных образцов оценивали по регламентированным для хлебобулочных и кисломолочных продуктов показателям качества.

Для определения АОА фукоиданов был использован электрохимический метод кулонометрического титрования. В основе кулонометрических методов лежит закон Фарадея, устанавливающий

связь между массой электропревращенного вещества и количеством затраченного электричества [4]. В своей работе мы использовали универсальный прецизионный кулонометр «Эксперт-006-анти-оксиданты», разработанный и серийно выпускаемый НПК ООО «Эконикс-Эксперт», г. Москва, № 23192–02 в Госреестре СИ РФ средств измерений РФ [1].

Определение АОА пищевого ингредиента осуществляли по следующей методике.

1) Перед началом работы платиновые электроды выдерживали в 96% этаноле 30 мин., затем промывали дистиллированной водой. Рабочую поверхность стеклоуглеродного электрода зачищали механически.

Стандартный раствор аскорбиновой кислоты квалификации х.ч. готовили по точной навеске (0,05–0,1 г) и растворяли в 100 мл 96% этанола.

2) Подготовка образцов фукоидана – навеску 0,1 г образца растворяли в 10 мл дистиллированной воды, нагревали на водяной бане до 50°C, центрифугировали при 2000 об/мин в течение 10 мин. Для исследования брали надосадочную жидкость.

3) Электрогенерацию брома осуществляли при постоянной силе тока 50.0 мА или 5.0 мА из водных 0,2 М растворов калия бромистого в 0,1 М растворе серной кислоты. Конечную точку кулонометрического титрования определяли бипотенциометрически с двумя поляризованными игольчатыми платиновыми электродами ($\Delta E = 300$ мВ).

В ячейку объемом 50 см³ вводили 25,0 см³ фонового раствора, опускали электроды и включали генераторную цепь. По достижении определенного значения индикаторного тока в ячейку вносили аликвоту жидкого исследуемого образца (0,1 – 1,0 см³). Для титрования брали аликвоты с таким расчетом, чтобы время титрования не превышало 5 мин. Конечную точку титрования

фиксируют по достижению первоначального значения индикаторного потенциала.

Массу вещества рассчитывали по формуле:

$$m = \frac{QM}{nF}, \quad (1)$$

Где Q – количество электричества, Кл; M – молярная масса вещества, г/моль; n – число электронов, участвующих в реакции; F – постоянная Фарадея (96485,3415 Кл/моль).

Массовую долю влаги в хлебе определяли высушиванием навески изделий при температуре 130 °С в течение 40 минут; набухаемость мякиша (мл 1 г сухого вещества (СВ), определяли по количеству воды, поглощаемой мякишем хлебобулочных изделий за 5 минут; крошковатость, %, по количеству крошки, образованной за 15 минут при встряхивании навески мякиша при скорости 190–250 оборотов/мин; пористость, %, по средней массе пяти выемок прибором Журавлева.

Титруемую кислотность для образцов йогуртовых продуктов определяли по стандартным методам, активную кислотность потенциометрическим методом с помощью лабораторного иономера Анион-4101.

Исследования проводились в трехкратной повторности. Достоверность экспериментальных данных оценивали методами математической статистики с помощью приложения MS Excel. Полученные данные приведены с доверительной вероятностью 0,95.

Результаты и обсуждение

Оценка АОА пищевых ингредиентов на основе фукоидана (таблица 2) показала, что суммарная концентрация антиоксидантов изменяется в значительном диапазоне от (43,32 ± 0,2) до (69,17 ± 0,2) аскорбиновой кислоты на 100 г.

Таблица 2.

Показатели АОА пищевых ингредиентов, полученных на основе водорослей (n = 3, P = 0,95)

Table 2.

Indicators of antioxidant activity of food ingredients derived from algae (n = 3, P = 0,95)

№ п/п	Характеристика образцов функциональных пищевых ингредиентов (ФПИ) Characterization of functional food ingredients	АОА, мг аскорбиновой кислоты на 100 г.
1	БАД «Фуколам-С-сырье» (<i>Fucus evanescens</i>), (доля фукоидана 60%), Россия, г. Владивосток	69,17
2	БАД «FUCOID POWER-U» (<i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Laminaria japonica</i>), (доля фукоидана 66%), Южная Корея	59,59
3	Опытный образец фукоидана бурых водорослей, (доля фукоидана 90 ± 10%), КНР	43,32

Различия АОО пищевых ингредиентов, полученных на основе фукоидана, по-видимому, обусловлены чистотой добавки, а также структурными характеристиками водоросли-сырья. Как известно, альгинаты, входящие в состав БАД «Фуколам-С-сырье» и «FUCOIDPOWER-U», так же способны проявлять антиоксидантные свойства. Альгинаты в условиях *in vivo* способствуют нормализации биохимических показателей прооксидантных и антиоксидантных систем. На модели Fe^{2+} аскорбатиндуцированного перекисного окисления липидов мембран гепатоцитов было показано, что перечисленные полисахариды при энтеральном введении животным оказывают антиокислительное действие (Р.Ю. Хотимченко, 2015). Поэтому необходимы дополнительные исследования в части количественного содержания фукоидана в составе ПИ, на которые и будут обращены последующие работы.

В рамках исследования влияния фукоидана, входящего в состав ПИ, на качество и сохранность хлебобулочных и кисломолочных продуктов в данной работе применялся ПИ с фукоиданом бурых водорослей – страна производитель Китай (образец № 3), т. к. в соответствии с маркировочными данными он является наиболее чистым.

Образцы хлеба, выпеченные с применением ПИ на основе фукоидана, имели хорошие органолептические характеристики (рисунок 1): повышенный объем, развитую тонкостенную пористость, эластичный мякиш, быстро восстанавливающий первоначальную форму. Вкус и запах были выраженными, приятными, указывающими на интенсивное накопление вкусоароматических веществ.

В процессе хранения контрольных и опытных образцов (таблица 3) наибольшие изменения наблюдались в части показателей, характеризующих процессы черствения (потеря влаги, изменение пористости и состояние мякиша).

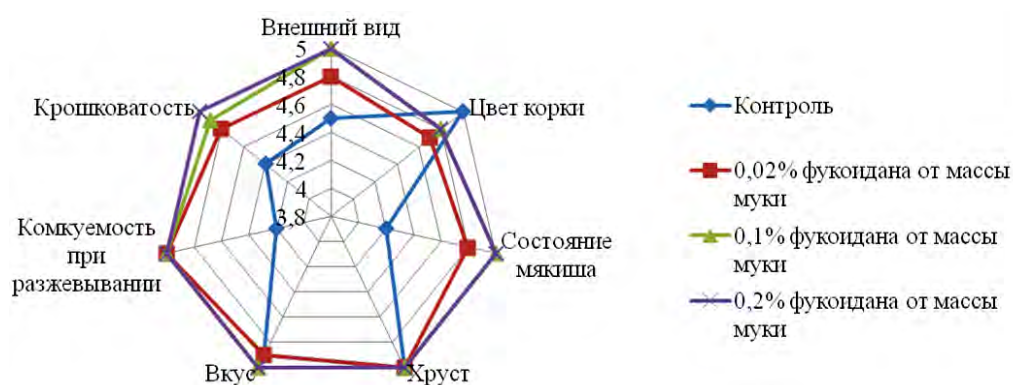


Рисунок 1. Профилограмма органолептических показателей опытных образцов хлеба с ПИ различной дозировки на основе фукоидана

Figure 1. Profilogram organoleptic properties of experimental samples of bread with different FI dosage based on fucoidan

Физико-химические показатели опытных образцов хлеба

Таблица 3.

Physico-chemical characteristics of experimental samples of bread

Table 3.

Наименование показателя Index	Норма согласно требованиям ГОСТ 31805-2012 Norm	3 часа хранения 3 h storage	24 часа хранения 24 h storage	48 часов хранения 48 h storage	72 часа хранения 72 h storage	Δ , %
<i>Контрольный образец</i> <i>Control</i>						
Влажность мякиша, % The moisture content of the crumb, %	19,0–48,0	39,9	39,2	37,4	35,1	-12,03
Кислотность мякиша, град. The acidity of the crumb, grad.	не более 4,0	1,1	1,1	1,1	1,1	–
Пористость мякиша, % The porosity of the crumb, %	не менее 65	75,9	74,8	73,6	73,0	-3,82
Крошковатость, % Friability, %	–	5,6	6,0	6,5	7,3	+23,29
Коэффициент набухаемости The coefficient of swelling	–	6,8	6,8	6,6	6,4	-5,88
<i>Образец хлеба с ПИ на основе фукоидана</i> <i>The sample of bread with FI on the basis of fucoidan</i>						
Влажность мякиша, % The moisture content of the crumb, %	19,0–48,0	41,9	41,4	40,1	37,4	-10,74
Кислотность мякиша, град. The acidity of the crumb, grad.	$\leq 4,0$	1,0	1,0	1,0	1,0	–
Пористость мякиша, % The porosity of the crumb, %	≥ 65	79,7	78,6	77,8	77,8	-2,38
Крошковатость, % Friability, %	–	3,7	4,1	4,9	5,5	+32,73
Коэффициент набухаемости The coefficient of swelling	–	8,7	8,6	8,4	8,0	-8,05

Для оценки сохраняемости фукоидана после выпечки, была исследована его термостабильность. Для опыта были взяты образец хлеба с содержанием добавки в количестве 0,2%, от массы муки, так как по органолептическим и физико-химическим показателям качества данный образец имел наилучшие результаты.

Количественное определение остаточного количества фукоидана в хлебе определяли спектрофотометрическим методом в модификации (Z. Dische, А.И. Усов).

Для этого готовили вытяжку из хлеба: 0,2 г образца перемешивали на магнитной мешалке в течение 1 часа при температуре 70 °С с 25 мл 0,1 М HCl. Экстракт отделяли центрифугированием (6000 об/мин, 20 мин). Осадок экстрагировали 0,1 М HCl еще раз. Надосадочные жидкости объединяли и диализовали в течение 24 ч против бидистиллированной воды. Диализат в количестве 2,5 мл переносили в колбу объемом 50 мл, доводили до метки бидистиллированной водой. Отбирали аликвоту объемом 0,5 мл, приливали 4 мл раствора серной кислоты (5:2), перемешивали и добавляли 1 мл концентрированной серной кислоты. Полученную смесь перемешивали и нагревали на водяной бане при 70 °С в течение 10 минут. Затем смесь охлаждали до комнатной температуры и приливали 0,1 мл 3% раствора хлоргидрата L-цистеина. Смесь выдерживали при комнатной температуре 30 минут. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре СФ-56 при $\lambda = 396$ нм, $\lambda = 430$ нм, длина оптического пути 10 мм.

Содержание фукоидана в пересчете на сухое вещество (%) вычисляли по формуле:

$$X_{\phi} = 5m_0 (D_0^{396} - D_0^{430}) m_{\phi} (100 - W) \quad (2)$$

где D_0^{396} , D_0^{430} – оптическая плотность испытуемых растворов при длинах волн 396 и 430 нм;

D_{ϕ}^{396} , D_{ϕ}^{430} – оптическая плотность раствора фукоидана при длинах волн 396 и 430 нм; m_{ϕ} – навеска сырья, г; m_0 – навеска фукоидана, г; W – потеря в массе сырья при высушивании, %;

Остаточное содержание фукоидана в готовом изделии составило $0,196 \pm 0,0015$ мг/г. Полученные данные свидетельствуют о термостабильности фукоидана в составе хлеба, что, в свою очередь, указывает на эффективность внесения данного пищевого ингредиента в состав рецептуры хлеба.

Интересным на наш взгляд является изучение влияния ПИ с фукоиданом на торможение процессов плесневения хлеба. Для оценки ингибирования споровой микрофлоры микромицетов были проведены исследования на основе выдержки образцов хлеба в провокационных условиях (25 ± 1 °С, относительная влажность воздуха $75 \pm 5\%$). При визуализации образцов хлеба с ПИ роста мицелия не наблюдается (рисунок 2) даже на 10 суток хранения, тогда как в контрольном образце они визуализируются. При микроскопии мицелия идентифицированы плесневые грибы рода *Mucor*. Данный факт подтверждает сильные бактерицидные свойства фукоиданов, обусловленные высокой АОА.

При исследовании влияния ПИ на основе фукоидана на качество йогуртовых продуктов были получены данные его благоприятного воздействия на весь комплекс потребительских свойств. По окончании процесса ферментирования (рисунок 3) сгустки йогуртовых продуктов с ПИ имели устойчивость, были однородны в отличие от контрольного образца. В опытных образцах после вымешивания не наблюдалось активного отделения сыворотки, вкус и запах были приятными слегка кисловатыми.



(a)



(b)

Рисунок 2. Оценка устойчивости опытных образцов хлеба к плесневению (результаты на 10 суток хранения): (a) контроль; (b) хлеб с ПИ на основе фукоидана

Figure 2. Evaluation of stability samples of bread mold (results in 10 days of storage): (a) control; (b) bread with FI on the basis of fucoidan



(a)

Консистенция достаточно однородная,
незначительное отделение сыворотки
The consistency is relatively smooth,
a slight separation of the serum



(b)

Сгусток плотный, однородный по всей массе,
без отделения сыворотки
Clot dense, homogeneous throughout the mass,
noseparation of whey

Рисунок 3. Характеристика сгустков йогуртовых продуктов после ферментации: (a) контроль; (b) йогуртовый продукт с ПИ на основе фукоидана

Figure3. Characteristics of blobs of yoghurt products after fermentation: (a) control; (b) yogurt product with FI on the basis of fucoidan

В процессе хранения йогуртовых продуктов были получены данные, свидетельствующие о том, что использование ПИ на основе фукоидана положительно влияет на сохранение потребительских характеристик в течение длительного срока (рисунок 4). Процесс кислотообразования наиболее интенсивен в первые 24–48 часов

хранения, причем через сутки после ферментации образцы с ПИ имели наиболее выраженные характеристики приемлемые для классических йогуртов. Однако на пятые сутки хранения (120 часов) наблюдалось некоторое снижение активности наращивания титруемой кислотности, что возможно обусловлено действием ПИ.

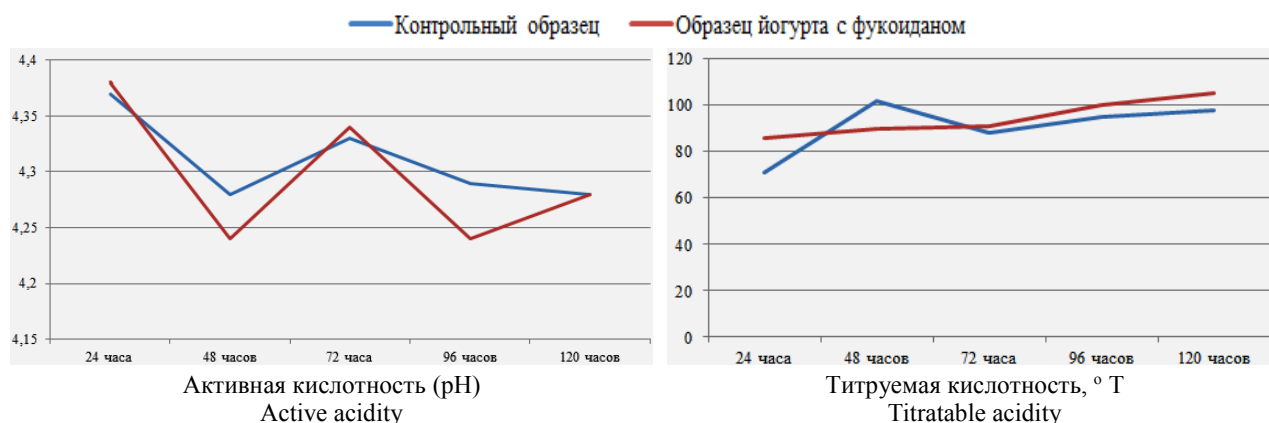
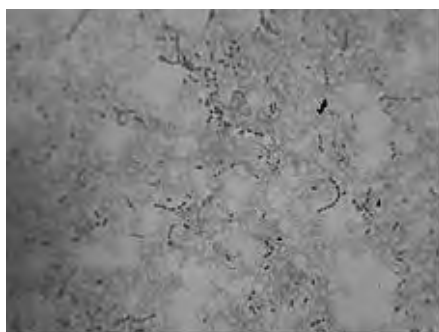
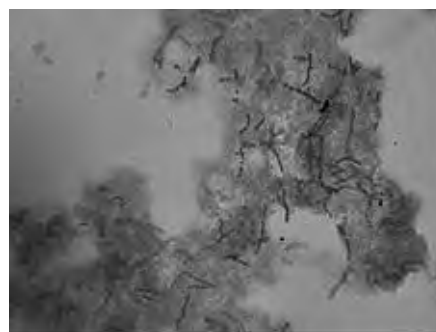


Рисунок 4. Физико-химические показатели качества ферментированных сгустков йогуртов при хранении

Figure 4. Physico-chemical quality parameters of the fermented clumps of yogurt during storage



(a)



(b)

Рисунок 5. Характеристика микрофлоры йогуртовых продуктов после 120 часов хранения: (a) контроль; (b) йогуртовый продукт с ПИ

Figure 5. Characterization of microflora of yoghurt products after 120 hours of storage: (a) control; (b) yogurt product with FI

Основной процесс сквашивания в йогуртах обусловлен активностью *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, которые дают высокую вязкость продукту. Наличие *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* улучшает и ускоряет процесс сквашивания, уменьшая вероятность развития посторонней микрофлоры (рисунок 5). *Streptococcus thermophilus* вырабатывает молочную кислоту, при этом создавая оптимальную pH среды для роста *Lactobacillus bulgaricus*.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 ТУ 4215-003-41541647-98. Аналитический кулонометр «Эксперт-006». Технические условия.
- 2 Доклады о состоянии здравоохранения, 2013–2015 год // Всемирная организация здравоохранения. URL: <http://www.who.int/ru>
- 3 Козочкин Д.А., Потороко И.Ю., Паймулина А.В. Применение функциональных пищевых ингредиентов в технологии хлеба, повышающего резистентность организма к действию стрессоров // Кондитерская и хлебопекарная промышленность. 2017. № 2 (69). С. 44–47.
- 4 Лапин А.А., Горбунова Е.В., Зеленков В.Н., Герасимов М.К. Определение антиоксидантной активности вин кулонометрическим методом (научно-методическое пособие). М.: РАЕН, 2009. 64 с.
- 5 Паймулина А.В., Потороко И.Ю. Влияние кавитированной воды и природного адаптогена на качество хлеба в процессе хранения // Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2017. С. 133–138.
- 6 Ускова Д.Г., Потороко И.Ю., Попова Н.В. Формирование улучшенных потребительских свойств йогуртов на основе ультразвукового воздействия и использования полисахарида фукоидана // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. Т. 4. № 3. С. 80–88.
- 7 Усов А.И., Смирнова Г.П., Клочкова Н.Г. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки // Биоорган. химия. 2001. Т. 27. № 6. С. 444–448.
- 8 Berteau O., Mulloy B. Sulfated fucans, fresh perspectives: structures, functions, and biological properties of sulfated fucans and an overview of enzymes active toward this class of polysaccharide // Glycobiology. 2003. V. 13. № 6. P. 29–40.
- 9 Bilan M.I., Grachev A.A., Ustuzhanina N.E. et al. Structure of a fucoidan from the brown seaweed *Fucus vesiculosus* C. Ag. // Carbohydr. Res. 2002. V. 337. № 8. P. 719–730.
- 10 Camara R.B.G., Costa L.S., Fidelis G.P., Nobre L.T. et al. Heterofucans from the brown seaweed *Canistrocarpus cervicornis* with anticoagulant and antioxidant activities // Mar. Drugs. 2011. № 9 (1). P. 124–138.
- 11 Honya M., Mori H., Anzai M. et al. Monthly changes in the content of fucans, their constituent sugars and sulfate in cultured *Laminaria japonica* // Hydrobiologia. 1999. V. 399, № 4. P. 411–416.
- 12 Hu J.F., Geng M.Y., Zhang J.T. et al. An in vivo study of the structure-activity relationship of sulfated polysaccharide from brown algae to its antioxidant effect // J. Asian Nat. Prod. Res. 2001. V. 3. № 4. P. 353–358.
- 13 Hu T., Liu L., Chen Y. et al. Antioxidant activity of sulfated polysaccharide fraction extracted from *Undaria pinnatifida* in vitro // Int. J. Biol. Macromol. 2010. V. 46. № 2. P. 193–198.
- 14 Lee N.Y., Ermakova S.P., Zvyagintseva T.N. et al. Inhibitory effect of fucoidan on activation of epidermal growth factor receptor and cell transformation in JB6 C141 cells // Food Chem. Toxicol. 2008. V. 46. № 5. P. 1793–1800.

Заключение

Результаты проведенных исследований показали эффективность использования ПИ на основе фукоидана, как биологически активного вещества с антиоксидантными свойствами, в технологиях производства хлеба и кисломолочных напитков.

15 Ryu M., Chung H. Fucoidan reduces oxidative stress by regulating the gene expression of HO-1 and SOD-1 through the Nrf2/ERK signaling pathway in HaCaT cells // Mol Med Rep. 2016.

16 Mabeau S., Kloareg B. Isolation and analysis of the cell walls of brown algae: *Fucus spiralis*, *F. ceranoides*, *F. vesiculosus*, *F. serratus*, *bifurcariabifurcata* and *laminariadigitata* // Journal of Experimental Botany. 1987. V. 38. № 9. P. 1573.

17 Mori H., Kamei H., Nishide E. et al. Sugar constituents of some sulfated polysaccharides from the sporophylls of wakame (*Undaria pinnatifida*) and their biological activities // Mar. Algae Pharm. Sci. 1982. V. 2. P. 109–121.

18 Ruperez P., Ahrzern O., Leal J.A. Potential antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from the edible seaweed *Fucus vesiculosus* // J. Agric. Food Chem. 2002. № 50. P. 840–845.

19 Бадретдинова З.А., Канарский А.В., Шуваева Г.П. Сравнительная оценка антиоксидантной активности продуктов из цикория // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1. P. 203–206. doi:10.20914/2310-1202-2016-1-203-206

20 Liang Z., Liang Y., Zheng J., Wang J. et al. Low molecular weight fucoidan ameliorates streptozotocin-induced hyperresponsiveness of aortic smooth muscles in type 1 diabetes rats // J. Ethnopharmacol. 2016.

21 Голубева Л.В., Титов С.А., Губанова А.А., Голубева Л.Н. Хранимоспособность молоко-содержащих консервов с добавкой мальтодекстрина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1. P. 101–105. doi:10.20914/2310-1202-2016-1-101-105

22 Zhou J., Hu N., Pan Y. Preliminary studies on the chemical characterization and antioxidant properties of acid polysaccharides from *Sargassum fusciforme* // J. Zhejiang Univ. Science B. 2008. № 9(9). P. 721–727.

REFERENCES

- 1 ТУ 4215-003-41541647-98 Аналитический кулонометр «Эксперт-006» [Analytical coulometer "Expert 006". Technical conditions]. (in Russian)
- 2 Reports on the state of health, 2013-2015. VOZ [World Health Organization] Available at: <http://www.who.int/en> (in Russian)
- 3 Kozochkin DA, Potoroiko I.Yu., Paimulina A.V. Application of functional food ingredients in bread technology that increases the resistance of the organism to stressors. *Konditerskaya i khlebopekarnaya promyshlennost'* [Confectionery and bakery industry] 2017.no. 2 (69). pp. 44-47. (in Russian)
- 4 Lapin A.A., Gorbunova E.V., Zelenkov V.N., Gerasimov M.K. Opredelenie antioksidantnoi vin kulonometricheskim metodom [Determination of antioxidant activity of wines by coulometric method (scientific and methodical manual)] Moscow, RAEN, 2009. 64 p. (in Russian)
- 5 Paimulina A.V., Potoroiko I.Yu. Influence of cavitated water and natural adaptogen on the quality of bread during storage. *Innovatsionnye puti v razrabotke resursosberegayushchikh tekhnologii* [Innovative ways in developing resource-saving technologies for storage and processing of agricultural products: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Confer-

ence. Conf.] Kurgan, Publishing House of the Kurgan State Agricultural Academy, 2017. pp. 133-138. (in Russian)

6 Uskova D.G., Potoroko I.Yu., Popova N.V. Formation of improved consumer properties of yoghurts based on ultrasound and the use of fucoidan polysaccharide. *Vestnik YuUrGU* [Proceedings of SUSU. A series of "Food and biotechnologies"] 2016. vol. 4. no. 3. pp. 80-88. (in Russian)

7 Usov A.I., Smirnova G.P., Klochkova N.G. Polysaccharide composition of some brown seaweed of Kamchatka. *Bioorganicheskaya khimiya* [Bioorgan. chemistry] 2001. vol. 27. no. 6. pp. 444-448. (in Russian)

8 Berteau O., Mulloy B. Sulfated fucans, fresh perspectives: structures, functions, and biological properties of sulfated fucans and an overview of enzymes active toward this class of polysaccharide. *Glycobiology*. 2003. vol. 13. no. 6. pp. 29-40.

9 Bilan M.I., Grachev A.A., Ustuzhanina N.E. et al. Structure of a fucoidan from the brown seaweed *Fucoseanescens* C. Ag. *Carbohydr. Res.* 2002. vol. 337, no. 8. pp. 719-730.

10 Camara R.B.G., Costa L.S., Fidelis G.P., Nobre L.T. et al. Heterofucans from the brown seaweed *Canistrocarpus cervicornis* with anticoagulant and antioxidant activities. *Mar. Drugs*. 2011. no. 9 (1). pp. 124-138.

11 Honya M., Mori H., Anzai M. et al. Monthly changes in the content of fucans, their constituent sugars and sulfate in cultured *Laminaria japonica*. *Hydrobiologia*. 1999. vol. 399. no. 4. pp. 411-416.

12 Hu J.F., Geng M.Y., Zhang J.T. et al. An in vivo study of the structure-activity relationship of sulfated polysaccharide from brown algae to its antioxidant effect. *J. Asian Nat. Prod. Res.* 2001. vol. 3. no. 4. pp. 353-358.

13 Hu T., Liu L., Chen Y. et al. Antioxidant activity of sulfated polysaccharide fraction extracted from *Undaria pinnatifida* in vitro. *Int. J. Biol. Macromol.* 2010. vol. 46. no. 2. pp. 193-198.

14 Lee N.Y., Ermakova S.P., Zvyagintseva T.N. et al. Inhibitory effect of fucoidan on activation of epidermal growth

factor receptor and cell transformation in JB6 C141 cells. *Food Chem. Toxicol.* 2008. vol. 46. no. 5. pp. 1793-1800.

15 Ryu M., Chung H. Fucoidan reduces oxidative stress by regulating the gene expression of HO-1 and SOD-1 through the Nrf2/ERK signaling pathway in HaCaT cells. *Mol Med Rep.* 2016.

16 Mabeau S., Kloareg B. Isolation and analysis of the cell walls of brown algae: *Fucus spiralis*, *F. ceranoides*, *F. vesiculosus*, *F. serratus*, *bifurcariabifurcata* and *laminariadigitata*. *Journal of Experimental Botany*. 1987. vol. 38. no. 9. pp. 1573.

17 Mori H., Kamei H., Nishide E. et al. Sugar constituents of some sulfated polysaccharides from the sporophylls of wakame (*Undaria pinnatifida*) and their biological activities. *Mar. Algae Pharm. Sci.* 1982. vol. 2. pp. 109-121.

18 Ruperez P., Ahrazem O., Leal J.A. Potential antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from the edible seaweed *Fucus vesiculosus*. *J. Agric. Food Chem.* 2002. no. 50. pp. 840-845.

19 Badretdinova Z.A., Kanarskii A.V., Shuvaeva G.P. Comparative evaluation of antioxidant activity of products from chicory. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2016. no. 1. pp. 203-206. doi: 10.20914/2310-1202-2016-1-203-206

20 Liang Z., Liang Y., Zheng J., Wang J. et al. Low molecular weight fucoidan ameliorates streptozotocin-induced hyperresponsiveness of aortic smooth muscles in type 1 diabetes rats. *J. Ethnopharmacol.* 2016.

21 Golubeva L.V., Titov S.A., Gubanova A.A., Golubeva L.N. The storage capacity of milk-containing canned foods with the addition of maltodextrin. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2016. no. 1. pp. 101-105. doi: 10.20914/2310-1202-2016-1-101-105

22 Zhou J., Hu N., Pan Y. Preliminary studies on the chemical characterization and antioxidant properties of acid polysaccharides from *Sargassum fusiforme*. *J. Zhejiang Univ. Science B.* 2008. no. 9(9). pp. 721-727.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина Ю. Потороко д.т.н., профессор, зав. кафедрой, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (научно-исследовательский университет), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, irina_potoroko@mail.ru

Анастасия В. Паймулина аспирант, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (научно-исследовательский университет), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, aaminana@mail.ru

Дарья Г. Ускова аспирант, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (научно-исследовательский университет), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, twins.23@mail.ru

Ирина В. Калинина к.т.н., доцент, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (научно-исследовательский университет), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, melekira79@inbox.ru

Наталья В. Попова к.т.н., доцент, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (научно-исследовательский университет), пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия

Сонавайн Ширишд.ф.н., профессор, кафедра химической инженерии, Национальный технологический институт, Штат Телангана, г. Варангал, 506004, Индия

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 20.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina Yu. Potoroko Dr. Sci. (Engin.), professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenina Av., 76 Chelyabinsk, 454080, Russia, irina_potoroko@mail.ru

Anastasiya V. Paimulina graduate student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenina Av., 76 Chelyabinsk, 454080, Russia, aaminana@mail.ru

Daria G. Uskova graduate student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenina Av., 76 Chelyabinsk, 454080, Russia, twins.23@mail.ru

Irina V. Kalinina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenina Av., 76 Chelyabinsk, 454080, Russia, melekira79@inbox.ru

Natalia V. Popova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenina Av., 76 Chelyabinsk, 454080, Russia

Shirish Sonawane Dr. Sci. (Philos.), professor, chemical engineering department, National Institute of Technology, Telangana State, Warangal, 506004, India

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 9.1.2017

ACCEPTED 11.20.2017

Обоснование применения порошков тыквы и моркови в производстве галет функционального назначения

Василий Г. Густиневич¹ godunov.oleg@mail.ru

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

Реферат. Среди мер, направленных на ограничение отрицательных последствий повышенного радиационного фона, а также других неблагоприятных факторов внешней среды и производства на здоровье населения, исключительная роль принадлежит рациональному питанию и использованию защитных свойств пищи. Среди защитных факторов пищи всё большая роль отводится β-каротину, который обладает способностью инактивировать свободные радикалы и оказывает выраженное иммуномодулирующее действие. Перспективным источником не только β-каротина, но и пектина, клетчатки могут служить тонкодисперсные порошки моркови и тыквы. Разработана рецептура галет "Солнечные" с добавлением 7% к массе муки композиции порошков тыквы и моркови. Содержание пектиновых веществ в галетах «Солнечные» в два раза больше по сравнению с контрольным образцом (галеты простые из пшеничной муки первого сорта), содержание кальция выше на 11%, магния, натрия, фосфора и калия – на 40, 39, 10 и 13,6% соответственно. Содержание клетчатки возросло на 75%, а содержание β-каротина составляет более 30% суточной потребности организма человека, что позволяет отнести галеты «Солнечные» к функциональным продуктам.

Ключевые слова: тыква, морковь, галеты, порошок

Rationale for the use of pumpkin and carrot powders in the production of functional biscuits

Vasilii G. Gustinovich¹ godunov.oleg@mail.ru

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

Summary. Among the measures directed to restriction of negative consequences of the raised radiation background and also other adverse factors of the external environment and production for health of the population, the exclusive role belongs to a balanced diet and use of protective properties of food. Among protective factors of food the increasing part is assigned to β-carotene, which has ability to inactivate free radicals and has the expressed immunomodulatory effect. A perspective source not only β-carotene, but also pectin, celluloses can serve fine powders of carrots and pumpkin. The compounding of Solar ship's biscuits with addition of 7% to the mass of flour of composition of powders of pumpkin and carrots is developed. Content of pectinaceous substances in biscuits "Solnechnie" is twice more in comparison with a control sample (ship's biscuits simple of wheat flour of the first grade), the content of calcium is 11% higher, magnesium, sodium, phosphorus and potassium – for 40, 39, 10 and 13,6% in comparison respectively. Content of cellulose has increased for 75%, and the content of β-carotene is more than 30% of daily requirement of a human body that allows to carry biscuits "Solnechnie" to functional products.

Keywords: pumpkin, carrots, biscuits, powder

Введение

Среди мер, направленных на ограничение отрицательных последствий для здоровья населения повышенного радиационного фона, а также других неблагоприятных факторов внешней среды и производства, исключительная роль принадлежит рациональному питанию и использованию защитных свойств пищи. Среди защитных факторов пищи всё большая роль отводится β-каротину, который обладает способностью инактивировать свободные радикалы и выраженным иммуномодулирующим действием. β-каротин обладает канцеро- и радиопротекторным действием, а также способностью снижать риск сердечно-сосудистых заболеваний [1–4]. Поэтому обогащение специализированных изделий, к которым можно отнести галеты, β-каротином путём введения в их состав порошков моркови и тыквы, богатых β-каротином, является весьма актуальным [5–7].

Для цитирования

Густиневич В.Г. Обоснование применения порошков тыквы и моркови в производстве галет функционального назначения // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 152–156. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-152-156

Цель: разработка рецептур и технологии галет функционального назначения с применением смеси тонкодисперсных порошков моркови и тыквы и определение содержания в них β-каротина, пектина, клетчатки.

Материалы и методы.

За основу была взята рецептура и технология галет простых из муки пшеничной первого сорта. При приготовлении опытного образца дополнительно вводили смесь порошков тыквы и моркови (соотношение порошков в смеси 1:1). Следует отметить, что порошки получены термолабильным способом сушки при температуре не выше 40 °С, продолжительность сушки составляет 3–5 минут, дисперсность порошков 50–100 мкм, влажность порошков 8–10% (производитель ООО «НПО АгроПромРесурс»).

For citation

Gustinovich V.G. Rationale for the use of pumpkin and carrot powders in the production of functional biscuits. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 152–156. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-152-156

Растительное сырье содержит в достаточном количестве пектиновые вещества и клетчатку, которые обладают способностью связывать тяжелые металлы, радионуклиды и другие токсичные вещества, а также способны образовывать с ними нерастворимые соли, которые выводятся из организма естественным путем.

Содержание пектина определяли кальций-пектатным методом, основанным на осаждении пектовых кислот в виде кальциевых солей с последующим высушиванием до постоянной массы в сушильном шкафу при $t = 110^\circ\text{C}$.

Количество клетчатки определяли методом, основанным на очистке клетчатки от сопутствующих ей веществ (гемицеллюлоза, лигнин, пектин и др.) смесью уксусной и азотной кислот, с последующим высушиванием при $t = 105^\circ\text{C}$ до постоянной массы.

Определение β -каротина проводили фотоколориметрическим методом при длине волны $\lambda = 450\text{ нм}$ [2].

Результаты и обсуждение

С целью расширения ассортимента галет для здорового питания, исследовали влияние

композиции тонкодисперсных порошков в различных дозировках на качество галетного теста и самих галет.

За контрольный образец была принята рецептура галет простых из пшеничной муки первого сорта. В рецептуру опытных образцов галет «Солнечные» внесена композиция, состоящая из равных долей порошка тыквы и моркови в дозировках 5, 7 и 10% к массе муки.

Пробные выпечки образцов галет показали, что готовые изделия, содержащие от 5 до 7% порошков тыквы и моркови, имеют лучшие качественные показатели по сравнению с контрольными образцами.

На рисунке 1 представлена органолептическая оценка образцов галет, содержащих разные дозировки растительных порошков указанной выше композиции.

По результатам органолептической оценки образцы, содержащие композицию растительных порошков тыквы и моркови в дозировке 7%, имеют наиболее высокие качественные показатели по сравнению с остальными (таблица 1).

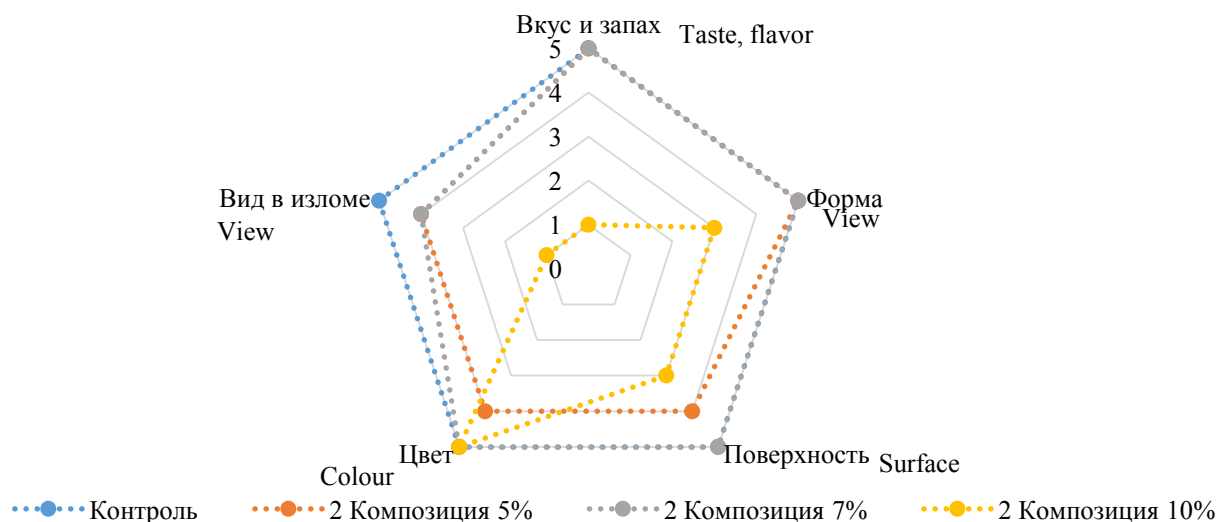


Рисунок 1. Влияние дозировки композиции растительных порошков на органолептические показатели галет
Figure 1. The influence of the dosage of the composition of plant powders on organoleptic characteristics of biscuits

Таблица 1.

Химический состав порошков тыквы и моркови

Table 1.

The chemical composition of the powders of pumpkin and carrot

Наименование пищевых веществ Name of nutrients	Содержание пищевых веществ в 100г порошков The content of nutrients in 100g of powder	
	морковь carrot	тыква pumpkin
1	2	3
Белки, г Proteins, g	$11,7 \pm 0,5$	$3,69 \pm 0,4$
Углеводы, г Carbs, g	$38,6 \pm 0,1$	$33,0 \pm 0,2$
Жиры, г Fats, g	$0,9 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,3$
Клетчатка, г Fiber, g	$32,1 \pm 0,1$	$20,0 \pm 0,3$
Пектин, г Pectin, g	$1,4 \pm 0,06$	$2,95 \pm 0,07$

1	2	3
Минеральные вещества, мг: Mineral substances, mg:		
калий potassium	2117,0 ± 10,6	4331,1 ± 21,7
кальций calcium	170,20 ± 0,85	211,00 ± 1,06
натрий sodium	210,39 ± 1,05	130,70 ± 0,65
магний magnesium	252,86 ± 1,26	268,09 ± 0,34
марганец manganese	93,0 ± 0,005	12,0 ± 0,001
медь copper	1,630 ± 0,008	0,430 ± 0,002
цинк zinc	2,85 ± 0,01	2,46 ± 0,01
железо iron	85,40 ± 0,43	50,08 ± 0,25
Витамины, мг: Vitamins, mg:		
А	менее 0,01	менее 0,01
β-каротин	77,6 ± 2,6	93,0 ± 3,2
С	—	0,80 ± 0,01
Е	0,230 ± 0,002	0,600 ± 0,006
РР	0,32 ± 0,10	0,18 ± 0,05
В ₁	0,023 ± 0,007	0,105 ± 0,032
В ₂	0,006 ± 0,002	0,052 ± 0,016

При увеличении дозировки растительных порошков влажность теста и галет не изменяются и не превышают требования ГОСТ 14032–68.

При использовании различных дозировок композиции растительных порошков щелочность готовых изделий снижается в 2 раза, поскольку, pH растительных порошков варьирует в интервале 3–6.

Учитывая, что одним из главных показателей качества в соответствии со стандартом

на галеты является намокаемость, определили влияние различных дозировок применяемых в работе композиций растительных порошков на показатель намокаемости галет.

На рисунке 2 представлено изменение намокаемости готовых изделий в зависимости от дозировки композиции растительных порошков тыквы и моркови.

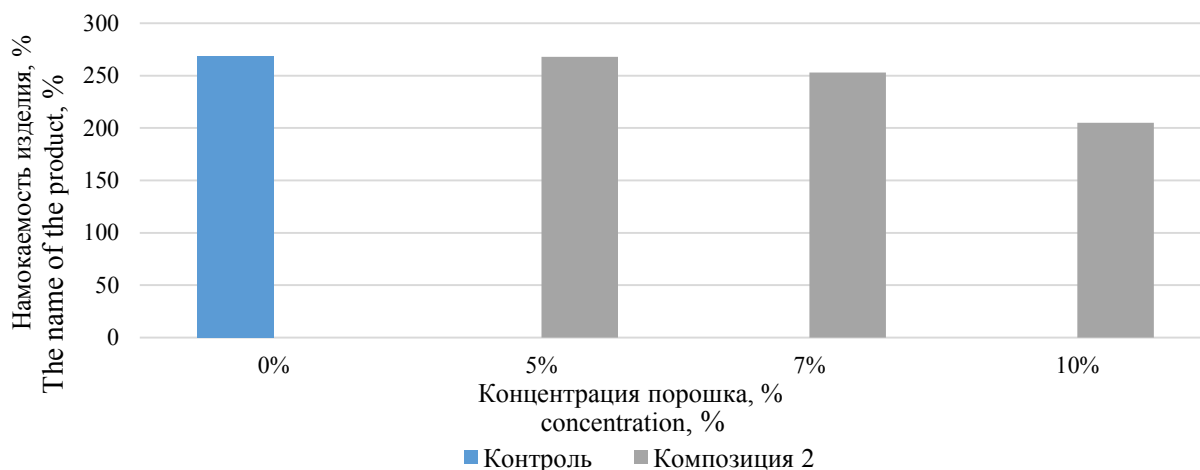


Рисунок 2. Влияние дозировки порошков тыквы и моркови на намокаемость галет

Figure 2. Effect of dosing of powders of pumpkin and carrot for soaking biscuits

Как видно из рисунка 2, при увеличении дозировки порошков тыквы и моркови, намокаемость изделий снижается в среднем на 64%, однако это значение находится в пределах ГОСТ 14032-68 (170%).

Для определения пищевой ценности контрольного образца – галет простых из пшеничной

муки первого сорта и опытных образцов – галет «Солнечные» с добавлением 7% к массе муки композиции порошков тыквы и моркови проводили определение содержания пищевых веществ в 100 г. сухих веществ готовых изделий. Полученные результаты приведены в таблице 2

Пищевая ценность галет простых из пшеничной муки первого сорта и «Солнечные» (100 г. сухих веществ)

Table 2.

Nutritional value of simple biscuits from wheat flour of the first grade and “Sunny” (100 g dry matter)

Наименование показателя Index	Содержание пищевых веществ в галетах The content of nutrients in biscuits	
	из пшеничной муки первого сорта from wheat flour of the first grade	«Солнечные»
Энергетическая ценность, ккал Energy value, kcal	414	432,2
Белки, г Proteins, g	8,5	9,78
Жиры, г Fats, g	11,3	10,8
Углеводы, г Carbs, g	69,7	78,9
Клетчатка, г Fiber, g	3,2	5,6
Пектиновые вещества, г Pectin, g	1,167	3,5
β-каротин, мг β-carotene, mg	0,04	1,7
Макроэлементы, мг: Macroelements, mg:		
кальций calcium	41,0	48,9
магний magnesium	15,0	23,4
натрий sodium	364,0	511,2
калий potassium	125,0	146,2
фосфор phosphorus	87,0	97,4

Анализируя данные таблицы 2, установлено, что у опытных образцов галет, содержащих 7% композиции порошков тыквы и моркови, содержание пектиновых веществ в галетах «Солнечные» в два раза больше по сравнению с контрольным образцом. Содержание клетчатки возросло на 75%, а содержание β-каротина составляет более 30% суточной потребности организма человека, что обосновывает рекомендовать галеты «Солнечные» для функционального питания. При внесении 7% смеси тонкодисперсных порошков тыквы и моркови, в галетах возрастает содержание таких макроэлементов, как кальция –

на 11%, магния – на 40%, натрия – на 39%, фосфора – на 10%, калия – на 13,6% по сравнению с контролем.

Заключение

На основании проведенных исследований, установлено значительное влияние композиции тонкодисперсных порошков тыквы и моркови на органолептические и физико-химические показатели галет. Значительно повысилась их пищевая ценность. При этом, рекомендована оптимальная дозировка композиции порошков тыквы и моркови в количестве 7% к массе муки в традиционную рецептуру.

ЛИТЕРАТУРА

1 Корячкина С.Я., Матвеева Т.В. Технология мучных кондитерских изделий. СПб.: Троицкий мост, 2011. 408 с.

2 Корячкина С.Я., Лабутина Н.В., Березина Н.А., Хмелева Е.В. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и хлебобулочных изделий. М.: ДеЛи плюс, 2012. 496 с.

3 Жаркова И.М., Малютина Т.Н. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 1. С. 28–29.

4 István S., Emese K., Beáta K., Andrea L., Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance – A review // Appetite. 2008. V. 51. № 3. P. 456–467.

5 Корячкина С.Я., Матвеева Т.В. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий. СПб.: ГИОРД, 2013. 528 с.

6 Корячкина С.Я., Матвеева Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технология, рецептуры. СПб.: ГИОРД, 2016. 360 с.

7 Marcel B. R. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective // The American Journal of clinical nutrition. 2000. V. 71. № 6. P. 1660–1664.

REFERENCES

1 Koryachkina S. Ya., Matveeva T. V. Technology of flour confectionery [Tekhnologiya muchnykh I konditerskikh izdelii] Saint-Petersburg, Trinity Bridge, 2011. 408 p. (in Russian)

2 Koryachkina S. Ya., Labutina N.V., Berezina NA, Khmeleva E.V. Quality control of raw materials, semi-finished products and bakery products [Kontrol' kachestva syr'ya, polufabrikatov I khlebobulochnykh izdelii] Moscow, DeLi Plus, 2012. 496 p. (in Russian)

3 Zharkova I.M., Malyutina T.N. The safety of food raw materials and food products. *Sovremennye problem nauki I obrazovaniya* [Contemporary problems of science and education] 2009. no. 1. pp. 28–29. (in Russian)

4 István S., Emese K., Beáta K., Andrea L. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance. *Appetite*. 2008. vol. 51. pp. 456–467.

5 Koryachkina S. Ya., Matveeva T.V. Funktsional'nye pishchevye produkty [Functional food ingredients and additives for bakery and confectionery products] Saint-Petersburg, GIOR, 2013. 528 p. (in Russian)

6 Koryachkina S. Ya., Matveeva T. V. Muchnye konditerskie izdeliya [Flour confectionery products for

functional purposes. Scientific bases, technology, recipes] Saint-Petersburg, GIOR, 2016. 360 p. (in Russian).

7 Marcel B. R. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. The American Journal of clinical nutrition. 2000. vol. 71. no. 6. pp. 1660–1664.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Василий Г. Густинович соискатель, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, godunov.oleg@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Василий Г. Густинович полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 16.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vasilii G. Gustinovich applicant, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, godunov.oleg@mail.ru

CONTRIBUTION

Vasilii G. Gustinovich fully prepared the manuscript and responsible for the plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.16.2017

ACCEPTED 11.30.2017

Химическая технология

Оригинальная статья/Original article

УДК 547.973.979

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-157-164>

Изучение характеристик порошков полимеров для 3D-печати

Юрий Ф. Шутилин	¹	shurf7@mail.ru
Маргарита С. Щербакова	¹	schmstpp@yandex.ru
Владимир В. Хрипушин	²	hvivat@yandex.ru
Инна А. Борисова	¹	innaholiday@mail.ru

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия² ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Ст. Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия

Реферат. Одна из самых больших проблем заключается в поиске способа восстановления дорогостоящего порошка. С этой целью необходимо было выяснить, что происходит с полиамидным порошком в камере принтера и какие процессы влияют на сырье, тем самым ухудшая его физико-механические свойства. Для того, чтобы ответить на эти вопросы, мы провели ряд исследований. Изделия из смеси с высоким соотношением сторон вторичного порошка теряют свои свойства: их поверхность грубая, повышенная хрупкость, существует вероятность деформации деталей. Нами осуществлялись исследования порошка на основе полиамида-12, применяемые ОАО «Центр технологической компетенции аддитивных технологий» города Воронежа, марки PA2200, модифицированный. Материал белый порошок, непахучий. Увеличение степени кристалличности у переработанного полимера считается аномалией. Но нарушение такой тенденции обусловлено особенностями технологии селективного лазерного спекания. Таким образом, продолжительное нахождение порошка в камере при температуре, близкой к температуре плавления, а затем длительное охлаждение до комнатной температуры представляет собой идеальные условия для роста кристаллической фазы. В исследованиях удалось выявить различия, связанные с ухудшением физико-химических свойств порошка, после переработки. Наиболее значимым является укрупнение частиц вторичного порошка, по отношению к первичному. В связи с этим, у порошка, уже прошедшего стадию переработки, наблюдается увеличение температуры плавления, что вызывает дефекты изготовленных деталей: так как мощность углеродного лазера, сплавляющего частицы порошка, фиксирована, её энергии недостаточно для протекания эндотермической реакции, вызванной плавлением вторичного порошка. Таким образом, частицы порошка сплавляются лишь частично, вследствие чего у полученных изделий наблюдается увеличение хрупкости.

Ключевые слова: селективное лазерное спекание, 3D-печать, полиамид, рекуперация, аддитивное производство, дифференциальный термический анализ, динамическая вязкость, синхронный термический анализ

The study of characteristics of powders of polymers for 3D printing

Yurii F. Shutilin	¹	shurf7@mail.ru
Margarita S. Shcherbakova	¹	schmstpp@yandex.ru
Vladimir V. Khripushin	²	hvivat@yandex.ru
Inna A. Borisova	¹	innaholiday@mail.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia² N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Bolshevikov str., 54A, Voronezh, 394064, Russia

Summary. One of the biggest challenges is to find ways of recovering the expensive powder. With this aim, we needed to find out what happens with polyamide powder in the chamber of the printer and what processes affect raw materials, thereby impairing the physico-mechanical properties. In order to answer these questions, we conducted a number of studies. Articles of mixtures with a high aspect ratio of the secondary powder lose their properties: their surface is rough, increased fragility, there is a possibility of deformation of details. We carried out studies of the powder based on polyamide-12, applied by JSC "Center of technological competence of additive technologies" of the city of Voronezh, brand PA2200 modified. Material white powder, odourless. An increase in the degree of crystallinity from recycled polymer is considered an anomaly. But the violation of this trend due to the peculiarities of the technology of selective laser sintering. Thus, prolonged exposure of the powder in the chamber at a temperature close to the melting point, followed by a long cooling to room temperature represents the ideal conditions for the growth of crystalline phase. The research was able to identify differences due to deterioration of the physico-chemical properties of the powder after processing. The most important is the agglomeration of particles of the secondary powder in relation to the primary. In this regard, powder, already passed the stage of processing, an increase in the melting temperature, which causes defects in the fabricated parts: as the capacity of the carbon laser melting powder particles is fixed, its energy is not sufficient for the occurrence of the endothermic reaction caused by melting of the secondary powder. Thus, the powder particles only partially fused, whereby the resulting products of the observed increase in fragility.

Keywords: selective laser sintering, SLS; 3-dimensional printing, polyamide, recovery, additive production, differential thermal analysis, dynamic viscosity, simultaneous thermal analysis

Для цитирования

Шутилин Ю.Ф., Щербакова М.С., Хрипушин В.В., Борисова И.А. Изучение характеристик порошков полимеров для 3D-печати // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 157–164. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-157-164

For citation

Shutilin Ju.F., Shcherbakova M.S., Hripushin V.V., Borisova I.A. The study of characteristics of powders of polymers for 3D printing. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 157–164. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-157-164

Введение

Аддитивные технологии предполагают собой компьютерное моделирование трехмерных деталей любой сложности и их послойное воссоздание с помощью автоматических систем. 3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдого объекта [1].

Для создания слоев применяют технологии:

1. Лазерная стереолитография – ультрафиолетовый лазер постепенно, пиксель за пикселем, засвечивает жидкий фотополимер. При этом жидкий полимер затвердевает и превращается в достаточно прочный пластик.

2. Селективное лазерное спекание (англ. *Melting*) – при этом лазер сплавляет порошок из металла или пластика, слой за слоем, в контур будущей детали.

3. Ламинирование – деталь создаётся из большого количества слоёв рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контуре сечения будущей детали.

4. Застывание материала при охлаждении – технология заключается в том, что раздаточная головка выдавливает на охлаждаемую платформу основу капли разогретого термопластика. Капли быстро застывают и слипаются друг с другом, формируя слои будущего объекта.

5. Полимеризация фотополимерного пластика под действием ультрафиолетовой лампы – способ похож на предыдущий, но пластик твердеет под действием ультрафиолета.

6. Склеивание или спекание порошкообразного материала – похоже на лазерное спекание, только порошковая основа (подчас на основе измельчённой бумаги или целлюлозы) склеивается жидким (иногда клеящим) веществом, поступающим из струйной головки. При этом можно воспроизвести окраску детали, используя вещества различных цветов. Существуют образцы 3D-принтеров, использующих головки струйных принтеров [2, 3].

7. Биопринтеры – ранние экспериментальные установки, в которых печать 3D-структуры будущего объекта (органа для пересадки) производится каплями, содержащими живые клетки. Далее происходит деление, рост и модификации клеток, обеспечивающие окончательное формирование объекта [4].

Селективное лазерное спекание (SLS) – метод аддитивного производства, используемый для создания функциональных прототипов и мелких партий готовых изделий. Принцип создания моделей в SLS принтере отличается тем, что в качестве исходного сырья используется порошкообразный термопластичный материал, который послойно спекается с помощью луча лазера.

Среди преимуществ данного метода следует отметить использование огромного количества нетоксичных и недорогих материалов, возможность одновременного создания нескольких моделей, а также низкие напряжения и деформации. Недостатком технологии является то, что полученные модели имеют довольно пористую и шероховатую структуру [4]. Технология послойного построения предполагает использование лазерного излучения с высокой мощностью (например, лазер на диоксиде углерода) для того, чтобы плавить небольшие частицы порошков в массу, имеющую желаемую трехмерную форму [5].

Спекание производится за счет вычерчивания контуров, заложенных в цифровой модели с помощью одного или нескольких лазеров. Порошок в рабочей камере разогревается до температуры, близкой к плавлению, разравнивается, и лучом лазера на нём прорисовывается необходимый контур. В месте контакта луча и порошка частицы плавятся и спекаются друг с другом и с предыдущим слоем. Затем платформа опускается на толщину одного слоя, в камеру насыпается новый слой порошка, разравнивается, и процесс повторяется. В итоге получается готовая модель с пористой шероховатой поверхностью. После изъятия модели камера полностью очищается от порошка (особенно это важно при смене материала) и может вновь приступить к работе.

В отличие от таких методов аддитивного производства, как стереолитография (SLA) или моделирования методом послойного наплавления (FDM), SLS не требует построения опорных структур. Навесные части модели поддерживаются неизрасходованным материалом. Такой подход позволяет добиться практически неограниченной геометрической сложности изготавливаемых моделей [5].

Физический процесс может быть представлен в виде полного, частичного плавления, или жидкофазного спекания. В зависимости от материала, при изготовлении деталей может быть достигнуто до 100 % плотности, что соответствует монолитному выплавлению деталей традиционными способами.

Материалы и методы

Одной из важнейших задач является поиск способа рекуперации дорогостоящего порошка. Преследуя эту цель, нам было необходимо выяснить, что происходит с полиамидным порошком в камере принтера? Какие процессы оказали влияние на исходное сырьё, тем самым ухудшив его физико-механические свойства? Для ответа на поставленные вопросы нам был проведен комплекс исследований.

Изделия, изготовленные из смеси с большим соотношением вторичного порошка теряют свои свойства: их поверхность становится шероховатой (такое явление принято считать появлением апельсиновой корки), повышается хрупкость, появляется вероятность деформации (скручивания) деталей.

Нами осуществлялись исследования порошка на основе полиамида-12, применяемого АО «Центр технологической компетенции аддитивных технологий» города Воронежа, марки PA2200, модифицированный. Материал представляет собой порошок белого цвета, без запаха.

Нами были проведены такие исследования, как: дифференциальный термический анализ проводили с помощью установки для дифференциального термического анализа (ДТА). Были проведены приближенные испытания, в которых оценивали разницу тепловых эффектов при плавлении первичного и вторичного порошков; определение динамической вязкости. Для того, чтобы выяснить, каким образом изменилась температура плавления образцов, нами были проведены исследования изменения показателя текучести расплава (ПТР); синхронный термический анализ. Для более точного термохимического анализа были проведены исследования на приборе синхронного термического анализа модели STA 449 F3 Jupiter в лаборатории центра коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов» ФГБОУ ВО «Воронежского государственного университета инженерных технологий».

Результаты и обсуждение

В ходе литературного поиска, нами был найден патент [6], в котором причиной ухудшения физико-механических свойств полиамидных порошков предполагается возможное увеличение размера частиц. Учитывая необходимость оценки фракционного состава порошков, нами был разработан метод морфологического анализа частиц полиамида 12, применяемого в 3D-технологиях.

В результате исследований были получены фотографии микрочастиц порошков.

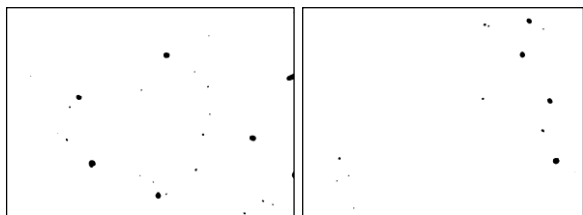


Рисунок 1. Микрофотографии частиц первичного порошка на основе полиамида-12, марки PA2200

Figure 1. Photomicrographs of the h-particles of the primary powder based on poly-amide-12, brand PA2200

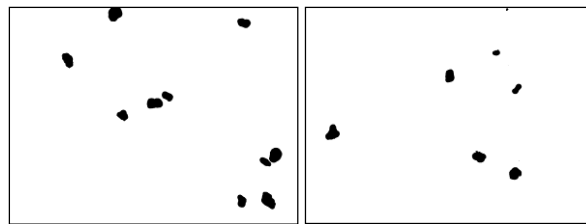


Рисунок 2. Микрофотографии частиц вторичного порошка на основе полиамида-12, марки PA2200

Figure 2. Photomicrographs of the h-particles of the secondary powder based on poly-amide-12, brand PA2200

На рисунках 1, 2 видно, что частицы первичного порошка имеют форму, более приближенную к сферической, в то время, как частицы вторичного порошка укрупнились и приобрели асимметричную форму. Это обусловлено процессами, происходящими при термическом окислении полиамидов: одной из особенностей технологии селективного лазерного спекания является переработка полимера в среде азота при температуре, близкой к температуре плавления порошка. В атмосфере инертного газа имеются следы кислорода и при высоких температурах происходят окисление и термодеструкция полиамидов, при которых выделяются вода, двуокись углерода и небольшие количества аммиака. Мы предполагаем, что после разрыва связей и присоединения кислорода, молекулы полиамида не удается вернуться к шарообразному состоянию, частично слипаются и визуально это представляется появлением «наростов» и шероховатости на поверхности [7].

Таким образом, была получена выборка, которая насчитывала более тысячи объектов. Затем данные подвергались статистической обработке. Результаты представлены в виде гистограмм (рисунок 3), где по оси абсцисс отложены интервалы площади частиц, а по оси ординат – количество объектов с параметрами в данном интервале.

Для более наглядного сравнения были выведены интегральные кривые зависимости процентов количества частиц от заданных интервалов площади для первичного и вторичного порошков, которые представлены на рисунке 4.

Интегральные зависимости позволяют нагляднее оценить изменения во фракционном составе образцов: если у первичного порошка более 80% приходится на частицы заявленного производителем размера, то у вторичного, после каких-либо превращений, вызванных нахождением в рабочей камере принтера, это количество снижается до 30%.

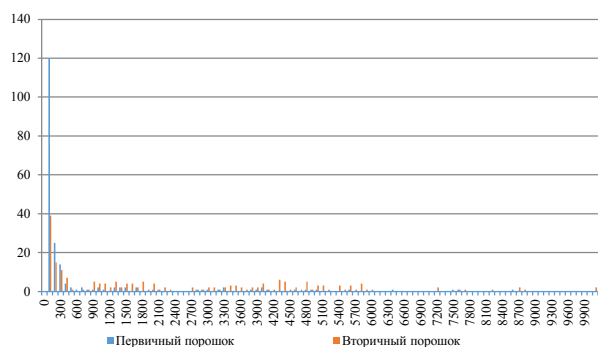


Рисунок 3. Гистограмма распределения частиц по значениям площади первичного и вторичного порошков

Figure 3. Histogram of particle distribution according to the area values of primary and secondary powders

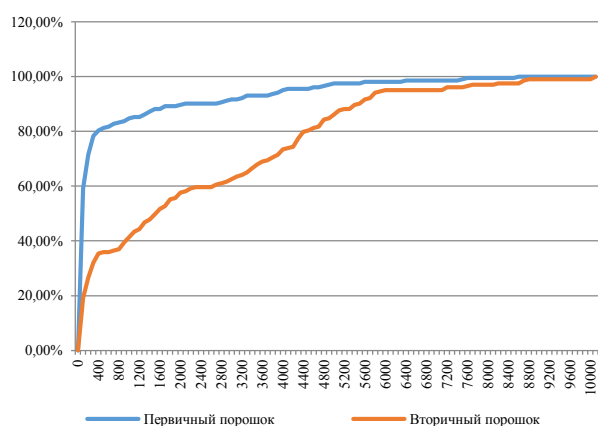


Рисунок 4. Интегральные кривые зависимости количества частиц от заданных интервалов площади

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о фиксируемых различиях в геометрии исследуемых материалов: у вторичного порошка снизилось количество частиц мелкой фракции и появилось большое количество крупных частиц, что свидетельствует об их агломерации. Учитывая, что оптимальный размер

частиц порошка, заявленный производителем, варьируется от 25 до 60 мкм (1 μm = 0,22 мкм; судя по гистограммам, тенденция у первичного порошка составляет от 100 до 300 μm , что соответствует 22–66 мкм), это может оказывать большое влияние на качество производимой продукции.

Исследования изменения структуры. Для выяснений связи различий между образцами порошков, были проведены исследования, которые помогли более полноценно представить природу и характер изменений.

Дифференциальный термический анализ (ДТА). Различия геометрических и фракционных характеристик, увеличение степени деструкции вторичного порошка неминуемо окажет влияние и на степени его кристалличности или агрегации макромолекул. Это дает право предположить об изменении термохимических свойств исследуемых материалов.

В результате, были обнаружены пики на дифференциальной кривой в области температур плавления. Это свидетельствует о том, что при плавлении образцы полиамидных порошков ведут себя по-разному.

Гравиметрический анализ. Известно, что некоторые полиамиды обладают высоким показателем влагопоглощения [8]. Учитывая, что полиамидные материалы, предназначенные для изготовления изделий методом 3D-печати, хранятся в негерметичной таре, а также претерпевают многократные перепады температур от комнатной до рабочей температуры принтера (175 °C), можно предположить, что в порошке содержится большая доля влаги. В таком случае, это окажет негативное влияние на точность измерений ПТР.

Для определения влаги в образцах полиамидных порошков, нами был проведен гравиметрический анализ, результаты которого представлены в таблице 1:

Таблица 1.

Результаты гравиметрического исследования

Table 1.

The results of gravimetric studies

Образец Sample	Масса чашки, г Mass of the cups, g	Масса чашки и порошка до прокаливании, г Mass of the Cup and of the powder before calcination, g	Масса чашки и порошка после прокаливании, г Mass of the Cup and of the powder after calcination, g	Изменение массы до и после прокаливании, г The change of mass before and after calcination, g	Массовая доля общей влаги, % Mass fraction of total moisture, %
Первичный порошок Primary powder	103,983	107,9859	107,9827	0,0032	0,08
Вторичный порошок Secondary powder	93,1293	97,1302	97,1293	0,0009	0,02

Потери массы не превышают 0,25 %, что совпадает с заявленным производителем влагопоглощением. Можно сделать вывод, что гигроскопичность полиамидных порошков не оказывает значительного влияния на проведенные

исследования показателя текучести расплава и ею можно пренебречь. Определение динамической вязкости. Полученные данные представлены в виде таблицы 2:

Таблица 2.

Результаты измерений ПТР

Table 2.

The results of this change of melt index of thermoplastics

Опыт Experiment	Образец Sample	ПТР, г / 10 мин Melt index of thermoplastics, g / 10 min.	ПТРср, г / 10 мин The average melt index of thermoplastics, g / 10 min.
1	Первичный порошок Primary powder	54,32	55,42
2		56,74	
3		55,21	
4	Вторичный порошок Secondary powder	36,73	34,98
5		33,3	
6		34,92	

Одним из выводов, при анализе полученных результатов, является увеличение температуры, необходимой для плавления вторичного порошка.

Так же полученные данные являются косвенным доказательством агломерации частиц вторичного порошка.

Определение степени кристалличности. Для расчетов степени кристалличности необходимы

данные истинной плотности порошков. Результаты измерений представлены в виде таблицы 3.

Изменение степени кристалличности подразумевает не полный переход из аморфного состояния в кристаллическое, а изменение соотношения различных фаз (которых в полимерах насчитывают до 7) [9].

Таблица 3.

Результаты определения истинной плотности и степени кристалличности порошков, на основе полиамида-12

Table 3.

The results of determination of true density and degree of crystallinity of powders based on polyamide-12

Наименование показателя Name of the indicator	Исследуемый образец / Sample	
	PA2200 (Первичный) PA2200 (Primary powder)	PA2200 (Вторичный) PA2200 (Secondary powder)
Истинная плотность, г/см ³ True density, g/cm ³	1,0627	1,0478
Степень кристалличности Degree of crystallinity	0,5104	0,6170
Изменение степени кристалличности, % The change in the degree of crystallinity, %	10	

Увеличение степени кристалличности у переработанного полимера считается аномалией. Но нарушение такой тенденции обусловлено особенностями технологии селективного лазерного спекания: после завершения процесса печати, принтер остывает в течение 10 часов. Медленное остывание под собственным весом необходимо для того, чтобы избежать деформации изделий. Таким образом,

продолжительное нахождение порошка в камере при температуре, близкой к температуре плавления, а затем длительное охлаждение до комнатной температуры представляет собой идеальные условия для роста кристаллической фазы.

Синхронный термический анализ. Результаты исследования первичного и вторичного порошков представлены на рисунке 5, таблице 4.

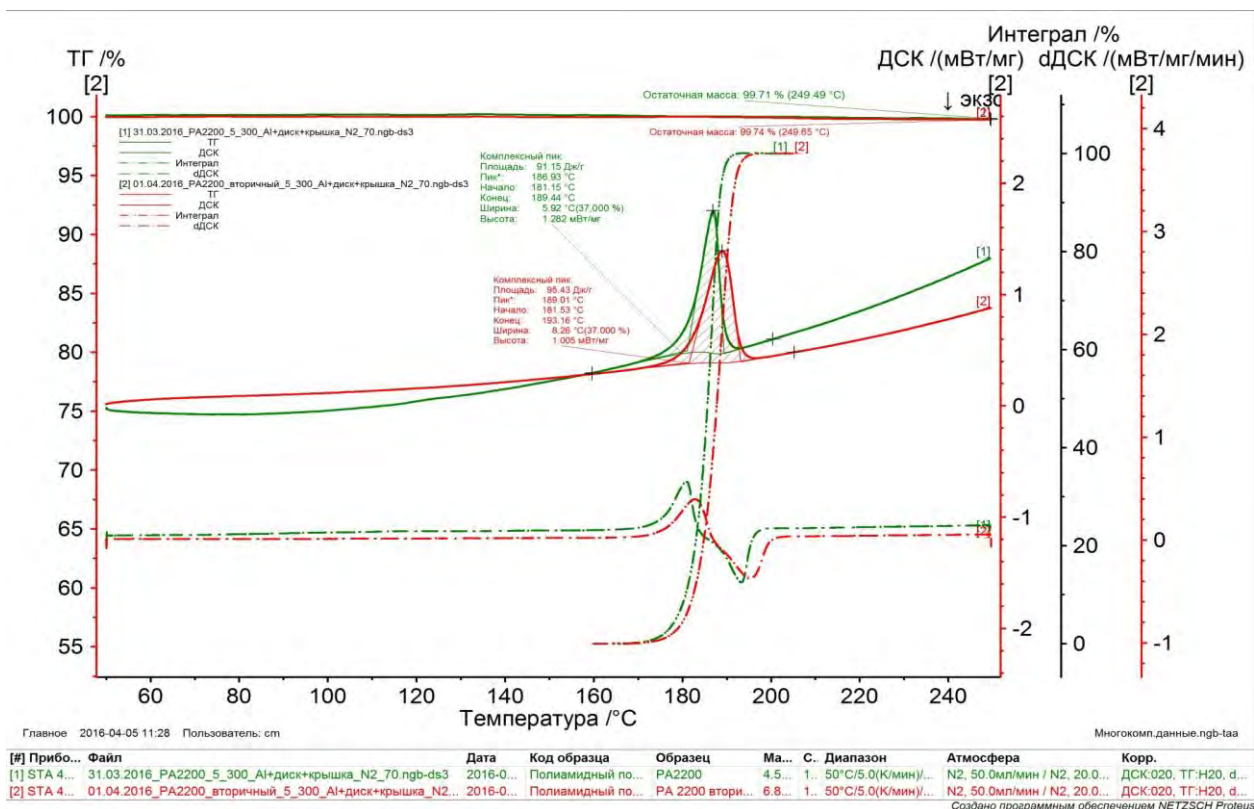


Рисунок 5. Результаты calorиметрического и гравиметрического исследования порошков.

Figure 5. Results of calorimetric and gravimetric studies of powders.

Таблица 4.

Результаты исследования порошков

Table 4.

The results of the study powders

Наименование исследования Name of research	Наименование показателя Name of the indicator	Образец	
		РА 2200 (Первичный) РА2200 (Primary powder)	РА 2200 (Вторичный) РА2200 (Secondary powder)
Дифференциальная сканирующая калориметрия Differential scanning calorimetry	Площадь, Дж/г Surface, J/g	91,15	95,43
	Пик, °C / Peak, °C	186,93	189,01
	Начало, °C Start, °C	181,15	181,53
	Конец, °C / End, °C	189,44	193,16
	Ширина, °C Width, °C	5,92	8,26
	Высота, мВт/мг Height, mW/mg	1,282	1,005
Термогравиметрический анализ Thermogravimetric analysis	Остаточная масса, % The residual mass, %	99,71	99,74

На термограмме дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) в интервале температур от 50 до 150 °C у первичного порошка наблюдается экзотермический эффект, что можно объяснить различиями в теплоемкости и молекулярной структуре исследуемых порошков.

При нагревании до 181 °C наблюдается появление пиков на кривых, которые связаны с поглощением тепла, необходимого для плавления. Большая площадь пика кривой, соответствующей

вторичному порошку, а также её смещение в сторону более высоких температур, свидетельствует о необходимости большего количества тепла, необходимого для его плавления. Вторичный порошок, вследствие нахождения в камере принтера, претерпевал физические, химические изменения, что сказалось на повышении температуры его плавления. В подтверждение этому могут служить данные об изменении степени кристалличности, показателя текучести расплава у образцов.

Высота пика кривой первичного порошка свидетельствует о большем эндотермическом эффекте. Большой пик при его плавлении указывает на более однородную структуру. После переработки порошка увеличивается его молекулярно-массовое распределение [10], высота его пика при плавлении уменьшается, а площадь увеличивается. Смещение пика вправо показывает, что вторичному порошку для плавления необходима большая температура.

Кривая 2-го порядка dДСК является качественной характеристикой. Принято считать, что точки перегиба на этой кривой свидетельствуют о смещении равновесия, вызванного образованием нового компонента. Так же могут протекать и другие процессы, среди которых: изменения степени кристалличности, соотношения аморфной и кристаллической фаз, изменение линейного строения молекулы и др.

Ход кривой термогравиметрического анализа показывает изменения массы порошка в процессе нагревания до заданной температуры. Эти данные коррелируют с проведенными ранее гравиметрическими испытаниями и не идут в разрез с паспортными данными исследуемых материалов.

Анализируя полученные результаты, можно предположить, что главной причиной появления дефектов на готовых изделиях является недостаточное количество энергии лазерного

излучения при его постоянной мощности. Это можно объяснить появлением во вторичном порошке химических структур, на расплавление которых требуется дополнительное тепло. Такими структурами могут быть новые твердые фазы, продукты деструкции, окисления или гидролиза порошка. На увеличение энергии плавления может влиять и изменение среднего размера и формы зерна порошка вследствие его агломерации или, например, поверхностного дробления.

Заключение

В ходе проведенных исследований нам удалось выявить различия, связанные с ухудшением физико-химических свойств порошка, после переработки. Наиболее значимым является укрупнение частиц вторичного порошка, по отношению к первичному. В связи с этим, у порошка, уже прошедшего стадию переработки, наблюдается увеличение температуры плавления, что вызывает дефекты изготовленных деталей: так как мощность углеродного лазера, сплавляющего частицы порошка, фиксирована, её энергии недостаточно для протекания эндотермической реакции, вызванной плавлением вторичного порошка. Таким образом, частицы порошка сплавляются лишь частично, вследствие чего у полученных изделий наблюдается увеличение хрупкости.

ЛИТЕРАТУРА

1 Mengxue Y., Chang Z., Xiaoyong T. Design and Selective Laser Sintering of complex porous polyamide mould for pressure slip casting // *Materials & Design*. 2016. P. 198–205.

2 Mys N., Verberckmoes A., Cardon L. Processing of Syndiotactic Polystyrene to Microspheres for Part Manufacturing through Selective Laser Sintering // *Polymers*. 2016. P. 11–15.

3 Kumaresan, T., Gandhinathan R., Ramu M. Design, analysis and fabrication of polyamide/hydroxyapatite porous structured scaffold using selective laser sintering method for bio-medical applications // *Journal of mechanical science and technology*. 2016. P. 5305–5312.

4 Miron-Borzan C.S., Dudescu M.C., Abd Elghany K. Analysis of Mechanical Properties of Selective Laser Sintered Polyamide Parts Obtained on Different Equipment // *Materiale plastic*. 2015. P. 39–42.

5 Griffiths C.A., Howarth J., De Almeida-Rowbotham G.A design of experiments approach for the optimisation of energy and waste during the production of parts manufactured by 3D printing // *Journal of cleaner production*. 2016. P. 74–85.

6 Patent № 2012053922 A1 EP, МПК C 08 J 11/04. Method for recovering polymer powders / Gavrilin S.A.; № 10858717; Appl. 21.10.2010; Publ. 26.04.2012.

7 Шутилин Ю.Ф. Физикохимия полимеров: Монография. Воронеж: Воронежская областная типография, 2012. 840 с.

8 Hofland E.C., Baran I., Wismeijer D.A. Correlation of Process Parameters with Mechanical Properties of Laser Sintered PA12 Parts // *Advances in materials science and engineering*. 2017. P. 109–114.

9 Майникова Н.Ф., Кох-Татаренко В.С., Желтов А.А., Решетова А.Д. и др. Исследование износостойкости полиамида // *Потенциал современной науки*. 2017. № 2 (28). С. 14–18.

10 Давыдов В.М., Мороков А.А. Лазерная обработка конструкционного полиамида на маломощном лазере // *Ученые заметки ТОГУ*. 2016. Т. 7. № 4. С. 445–448.

REFERENCES

1 Mengxue Y., Chang Z., Xiaoyong T. Design and Selective Laser Sintering of complex porous polyamide mould for pressure slip casting. *Materials & Design*. 2016. pp. 198–205.

2 Mys N., Verberckmoes A., Cardon L. Processing of Syndiotactic Polystyrene to Microspheres for Part Manufacturing through Selective Laser Sintering. *Polymers*. 2016. pp. 11–15.

3 Kumaresan, T., Gandhinathan R., Ramu M. Design, analysis and fabrication of polyamide/hydroxyapatite porous structured scaffold using selective laser sintering method for bio-medical applications. *Journal of mechanical science and technology*. 2016. pp. 5305–5312.

4 Miron-Borzan C.S., Dudescu M.C., Abd Elghany K. Analysis of Mechanical Properties of Selective Laser Sintered Polyamide Parts Obtained on Different Equipment. *Materiale plastic*. 2015. pp. 39–42.

5 Griffiths C.A., Howarth J., De Almeida-Rowbotham G.A design of experiments approach for the optimisation of energy and waste during the production of parts manufactured by 3D printing. *Journal of cleaner production*. 2016. pp. 74–85.

6 Gavrilin S.A. Method for recovering polymer powders. Patent № 2012053922, 2012.

7 Shutilin Yu.F. Fizikokhimiya polimerov [Physical chemistry of polymers] Voronezh, Voronezh regional printing house, 2012. 840 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий Ф. Шутилин д.т.н., профессор, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, shurf7@mail.ru

Маргарита С. Щербак к.т.н., доцент, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, schmstpp@yandex.ru

Владимир В. Хрипушин к.х.н., доцент, кафедра физики и химии, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Ст. Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, hvivat@yandex.ru

Инна А. Борисова магистр, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, innaholiday@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 02.11.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.11.2017

8 Hofland E.C., Baran I., Wismeijer D.A. Correlation of Process Parameters with Mechanical Properties of Laser Sintered PA12 Parts // *Advances in materials science and engineering*. 2017. P. 109–114.

9 Mainikova N.F., Koh-Tatarenko V. S., Zheltov, A.A., Reshetova A.D. et al. Study of wear resistance of polyamide. *Potentsial sovremennoi nauki* [Potential of modern science] 2017. no. 2 (28). pp. 14–18. (in Russian).

10 Davydov V.M., Morokov A.A. Laser machining of polyamide with a low-power laser. *Uchenye zametki TOGU* [Scientists notes of PNU] 2016. vol. 7. no. 4. pp. 445–448. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yurii F. Shutilin Dr. Sci. (Engin.), professor, department of chemistry and chemical technology organic compounds and polymer processing, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shurf7@mail.ru

Margarita S. Shcherbakova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, department of chemistry and chemical technology organic compounds and polymer processing, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, schmstpp@yandex.ru

Vladimir V. Khripushin Cand. Sci. (Chem.), associate professor, department of physics and chemistry, air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Bolshevikov str., 54A, Voronezh, 394064, Russia, hvivat@yandex.ru

Inna A. Borisova master student, Department of chemistry and chemical technology organic compounds and polymer processing, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, innaholiday@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.2.2017

ACCEPTED 11.20.2017

Синтез борсодержащих производных трис (2-гидроксиэтил) аммония и их влияние на рост и развитие растений

Игорь А. Даин	¹	angrenost@inbox.ru
Сергей В. Логинов	¹	florasilik@yandex.ru
Анатолий В. Лебедев	¹	leanvik@yandex.ru
Павел А. Стороженко	¹	bigpastor@mail.ru

¹ Акционерное Общество «ГНИИХТЭОС», шоссе Энтузиастов, 38, г. Москва, 105118, Россия

Реферат. Для создания композиционных препаратов по предотвращению дефицита бора для важнейших сельскохозяйственных культур были синтезированы и охарактеризованы спектрографическими методами трис (2-гидроксиэтил) аммониевые комплексы с анионами бора и низших дикарбоновых кислот (C2-C4). Показано, что формирование и стабилизация комплексов, содержащих дикарбоновые кислоты с большим числом углеродных атомов или имеющих внутримолекулярное π -сопряжение (малеиновая кислота), связана с большими стерическими или электростатическими затруднениями, соответственно. В случае винной кислоты наблюдалось связывание по вицинальным гидроксильным группам кислоты, согласно данным ЯМР спектроскопии и элементного анализа. Проведено усовершенствование существовавшего прежде способа получения боратрана методом азеотропной отгонки воды: а именно, осуществлён выбор оптимального соотношения исходных компонентов в реакционной смеси и выбор оптимальной реакционной смеси. Были испробованы различные среды для взаимодействия борной кислоты и ТЭА: неполярные (толуол) и полярные апротонные (ДМСО) растворители, спирты (изопропанол, 2-бутанол) и их смеси. В результате был выработан оптимальный метод синтеза с применением смеси изопропанол/2-бутанол в соотношении 3:1, в котором выход был увеличен на 12.08%, по сравнению со стандартной отгонкой азеотропной смеси изопропанола и воды (с 82.70% до 94.78%) и при этом было показано низкое содержание примесей в продукте. Также разработан лабораторный альтернативный метод синтеза боратрана без применения растворителей на стадии химического взаимодействия, проведён выбор оптимального состава промывных жидкостей. В ходе сельскохозяйственных экспериментов исследовано влияние отобранных композиций на всхожесть и энергию прорастания свеклы столовой и урожайность свеклы сахарной. Установлено, что боратран оказывает незначительный положительный эффект по стимуляции всхожести семян. В ходе полевых испытаний композиция, содержащая боратран, о-крезоксинацетат трис (2-гидроксиэтил) аммония и 1-хлорметилсилатран, продемонстрировала наилучший результат по длине корневой апикальной части растения, среднему весу растения и корнеплода по сравнению с контролем.

Ключевые слова: атраны, боратран, триэтаноламин, дефицит бора, сахарная свекла

Synthesis and plant growth modulation of tris (2-hydroxyethyl)ammonium boron-containing compounds

Igor A. Dain	¹	angrenost@inbox.ru
Sergei V. Loginov	¹	florasilik@yandex.ru
Anatolii V. Lebedev	¹	leanvik@yandex.ru
Pavel A. Storozhenko	¹	bigpastor@mail.ru

¹ Joint Stock Company «STATE ORDER OF LABOR RED BANNER SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF ELEMENT-ORGANIC COMPOUNDS», shosse Entuziastov 38, Moscow 111123, Russia

Summary. To develop boron deficiency treatment composite preparations for significant agricultural crops tris(2-hydroxyethyl)ammonium complexes containing boron and lower dicarboxylic acid (C2-C4) anions were synthesized and characterized. It was shown, that formation and stabilization of complexes containing a greater number of carbon atoms or intermolecular π -conjugation (e.g. maleic acid) is related to space and electrostatical hurdles, respectively. According to NMR spectroscopy, in case of tartaric acid complex vicinal hydroxyl bounding with boron was found. The preexisted boratrane azeotropic water distillation synthetic method was modernized (videlicet optimal solvent mixture and raw materials ratio were chosen). Various triethanolamine and boric acid reaction mediums, i.e. nonpolar (toluene), polar aprotic (dimethylsulphoxide), protic (isopropanol, 2-butanol) solvents and their mixtures, were tested. In the issue optimal synthetic method, utilizing isopropanol/2-butanol mixture in ratio 3 to 1, was elaborated. In comparison to standard azeotropic water-isopropanol distillation the yield of the process was exceeded to 12.08% (from 82.70% to 94.78%) and low impurity concentrations in product was committed. Besides alternative laboratory solvent-free boratrane synthetic method was developed and optimal rinsing fluid composition was found. During agricultural experiments substance effectiveness in germination power and germinability of beet seeds and productivity of sugar beet was studied. Boratrane was found to be slightly effective for seed germinability stimulation. Boratrane-containing composition (i.e. boratrane + tris(2-hydroxyethyl)ammonium o-cresoxycetate + 1-chloromethylsilatrane) was shown to have the best results in apical root length, average root-crop and average plant weight increasing in comparison with the control.

Keywords: atranes, boratran, triethanolamine, boron deficiency, sugar beet

Для цитирования

Даин И.А., Логинов С.В., Лебедев А.В., Стороженко П.А. Синтез борсодержащих производных трис (2-гидроксиэтил) аммония и их влияние на рост и развитие растений // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 165–174. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-165-174

For citation

Dain I.A., Loginov S.V., Lebedev A.V., Storozhenko P.A. Synthesis and plant growth modulation of tris (2-hydroxyethyl)ammonium boron-containing compounds. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 165–174. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-165-174

Введение

Начиная с двадцатых годов прошлого века, многие биологи неоднократно высказывали предположение о возможности рассмотрения бора как одного из важнейших микроэлементов высших растений [1]. Однако первые свидетельства его биологических функций как участника основных физиологических процессов были обнаружены у диатомовых водорослей и цианобактерий [1]. Лишь к началу XXI века было установлено, что этот элемент принимает участие в формировании и нормальном функционировании клеточной стенки. Фактически, он выступает стабилизатором стенок пектиновых каналов, и, таким образом, регулирует проницаемость клеточной мембраны [2]. Высказываются также предположения, что бор занимает граничное место в биологии, поскольку у ряда видов животных и грибов также доказана его физиологическая значимость [2], что говорит о его применимости, не ограничивающейся богатой целлюлозой клеточной стенкой растений, которая не свойственна двум другим вышеупомянутым царствам.

Текущий уровень знания в этой области обусловлен в первую очередь интересом исследователей к проблеме дефицита данного элемента у сельскохозяйственных культур [3]. Симптомами этого явления у высших растений служат прекращения роста апикальных меристем (как корневых, так и стеблевых) и появление эффекта «прозрачности» листьев, который приписывают нарушению целостности клеточной стенки [3]. Тщательные наблюдения за ней в данном процессе выявили её утончение, структурную деформацию, хрупкость и слияние примыкающих везикул с наружной мембраной клетки [4], причём, все эти явления обнаруживались сравнительно быстро после установления условий дефицита бора [5]. Также установлено, что бор является инициатором процессов ферментативной гидратации с участием ауксиновых фитогормонов [3]. Было выявлено, что характер зависимостей химического состава отдельных органов от количества потребляемого бора схож у различных видов растений, несмотря на существенные отличия в нормах потребления данного элемента [6]. Это доказывает значимость бора как растительного микроэлемента, присутствие которого в агрохимических препаратах и композициях способно улучшать продуктивность сельскохозяйственных культур.

В рамках данной работы было принято решение о необходимости ввода в композиции, содержащие синтетические аналоги гетероауксина (как например, показавший ранее эффективность на различных биологических объектах трис

(2-гидроксиэтил) аммония о-крезоксисацетат [7]), источников бора с расчётом на пролонгированную доставку препарата до областей апикальных меристем для эффективного воздействия на процессы формирования плодов и корнеплодов, в особенности в условиях обеднённых микроэлементом почв полупустынной, степной и лесостепной зон южных регионов. Для решения подобной задачи наиболее подходящими группами соединений были выбраны 2, 8, 9-триокса-5-аза-1-боробицикло [3.3.3] ундекан (более известный под тривиальным названием «боратран»), как бициклическое производные триэтанолamina, содержащее связанный ковалентно бор, и ионные комплексы бора с дикарбоновыми кислотами, способными предохранять некоторое время борный компонент от перехода в водной среде в полиборатное состояние, затрудняющее депонирование микроэлемента в целевых органах растения [8].

Экспериментальная часть

Синтез борсодержащих соединений

Все полученные соединения были исследованы методами ИК и ЯМР¹ H, ¹¹ В спектроскопии и элементного анализа. Спектры ЯМР¹ H и ¹¹ В регистрировали на спектрометре Bruker AM-360 с рабочей частотой 360.13 и 115.56 МГц, соответственно. Спектр записывали при комнатной температуре в DMSO-d₆ и CDCl₃. Химические сдвиги в спектре ЯМР¹ H приведены в δ-шкале. ИК спектры регистрировали на ИК-Фурье спектрометре Nicolet 6700 с детектором DTGS-KBr в таблетках бромида калия.

Трис (2-гидроксиэтил) аммония бис (оксалато) борат (1). К раствору 5.04 г. щавелевой кислоты моногидрата (0.040 моль кислоты) и 1.24 г. борной кислоты (0.020 моль) в 70 мл изопропанола при 70 °С приливали по каплям 2.98 г. Триэтанолamina (0.020 моль) в течение 20 минут. По окончании прикапывания капельную воронку промывали 20 мл изопропанола, сливали промывные жидкости в реакционную массу и отгоняли азеотропную смесь изопропанол-вода. По окончании отгонки азеотропа реакционную массу охлаждали и упаривали на роторном испарителе под вакуумом без нагревания. Кубовый остаток промывали 30 мл изопропилового спирта с прокаленным бикарбонатом магния, фильтровали, нижний слой (вязкая прозрачная жидкость цвета чайной розы) отделяли на делительной воронке и помещали на 12 часов в эксикатор с хлоридом кальция. Аналогично были получены трис (2-гидроксиэтил) аммония бис(малонато)борат (2) и бис (сукцинато)борат (3). Сведения об аналитических данных полученных соединений представлены в таблице 1.

Трис (2-гидроксиэтил) аммония бис (тарtrato) борат (4). К раствору 13.45 г. виноградной кислоты моногидрата (0.040 моль кислоты) и 1.24 г. борной кислоты (0.020 моль) в 100 мл дистиллированной воды при 55 °С приливали по каплям 2.98 г. триэтанолamina (0.020 моль). По окончании прикапывания капельную воронку промывали 20 мл воды, сливали промывные жидкости в реакционную массу и перемешивали при неизменной температуре в течение 30 минут. По истечению указанного срока раствор упаривали на ротаторном испарителе под вакуумом без нагревания. Кубовый остаток промывали 30 мл изопропилового спирта с прокаленным бикарбонатом магния, фильтровали, нижний слой (вязкая прозрачная жидкость цвета чайной розы) отделяли на делительной воронке и помещали на 12 часов в эксикатор с хлоридом кальция. Выход (1): 38.59 г. (91.5%).

Боратран (5). В ходе испытаний были предложены два способа получения продукта:

1. К прозрачному раствору 12.37 г. борной кислоты (0.200 моль) в 200 мл органического растворителя при нагревании и интенсивном перемешивании в течение 10 минут прикапывания 29.85 г. триэтанолamina (0.200 моль). По окончании прикапывания капельную воронку промывали 30 мл растворителя сливали промывные жидкости в реакционную массу, доводили реакционную смесь до кипения и проводили азеотропную отгонку смеси растворителя и 10,8 г воды (0.600 моль), выделившейся в ходе реакции. По прекращению отгонки азеотропной смеси реакционную массу охлаждали до комнатной температуры при сохранении перемешивания и оставляли в тёмном прохладном месте на 1 сутки. Образовавшийся белый осадок отфильтровывали и промывали смесью изопропанол-гексан (3:1). Продукт сушили при температуре 80 °С в течение 3 часов в сушильном шкафу. Выходы продуктов и схема проведённых опытов представлены в таблицах 2 и 3.

2. К 32.84 г. триэтанолamina (0.220 моль) порционно добавляли 12.37 г. борной кислоты (0.200 моль) при интенсивном перемешивании и температуре 55–75 °С. Полученную пастообразную массу перемешивали в течение 30 минут, после чего приливали в колбу 10 мл изопропанола и охлаждали при перемешивании до комнатной температуры. Реакционную массу отфильтровывали и сушили при температуре 80 °С в течение 3 часов в сушильном шкафу. Выходы продуктов и схема проведённых опытов представлены в таблице 4.

Испытания на сельскохозяйственных культурах

Испытания проводились согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве».

Влияние на энергию прорастания и всхожесть свеклы столовой. Исследования проведены на кафедре генетики и биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, совместно с к.б.н. Карсункиной Н.П., на свекле столовой сорта «Двусемянная ТСХА» согласно ГОСТ 12038–84. Семена опрыскивали водными растворами биологически активных веществ. Проращивание семян проводили в климат камере в факторостатичных условиях (температуре 24 °С и темноте). В каждую чашку Петри раскладывали по 50 семян, повторность опытов – пятикратная. На пятый день определяли энергию прорастания, а на десятый день – всхожесть семян. Были использованы индивидуальные препараты трис (2-гидроксиэтил) аммония сукцината (р-р, 1 г/л), янтарной кислоты (р-р, 1 г/л), боратрана (р-р, 1 г/л), борной кислоты, трис (2-гидроксиэтил) аммония о-крезоксияцетат (р-р, 1 г/л) и смесь трис (2-гидроксиэтил) аммония сукцината с боратраном в соотношении 1:2 (р-р, 0.5 + 1 г/л). Норма расхода рабочего раствора – 10 л/т семян.

Влияние на показатели качества свеклы сахарной. Исследования проведены в 2014 году на открытом грунте на территории с. Лебединовка (Чуйская область, Киргизия) на культуре свеклы сахарной сорта «Киргизская односемянная 70», совместно с ООО «Бекпр». В качестве стандартного образца использовался южнокорейский борсодержащий препарат «Сенгын-сенгын»[®]. Опрыскивание препаратами производилось на фазе формирования 3–4 настоящих листьев, сбор урожая – спустя 5 месяцев после посадки. Боратран вводился в виде композиционного препарата с трис (2-гидроксиэтил) аммония о-крезоксияцетатом и 1-хлорметилсيلاتраном в соотношении 5:5:1, соответственно (р-р, 0.5 + 0.5 + 0.1 г/л).

Синтез борсодержащих соединений

Синтез трис (2-гидроксиэтил) аммониевых комплексов с анионами бора

Модификация борной кислоты способна приводить не только к образованию боратных эфиров, но также к появлению ионных комплексов с двумя органическими молекулами, сшитыми воедино при помощи мостикового боратного аниона [9]. Это связывание происходит

благодаря реакции борной кислоты в среде щелочей или органических оснований, в которых существует борат-анион, с гидроксильными группами органической молекулы, находящихся в вицинальном положении, или же с карбоксильными группами низших дикарбоновых кислот [10]. Для связывания с гидроксильными группами наиболее часто используются многоатомные спирты или моносахариды [9], к незамещенным группам которых присоединяют дополнительные фрагменты молекул, изменяющие их поверхностно-активные свойства. Основным применением данной группы соединений является использование бис-оксалатоборатов щелочных металлов в смеси с сульфоланом в качестве компонентов литий-ионных батарей, обладающих меньшей токсичностью к окружающей среде и сходной электрической проводимостью с традиционными компонентами [10]. В данном направлении сосредоточено большинство

исследований в данной области, посему до настоящего момента не проводилось синтеза подобных анионных комплексов бора с органическими противоионами.

Поскольку получение ионных комплексов с щелочными металлами осуществляется в ходе прямой реакции между кислородсодержащим комплексообразователем, борной кислотой и щелочами [9] было решено использовать аналогичный подход и к синтезу комплексов триэтаноламина. В случае комплексов с низшими дикарбоновыми кислотами для удаления образующейся в ходе реакции воды нами было решено использовать в ходе процесса отгонку азеотропной смеси (Рисунок 1). По окончании процесса реакционная масса упаривалась в ротационном испарителе. В случае производного винной кислоты была использована водная среда реакции по причине низкой растворимости кислоты в спиртах (Рисунок 2).

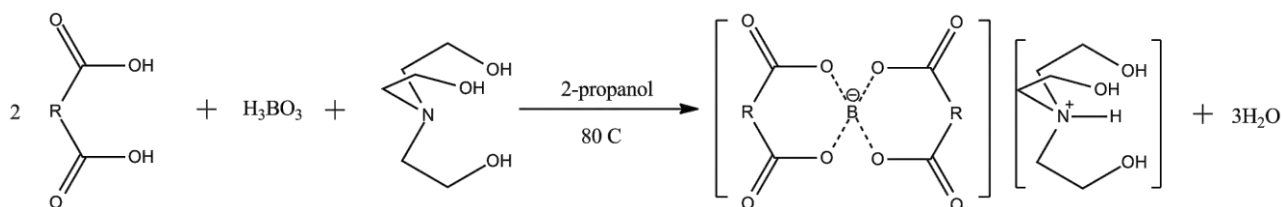


Рисунок 1. Синтез трис (2-гидроксиэтил) аммониевых комплексов дикарбоновых кислот с анионами бора (1–3) $R = (CH_2)_n$; $n = 0-2$ (0–1, 1–2, 2–3)

Figure 1. Synthesis of tris(2-hydroxyethyl) ammonium complexes with boron and dicarboxylic acids anions (1–3) $R = (CH_2)_n$; $n = 0-2$ (0–1, 1–2, 2–3)

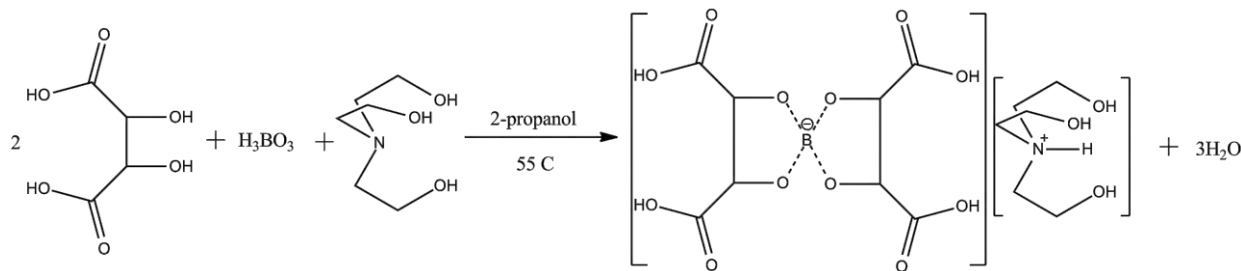


Рисунок 2. Синтез бис(тарtrato)бората трис (2-гидроксиэтил) аммония (4)

Figure 2. Synthesis of tris(2-hydroxyethyl) ammonium bis(tartrato)borate

В результате были получены комплексы трис (2-гидроксиэтил) аммония с анионами бис (оксалато)бората (1), бис(малонато)бората (2) и бис (сукцинато)бората (3), являющиеся прозрачными вязкими жидкостями светло-жёлтой или бесцветной окраски. Стоит оговориться, что исследования не ограничивались лишь данными анионами – были произведены попытки синтеза с использованием малеиновой, глутаровой и адипиновой кислот, которые не привели к получению продукта. Во всех этих попытках была отмечена неустойчивость полученной

жидкости, из которой в процессе охлаждения выкристаллизовывались нецелевые продукты: в случае малеиновой кислоты – гидромалеинат трис (2-гидроксиэтил) аммония, глутаровой и адипиновой – боратран, а оставшаяся субстанция представляла собой загрязнённый триэтаноламин. Подобное поведение в случае малеиновой кислоты объясняется образованием более устойчивого нежели боратный комплекс стабилизированного внутримолекулярной водородной связью гидромалеинат-аниона. Предположительно выпадение боратрана при реакциях

с дикарбоновыми кислотами с большей длиной углеродной цепи объясняется большим потенциальным барьером к переходу большего количества атомов в заслонённую конформацию.

Также был проведён опыт с винной кислотой, как содержащей две гидроксильные группы в вицинальном положении по отношению друг к другу. В отличие от реакции с карбоксиль-

ными группами в ходе процесса была использована меньшая температура и не использовалась отгонка воды, поскольку предполагалось также, что борат-анион обладает большим сродством к гидроксильным группам нежели к карбоксильным. Таким образом, была получена вязкая жидкость цвета чайной розы (4).

Таблица 1.

Физико-химические свойства полученных трис (2-гидроксиэтил) аммониевых комплексов дикарбоновых кислот с анионами бора (1–4)

Table 1.

Physicochemical properties of tris(2-hydroxyethyl) ammonium complexes with boron and dicarboxylic acids anions (1–4)

Соединение Compound	n_D^{25}	ИК-спектр (ν_{B-O}), cm^{-1} IR spectrum (ν_{B-O}), cm^{-1}	^{11}B ЯМР-спектр, δ , м.д. ^{11}B NMR spectrum, δ	^1H ЯМР-спектр, δ , м.д. ^1H NMR spectrum, δ	
				NCH ₂	OCH ₂
1	1.4921	1363	19.036	2.984	3.563
2	1.5064	1355	18.932	3.127	3.622
3	1.5107	1346	18.811	2.786	3.493
4	1.5286	1350	18.743	3.214	3.505

Синтез боратрана

Существует несколько способов получения 2, 8, 9-триокса-5-аза-1-боробицикло [3.3.3] ундеканов, отличающихся как используемым сырьём, так и условиями проведения химической реакции [11]. Для получения замещённых в бициклическом кольце боробицикло [3.3.3] ундеканов преимущественно используются реакции с алкильными эфирами борной кислоты

и галогенидов бора [12]. Однако с точки зрения принципов «зелёной химии» наиболее перспективным для получения незамещённого 2, 8, 9-триокса-5-аза-1-боробицикло [3.3.3] ундекана (боратрана) представляется прямое взаимодействие триэтанолamina с борной кислотой, благодаря малой токсичности исходных компонентов и возможности проведения реакции в мягких условиях (рисунок 3).

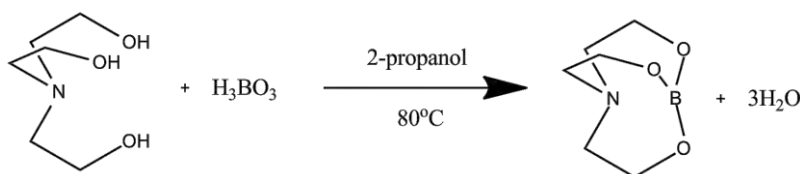
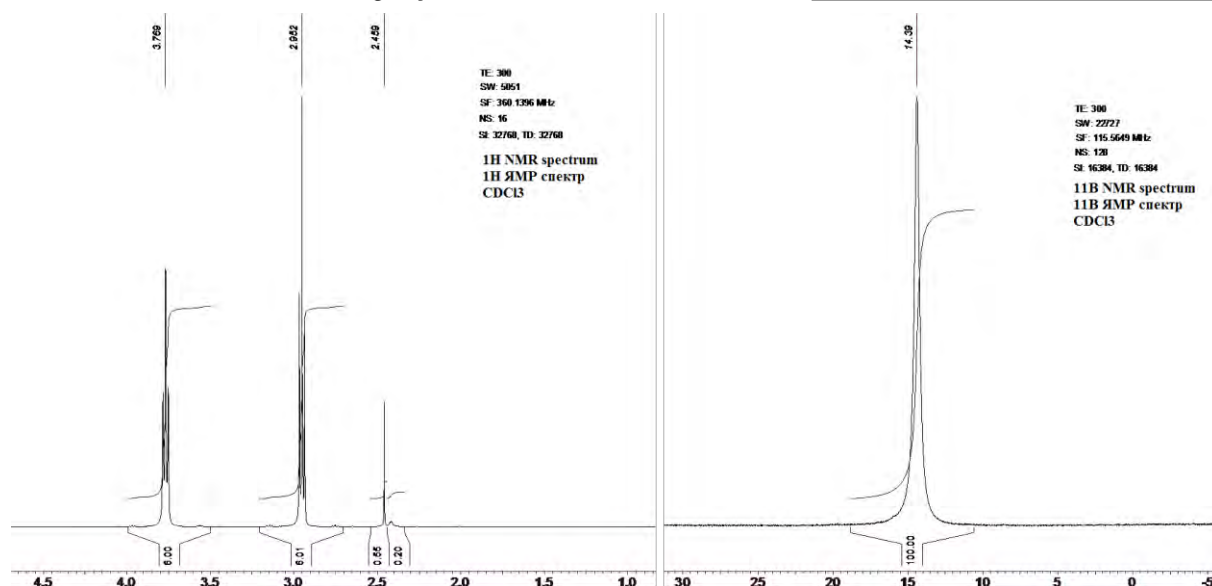


Рисунок 3. Синтез 2, 8, 9-триокса-5-аза-1-боробицикло [3.3.3] ундекана (боратрана)

Figure 3. Synthesis of 2, 8, 9-trioxa-5-aza-1-borobicyclo[3.3.3] undecane (boratrane)

Поскольку в ходе реакции выделяется вода, а само соединение чувствительно к действию кислого гидролиза, то чаще всего синтез проводят в спиртовой среде при непрерывной отгонке азеотропной смеси воды со спиртами [11]. Этот способ является достаточно затратным, поскольку требует больших количеств растворителя (низших одноатомных спиртов) для удаления воды, смещающий равновесие реакции в сторону исходных веществ, а также не позволяет производить одновременно большие объёмы продукта. Существует и иной способ, предложенный в 2013 году, отличительной особенностью, которого является протекание реакции в водной

среде с последующей отгонкой растворителя на ротаторном испарителе без проведения дополнительных стадий очистки [13]. Однако, из-за протекания обратной реакции гидролиза, перехода борной кислоты в среде в полиборатное состояние ухудшается качество продукта (происходит загрязнение исходными компонентами, что отражается на изменении температуры плавления продукта с необходимых 232–234 °C до 239–240 °C [13]). Кроме того ранее было показано, что увеличение количества отогнанной воды в азеотропной смеси приводит к увеличению выхода боратрана [13].

Рисунок 4. ^1H (слева) и ^{11}B (справа) ЯМР спектры полученных образцов боратранаFigure 4. ^1H (left) and ^{11}B (right) spectra of synthesized boratrane samples

В этой связи было решено провести работу по разработке нового способа синтеза, способного преодолеть недостатки предшественников и сочетать в себе принципы «зелёной химии», требующие минимального использования растворителей. Было выбрано два основных направления: улучшение уже существующего метода с азеотропной отгонкой растворителей (с целью нахождения азеотропных смесей с наибольшим возможным содержанием воды и максимальными выходами) и разработка способа синтеза без использования растворителей.

По модификации азеотропного способа нами были испробованы различные среды для взаимодействия борной кислоты и ТЭА:

неполярные (толуол) и полярные апротонные (ДМСО) растворители, спирты (изопропанол, 2-бутанол) и их смеси. Подбор растворителей в смесях проводился таким образом, чтобы помимо увеличения количества воды в азеотропной смеси могло быть достигнуто осаждение целевого продукта в чистом более высококипящем компоненте. В результате был выработан оптимальный метод синтеза, в котором выход был увеличен на 12.08%, по сравнению со стандартной отгонкой азеотропной смеси изопропанола и воды (с 82.70% до 94.78%) и при этом было показано низкое содержание примесей в продукте (по результатам ИК, ^1H и ^{11}B ЯМР спектроскопии (рисунок 4)).

Таблица 2.

Условия проведения реакции борной кислоты и триэтаноламина (ТЕА) с отгонкой азеотропной смеси (серия опытов по поиску оптимального соотношения компонентов)

Table 2.

Boric acid and triethanolamine (TEA) reaction with azeotropic distillation conditions (optimal raw materials ratio research series)

№	Избыток (компонент) Exceeding component	Растворитель Solvent	Выход, % Yield, %	$t_{\text{плav}}, ^\circ\text{C}$ $t_{\text{melt}}, ^\circ\text{C}$
1	20% (H_3BO_3)	Изопропанол Isopropanol	75.83	236–238
2	10% (H_3BO_3)		78.21	234–236
3	Стехиометрично Stoichiometrically		82.70	232–235
4	10% (ТЕА)		91.16	230–232
5	20% (ТЕА)		84.03	224–227
6	20% (H_3BO_3)	Изопропанол : 2-бутанол (3:1) Isopropanol : 2-butanol (3:1)	85.11	236–238
7	10% (H_3BO_3)		88.65	235–237
8	Стехиометрично Stoichiometrically		93.21	232–234
9	5% (ТЕА)		93.54	232–234
10	10% (ТЕА)		94.78	231–233
11	15% (ТЕА)		89.64	228–230
12	20% (ТЕА)		86.92	226–228

После поиска оптимального растворителя было проведено уточнение по соотношениям исходных компонентов реакции, в ходе которой было выяснено, что наибольший выход (по наименьшему взятому прекурсор) достигается при использовании 10% избытка триэтаноламина. Дальнейшее увеличение концентрации амина в смеси приводило к загрязнению продукта в ходе выделения (продукт приобретал жёлтую окраску, и снижалась температура его плавления до 224–227 °С, что требует дополнительной перекристаллизации) и снижению выхода. Использование избытка борной кислоты также приводило к уменьшению выхода, что предположительно объяснялось возможностью взаимодействия с другими молекулами борной кислоты и образованием полиборатных ионов. Схемы всех проведённых экспериментов представлены в Таблицах 2 и 3.

Наилучшие результаты были продемонстрированы смесью 2-бутанол / изопропанол, причём стоит отметить, что использование смесей растворителей не оправдало себя на примере системы толуол / изопропанол, где было отмечено снижение выхода во всём диапазоне концентраций по сравнению с индивидуальными компонентами.

Предположительно это связано с меньшим сродством веществ в данной системе по сравнению со смесью спиртов. Кроме того азеотропная смесь изобутанол/вода обладала близкой температурой кипения к смеси изопропанол /вода (87.3 °С и 80.3 °С, соответственно), чем позволило снизить общую температуру в реакционной массе по сравнению с системами включавшими толуол.

В ходе реакций в системах с ДМСО азеотропной смеси не образовывалось, однако её исследование было оправдано свойствами самого продукта, малорастворимого в данном растворителе в отличие от обоих исходных реагентов, что могло бы позволить улучшить стадию выделения продукта. Хотя результаты применения смеси ДМСО/изопропанол превосходили по выходам индивидуальные растворители, но последние оказались меньшими по сравнению с системой 2-бутанол / изопропанол (87.02% и 93.21%, соответственно), в которой отгонка образовавшийся воды производилась эффективнее, что ещё раз подтверждает тезис об увеличении выхода боратрана с увеличением количества отогнанной влаги из реакционной смеси [13].

Таблица 3.

Условия проведения реакции борной кислоты и триэтаноламина с отгонкой азеотропной смеси (серия опытов по поиску оптимального растворителя)

Table 3.

Boric acid and triethanolamine reaction with azeotropic distillation conditions (optimal solvent mixture research series)

№	Растворитель 1 (P1) Solvent 2 (S2)	Растворитель 2 (P2) Solvent 1 (S1)	Соотношение растворителей (P1 : P2) Solvent ratio (S1 : S2)	t _{реакции} , °C t _{reaction} , °C	Выход,% Yield,%	t _{плав} , °C t _{melt} , °C
1	Изопропанол (Isopropanol)		–	82	82.70	232...235
2	Толуол (Toluene)		–	110	82.31	233...235
3	ДМСО (DMSO)		–	70	69.95	231...233
4	2-бутанол (2-butanol)		–	100	54.17	234...236
5	Изопропанол Isopropanol	2-бутанол 2-butanol	1:4	85	62.48	232–234
6			3:7	85	68.55	233–235
7			2:3	85	76.07	233–235
8			1:1	85	81.88	230–233
9			3:2	85	87.95	231–233
10			7:3	85	91.63	232–235
11			3:1	85	93.21	232–234
12			4:1	85	92.42	232–234
13			9:1	85	89.91	233–235
14			Этанол (Ethanol)	1:1	80	62.64
15	Толуол Toluene	Изопропанол Isopropanol	1:3	90	69.58	233–235
16			1:1	90	77.13	232–234
17	3:1		90	79.46	233–235	
18	ДМСО DMSO		1:3	80	79.31	230–232
19			1:1	80	86.31	231–233
20			3:1	80	87.02	229–232

Разработка второго способа синтеза проводилась в рамках концепции «зелёной химии» без использования растворителей в ходе реакции. Схема проведённых экспериментов и выход целевого продукта представлена в таблице 4.

Образовавшаяся в ходе реакции вода в данном случае удалялась в ходе промывки реакционной смеси растворителем. Несмотря на присутствие воды в реакторе в ходе процесса, проведение отгонки под вакуумом серьёзно осложняло бы воспроизведение манипуляций по перемешиванию, промывке и выгрузке продукта, требовало бы увеличения затрат энергии и оборудования, что стало причиной нашего отказа от контроля за смещением равновесия в сторону образования продуктов.

Было принято во внимание, что боратран имеет высокую скорость гидролиза в водной среде, что исключало возможность использования каких бы то ни было водных растворов в качестве

промывных жидкостей. По этой причине в ходе выделения преимущественно исследовалось влияние растворов на основе изопропанола, а также действие фактора температуры в ходе процесса на выход боратрана. В данном случае реакционная масса после окончания ожидаемого времени химической реакции подвергалась принудительному охлаждению до комнатной температуры, после чего производилась промывка. В ходе процесса использовался 10% избыток триэтаноламина, который по нашему предположению мог связывать часть образующейся влаги благодаря образованию разветвлённой сети водородных связей в собственной структуре, а также для увеличения растворимости борной кислоты в гетерогенной реакции (как и в случае способа с азеотропной отгонкой воды, использование большего количества триэтаноламина приводит к загрязнению продукта).

Таблица 4.

Условия проведения реакции борной кислоты и триэтаноламина без использования растворителей
Table 4.

Boric acid and triethanolamine solvent-free reaction conditions

№	Промывная жидкость Rinsing fluid	$t_{\text{реакции}}, ^\circ\text{C}$ $t_{\text{reaction}}, ^\circ\text{C}$	Выход, % Yield, %	$t_{\text{плав}}, ^\circ\text{C}$ $t_{\text{melt}}, ^\circ\text{C}$
1	Вода дист. (0.1 мМ р-р NH_3) Distilled water (0.01mM NH_3 solution)	65	57.90	228–230
2	Изопропанол Isopropanol	50	76.53	230–233
3		55	81.93	230–232
4		60	84.77	232–234
5		65	87.43	232–234
6		70	87.52	231–234
7		75	87.62	232–235
8	Изопропанол (0.01 мМ р-р NH_3) Isopropanol (0.01mM NH_3 solution)	65	88.23	233–235
9	Изопропанол (0.1 мМ р-р NH_3) Isopropanol (0.1mM NH_3 solution)	65	88.68	232–234
10	Изопропанол (1 мМ р-р NH_3) Isopropanol (1mM NH_3 solution)	65	88.46	233–235

Было установлено, что присутствие оснований в составе промывных жидкостей оказывает существенно меньшее влияние при сходных температурных условиях – разность выходов наилучших опытов при 65 °С составила 1.23%. Кроме того, при температурах реакции не превышающих 40–45 °С выпадение осадка происходило крайне медленно (от двух до пяти суток), что позволило отбросить данную температурную область как потенциально нетехнологичную. Увеличение температуры реакции свыше 65 °С не приводило к дальнейшему увеличению выхода по реакции. Таким образом, в данном случае именно проведение реакции при 65 °С без введения оснований в промывную жидкость представляются нам оптимальными условиями данного процесса.

Испытания борсодержащих соединений на сельскохозяйственных культурах

В результате испытаний было исследование влияние отобранных композиций на всхожесть

и энергию прорастания свеклы столовой (*Beta vulgaris*) и урожайность свеклы сахарной. Выбор компонентов и их соотношение в композициях производился с учётом индивидуальных особенностей объектов обработки, принимая во внимание установленные дозировки родственных или сходных по цели применения соединений, представленные в «Государственном Каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации».

Влияние на энергию прорастания и всхожесть свеклы столовой

Обработка янтарной кислотой, взятой за стандарт, не повлияла на этот показатель, который остался на уровне контроля. Увеличение энергии прорастания было в вариантах с обработкой сукцинатом трис (2-гидроксиэтил) аммония (сукцината TEA) и смесью сукцината с боратраном (таблица 5).

Таблица 5.

Влияние препаратов на энергию прорастания и всхожесть свеклы столовой (*Beta vulgaris*)

Table 5.

Substance effectiveness in germination power and germinability of beet (*Beta vulgaris*) seeds

Препарат Substance	Энергия прорастания, % Germination power, %	Всхожесть, % Germinability, %
Сукцинат ТЕА TEA Succinate	39	51.3
Янтарная кислота Succinic acid	29	45.3
Боратран Boratrane	31	39.0
Борная кислота Boric acid	31	42.0
О-крезоксиацетат ТЕА TEA o-cresoxyacetate	32	33.0
Боратран + Сукцинат ТЕА Boratrane + TEA Succinate	35	37.0
Вода (контроль) Water (control)	28	31.3

В остальных вариантах этот показатель был на уровне 31–33%, что выше контрольного варианта на 3–5%. Обработка семян всеми препаратами, за исключением о-крезоксиацетата трис (2-гидроксиэтил) аммония и смеси боратрана с сукцинатом, способствовала повышению этого важного показателя качества семян. Наибольший эффект получен при обработке сукцинатом трис (2-гидроксиэтил) аммония (51.3%).

Важно отметить, что по сравнению с проростками вариантов борной и янтарных кислот и из трис (2-гидроксиэтил) аммониевых производных, имевших развитую корневую систему длиной 11–14 см, в варианте с о-крезоксиацетатом трис (2-гидроксиэтил) аммония, наблюдалось ингибирование длины роста корней (на 2–3 см по сравнению с контролем и составляла 3.5–4.5 см). Таким образом, лучшие результаты по обработке семян столовой свеклы получены при обработке их сукцинатом трис (2-гидроксиэтил) аммония: по сравнению с обработкой контролем и янтарной кислотой (стандарт) у семян повысилась энергия прорастания на 11 и 10%, всхожесть –

на 20 и 6%, соответственно. Кроме того, проростки отличались развитой корневой системой.

Влияние на урожайность и качество свеклы столовой

Проведение испытаний на территории Киргизии было обусловлено фиксированием случаев симптомов дефицита бора на культуре сахарной свеклы (поражения листовой пластины, образование пустот в корнеплодах, нарушения вертикального роста культуры на второй год жизни) в условиях местных почв Чуйской долины. Композиция боратран + о-крезоксиацетат трис (2-гидроксиэтил) аммония + 1-хлорметилсилатран продемонстрировала наилучший результат по длине корневой апикальной части растения, среднему весу растения и корнеплода (таблица 6), увеличив их по сравнению с контролем на 9.58, 42.85 и 77.46%, соответственно. Контроль качества корнеплодов подтвердил наличие наименьшего числа свекл с повреждениями, вызванных условиями дефицита бора.

Таблица 6.

Влияние препаратов на морфобиологические показатели свеклы сахарной

Table 6.

Composition effectiveness in morphobiology of sugar beet

Препарат Composition	Длина корня, см Root length, cm	Средний вес растения, кг Average plant weight, kg	Средний вес корнеплода, кг Average root-crop weight, kg
Вода Water	31.3	2.266	1.433
«Сенгын-сенгын»® Sengeun-sengeun®	30.6	2.600	2.063
Боратран + ТЕА о-крезоксиацетат + 1-хлор-метилсилатран Boratrane + TEA o-cresoxyacetate + 1-chloromethylsilatrane	34.3	3.237	2.543

Благодарности

Авторы выражают благодарность А.В. Кисину (АО «ГНИИХТЭОС») за регистрацию и помощь в интерпретации спектров ЯМР и ИК, и

Н.П. Карсункиной (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) за проведение опытов по измерению всхожести и энергии прорастания семян свеклы столовой, а также помощь в интерпретации полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Chen M., Mishra S., Heckathorn S.A., Frantz J.M. et al. Proteomic analysis of Arabidopsis thaliana leaves in response to acute boron deficiency and toxicity reveals effects on photosynthesis, carbohydrate metabolism, and protein synthesis // Journal of Plant Physiology. 2014. V. 171. № 3. P. 235–242.
- 2 Brown P.H., Bellaloui N., Wimmer M.A., Bassil E.S. et al. Boron in Plant Biology // Plant Biology. 2002. V. 4. P. 205–223.
- 3 Abreu I., Poza L., Bonilla I., Bolaños L. Boron deficiency results in early repression of a cytokinin receptor gene and abnormal cell differentiation in the apical root meristem of Arabidopsis thaliana // Plant Physiology and Biochemistry. 2014. V. 77. P. 117–121.
- 4 Koshiba T., Kobayashi M., Ishihara A., Matoh T. Boron nutrition of cultured tobacco BY-2 cells. VI. Calcium is involved in early responses to boron deprivation // Plant and Cell Physiology. 2010. V. 51. № 2. P. 323–327.
- 5 Goldbach H.E., Wimmer M.A. Boron in plants and animals: Is there a role beyond cell-wall structure? // Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. 2007. V. 170. P. 39–48.
- 6 Cong X., Jiang X., Huang M. – J., Zhong M. et al. Mechanism of cell wall loosening of cherry radish by the method of immunochemistry // Journal of South China Agricultural University. 2015. V. 46. № 3. P. 397–400.
- 7 Pernak J., Syguda A., Janiszewska D., Materna K. et al. Ionic liquids with herbicidal anions // Tetrahedron. 2011. V. 67. P. 4838–4844.
- 8 Herrera-Rodríguez M.B., González-Fontes A., Rexach J., Camacho-Cristóbal J.J. et al. Role of Boron in Vascular Plants and Response Mechanisms to Boron Stresses // Plant Stress. 2010. V. 4 (2). P. 115–122.
- 9 Díaz-Álvarez A.E., Francos J., Lastra-Barreira B., Crochet P. et al. Glycerol and derived solvents: new sustainable reaction media for organic synthesis // Chemical Communications. 2011. V. 47. P. 6208–6227.
- 10 Xiang H., Shi P., Bhattacharya P., Chen X. et al. Enhanced charging capability of lithium metal batteries based on lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide-lithium bis(oxalato)borate dual-salt electrolytes // Journal of Power Sources. 2016. V. 318. P. 170–177.
- 11 Wang Ch., Liang T., Wei Ch. Synthesis and characterization of triethanolamine borate // Advanced Materials Research. 2013. V. 709. P. 28–31.
- 12 Karlov S.S., Selina A.A., Chernyshova E.S., Oprunenko Y.F. et al. Synthesis and characterization of metallatranes with phenyl substituents in atrane cage // Inorganica Chimica Acta. 2007. V. 360. P. 563–578.
- 13 Bolgova Y.I., Kuznetsova G.A., Trofimova O.M., Voronkov M.G. Convenient and Fast Synthesis of Boratrane in Water Medium // Chemistry of Heterocyclic Compounds. 2013. V. 49 (8). P. 1246–1248.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Игорь А. Дайн мл. научный сотрудник, лаборатория 14/2, Акционерное Общество «ГНИИХТЭОС», шоссе Энтузиастов, 38, г. Москва, 105118, Россия, angrenost@inbox.ru
Сергей В. Логинов д.х.н., ведущий научный сотрудник, лаборатория 4/2, Акционерное Общество «ГНИИХТЭОС», шоссе Энтузиастов, 38, г. Москва, 105118, Россия, florasilik@yandex.ru
Анатолий В. Лебедев д.х.н., ведущий научный сотрудник, начальник лаборатории, лаборатория 14/2, Акционерное Общество «ГНИИХТЭОС», шоссе Энтузиастов, 38, г. Москва, 105118, Россия, leanvik@yandex.ru
Павел А. Стороженко д.х.н., член-корреспондент РАН, временный генеральный директор, Акционерное Общество «ГНИИХТЭОС», шоссе Энтузиастов, 38, г. Москва, 105118, Россия, bigpastor@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 06.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.11.2017

REFERENCES

- 1 Chen M., Mishra S., Heckathorn S.A., Frantz J.M. et al. Proteomic analysis of Arabidopsis thaliana leaves in response to acute boron deficiency and toxicity reveals effects on photosynthesis, carbohydrate metabolism, and protein synthesis. Journal of Plant Physiology. 2014. vol. 171. no. 3. pp. 235–242.
- 2 Brown P.H., Bellaloui N., Wimmer M.A., Bassil E.S. et al. Boron in Plant Biology. Plant Biology. 2002. vol. 4. pp. 205–223.
- 3 Abreu I., Poza L., Bonilla I., Bolaños L. Boron deficiency results in early repression of a cytokinin receptor gene and abnormal cell differentiation in the apical root meristem of Arabidopsis thaliana // Plant Physiology and Biochemistry. 2014. vol. 77. pp. 117–121.
- 4 Koshiba T., Kobayashi M., Ishihara A., Matoh T. Boron nutrition of cultured tobacco BY-2 cells. VI. Calcium is involved in early responses to boron deprivation // Plant and Cell Physiology. 2010. vol. 51. no. 2. pp. 323–327.
- 5 Goldbach H.E., Wimmer M.A. Boron in plants and animals: Is there a role beyond cell-wall structure? // Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. 2007. vol. 170. pp. 39–48.
- 6 Cong X., Jiang X., Huang M. – J., Zhong M. et al. Mechanism of cell wall loosening of cherry radish by the method of immunochemistry // Journal of South China Agricultural University. 2015. vol. 46. no. 3. pp. 397–400.
- 7 Pernak J., Syguda A., Janiszewska D., Materna K. et al. Ionic liquids with herbicidal anions // Tetrahedron. 2011. vol. 67. pp. 4838–4844.
- 8 Herrera-Rodríguez M.B., González-Fontes A., Rexach J., Camacho-Cristóbal J.J. et al. Role of Boron in Vascular Plants and Response Mechanisms to Boron Stresses // Plant Stress. 2010. vol. 4 (2). pp. 115–122.
- 9 Díaz-Álvarez A.E., Francos J., Lastra-Barreira B., Crochet P. et al. Glycerol and derived solvents: new sustainable reaction media for organic synthesis // Chemical Communications. 2011. vol. 47. pp. 6208–6227.
- 10 Xiang H., Shi P., Bhattacharya P., Chen X. et al. Enhanced charging capability of lithium metal batteries based on lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide-lithium bis(oxalato)borate dual-salt electrolytes // Journal of Power Sources. 2016. vol. 318. pp. 170–177.
- 11 Wang Ch., Liang T., Wei Ch. Synthesis and characterization of triethanolamine borate // Advanced Materials Research. 2013. vol. 709. pp. 28–31.
- 12 Karlov S.S., Selina A.A., Chernyshova E.S., Oprunenko Y.F. et al. Synthesis and characterization of metallatranes with phenyl substituents in atrane cage // Inorganica Chimica Acta. 2007. vol. 360. pp. 563–578.
- 13 Bolgova Y.I., Kuznetsova G.A., Trofimova O.M., Voronkov M.G. Convenient and Fast Synthesis of Boratrane in Water Medium // Chemistry of Heterocyclic Compounds. 2013. vol. 49 (8). pp. 1246–1248.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Igor A. Dain Junior Researcher, laboratory 14/2, Joint Stock Company GNIChTEOS, shosse Entuziastov 38, Moscow 111123, Russia, angrenost@inbox.ru
Sergei V. Loginov Dr. Sci. (Chem.), Leading Researcher, Laboratory 4/2, Joint Stock Company GNIChTEOS, shosse Entuziastov 38, Moscow 111123, Russia, florasilik@yandex.ru
Anatolii V. Lebedev Dr. Sci. (Chem.), Leading Researcher, Laboratory 14/2, Joint Stock Company GNIChTEOS, shosse Entuziastov 38, Moscow 111123, Russia, leanvik@yandex.ru
Pavel A. Storozhenko Dr. Sci. (Chem.), Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, interim general manager, Joint Stock Company GNIChTEOS, shosse Entuziastov 38, Moscow 111123, Russia, bigpastor@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.6.2017

ACCEPTED 11.14.2017

Соединения лейцина с катионами меди (II) в водных растворах

Лариса П. Бондарева¹ larbon@mail.ru
 Елена В. Русина¹ aleona.rusina@yandex.ru
 Диана В. Овсянникова¹ odv85@bk.ru

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

Реферат. Строение альфа-аминокислот обуславливает возможность образования большого количества форм координационных соединений с катионами металлов. В реакциях комплексообразования с катионами металла могут участвовать все формы аминокислоты: протонированные образуют с ионами металлов аддукты за счет координации с неподеленными электронными парами атомов кислорода карбоксильной группы, константы устойчивости таких комплексов невелики, и они обычно подобны сольватоккомплексам; биполярная и депротонированная формы образуют не только аддукты, но и внутрикомплексные соединения. Изучение равновесий в системе аминокислота-катион металла наиболее часто проводят потенциометрическими и спектрофотометрическими методами, позволяющими быстро, с хорошей воспроизводимостью определять равновесные концентрации и состав раствора без смещения химического равновесия. В литературе достаточно подробно изучено хелатное соединение лейцина с катионами меди (II), образующееся в щелочной среде, с показателями констант устойчивости 7,89 и 6,45. В настоящей работе проведено изучение условий комплексообразования в нейтральных водных растворах в системе, содержащей алифатическую аминокислоту L, D лейцин и катионы меди (II). Различие в длинах волн, соответствующих максимальной оптической плотности, свидетельствует об изменении состава водного раствора и присутствии соединений лейцина меди. Спектрофотометрическим методом изомольных серий доказано существование комплексного соединения между биполярными ионами лейцина и катионами меди (II) в нейтральных водных растворах состава $(CuLeu_4)^{2+}$. Для определения констант устойчивости использовали метод Я. Бьеррума со следующими допущениями: аминокислота рассматривалась как одноосновная слабая кислота, константа устойчивости комплексного соединения рассчитывалась, как среднее значение для всех функциональных групп лейцина. Определенный в работе показатель константы устойчивости протонированного соединения состава $(CuLeu_4)^{2+}$ равен $4,27 \pm 0,21$.

Ключевые слова: L, D лейцин, катионы меди(II), константа устойчивости, протонированные комплексы

The compounds of leucine with copper (II) cations in aqueous solutions

Larisa P. Bondareva¹ larbon@mail.ru
 Elena V. Rusina¹ aleona.rusina@yandex.ru
 Diana V. Ovsyannikova¹ odv85@bk.ru

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

Summary. The structure of alpha-amino acids offers the possibility of the formation of a large number of forms coordination compounds with cations of metals. All forms of amino acids can participate in complexation reactions with metal cations: protonated form with metal ions adducts by coordinating with unshared electron pairs of oxygen atoms of carboxyl groups, the stability constants of such complexes are small and they usually like solvate complexes; bipolar and deprotonated forms not only adducts, but also chelation. The study of equilibrium in the system of amino acid - metal cation are most often carried out potentiometric and spectrophotometric methods, allowing fast, with good reproducibility to determine the equilibrium concentration and composition of the solution without displacement of the chemical equilibrium. In the literature, a chelate compound of leucine with copper (II) cations, formed in an alkaline medium with stability constants of 7.89 and 6.45, has been studied in sufficient detail. This paper presents a study of the conditions of complex formation in neutral aqueous solutions in the system containing aliphatic amino acid L, D-leucine and copper cations (II). The difference in the wavelengths corresponding to the maximum optical density indicates a change in the composition of the aqueous solution and the presence of copper leucinate compounds. The existence of a complex compound between bipolar leucine ions and copper (II) cations in neutral aqueous solutions of the composition $(CuLeu_4)^{2+}$ was proved by the spectrophotometric method of isomolar series. For the determination of stability constants using the method of J. Bjerrum with the following assumptions: an amino acid was regarded as monobasic weak acid, the stability constant of complex compounds was calculated as the average of all functional groups of leucine. Defined in the work a measure of stability constants protonated compounds composition $(CuLeu_4)^{2+}$ is equal to 4.27.

Keywords: L, D-leucine, cations of copper(II), the stability constant, protonated complexes

Введение

Большинство органических лигандов, являющихся аналогами природных соединений, способны взаимодействовать с катионами переходных металлов, имеют в своем составе кислород- и/или азот – содержащие группы, за счет которых и возможна координация. При этом координация может осуществляться различными способами, что связано как со строением молекулы лиганда, так и с влиянием условий

протекания реакции комплексообразования, в частности с pH среды или соотношение концентраций металл – лиганд [1–2].

Строение α-аминокислот обуславливает возможность образования большого количества форм координационных соединений с катионами металлов. Согласно данным рентгено-структурного анализа карбоксильная группа может давать девять форм связывания молекулы аминокислоты с катионом металла [3].

Для цитирования

Бондарева Л.П., Русина Е.В., Овсянникова Д.В. Соединения лейцина с катионами меди (II) в водных растворах // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 175–180. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-175-180

For citation

Bondareva L.P., Rusina E.V., Ovsyannikova D.V. The compounds of leucine with copper (II) cations in aqueous solutions. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 175–180. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-175-180

В реакциях комплексообразования с катионами металла могут участвовать все формы аминокислоты. Протонированные образуют с ионами металлов аддукты за счет координации с неподеленными электронными парами атомов кислорода карбоксильной группы, константы устойчивости таких комплексов невелики, и они обычно подобны сольватоккомплексам. Биполярная и депротонированная формы образуют не только аддукты, но и внутрикомплексные соединения. Депротонированная форма при комплексообразовании, как правило, не доступна из-за протекания при $\text{pH} > 6$ гидролиза ионов d-элементов. Однако хелатообразование может приводить к смещению равновесия в сторону депротонированной формы, кроме того, некоторые катионы переходных металлов способны вытеснять ионы водорода. Самым распространенным типом координации аминокислот без дополнительных донорных групп с d-элементами в твердых комплексах является глицин-подобный (через атом азота α -аминогруппы и атом кислорода карбоксильной группы) пятичленный хелатный узел [4–7]. Другим способом координации катионов металлов аминокислотами без дополнительных донорных групп является связь через бидентатно-мостиковую карбоксильную группу, в то время как атом азота не участвует в координации. При этом образуются димерные, тримерные, тетрамерные и полимерные соединения [8].

Для определения состава и устойчивости комплексов можно использовать практически любое, функционально связанное с комплексообразованием, свойство металла, лиганда или системы в целом. Изучение равновесий в системе аминокислота – катион металлов наиболее часто проводят потенциометрическими и спектрофотометрическими методами, позволяющими быстро, с хорошей воспроизводимостью определять равновесные концентрации и состав раствора без смещения химического равновесия. Полученные экспериментальные данные дают возможность рассчитывать константы равновесия реакций в указанных системах.

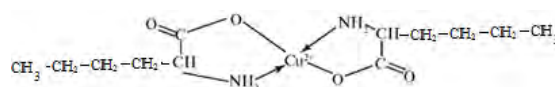
Кроме того, в сточных и природных водах могут одновременно содержаться катионы переходных металлов и органические соединения, способные связываться между собой. Данное обстоятельство затрудняет контроль содержания тяжелых металлов в воде [9]. В связи с этим, целью работы стало определение состава и устойчивости аминокислотного комплекса лейцина с катионами меди (II) в нейтральном водном растворе.

Материалы и методы исследования

Изучение условий комплексообразования в нейтральных водных растворах проводили на примере системы, содержащей алифатическую аминокислоту L, D-лейцин и нитрат меди(II).

Лейцин (2-амино-4-метилпентановая кислота) ограниченно растворяется в воде (растворимость в 100 г. воды при 25 °С – 2,19 г.). Значения характеризующие кислотные свойства карбоксильной группы лейцина – $\text{p}K_{a1} = 2,4$; характеризующие кислотность аминогруппы – $\text{p}K_{a2} = 9,6$, изоэлектрическая точка – 6,0.

Достаточно подробно изучено комплексное соединение лейцина с катионами меди (II), образующееся в щелочной среде, и имеющее показатели константы устойчивости $\lg\beta_1 = 7,89$ и $\lg\beta_2 = 6,45$ [10].



Исследование образования аминокислотного комплекса проводились спектрофотометрическим и потенциометрическим методами.

Для определения состава соединения лейцина с медью использовали спектрофотометрический метод изомольярных соотношений, основанный на определении отношения концентраций реагирующих веществ, соответствующих образуемому комплексному соединению. Спектры электронного поглощения исследуемых растворов получали на спектрофотометре UV-mini 1240 (Shimadzu, Япония) при длинах волн 190–1100 нм в кварцевых кюветах с толщиной оптического слоя 10 мм. Спектры поглощения раствора лейцина и раствора лейцина с внесенным раствором $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ получали относительно раствора сравнения – бидистиллированной воды.

Для определения устойчивости соединения лейцина с медью использовали потенциометрический метод. Кривые титрования, полученные при одинаковых концентрациях иона водорода и лиганда в присутствии и в отсутствии ионов металла, наиболее наглядно отражают протекание равновесных реакций и представляют весомую информацию о составе и ряде устойчивости образующихся комплексов. Потенциометрическое титрование проводили на рН-метре «рН-150 М». Титровали исходный раствор лейцина и раствор комплексного соединения лейцина с медью установленного состава. Для этого в стакан вносили 25 см³ лейцина с концентрацией 0,1 моль/дм³, из градуировочной бюретки последовательно вводили по 0,5 см³ раствора NaOH с концентрацией 0,05 моль/дм³. После введения каждой порции раствора NaOH и перемешивания определяли значение рН раствора до установления постоянного значения. Затем проводили в тех

же условиях титрование лейцина раствором HCl с концентрацией 0,05 моль/дм³. При pH-метрическом титровании комплексного соединения в стакан вносили 10 см³ раствора лейцина с концентрацией 0,1 моль/дм³ и 10 см³ раствора нитрата меди(II) с концентрацией 0,05 моль/дм³.

Результаты и обсуждение

Для установления возможности существования соединений лейцина с катионами меди (II) в нейтральных растворах, получили спектры поглощения в интервале pH от 2 до 6 (рисунок 1).

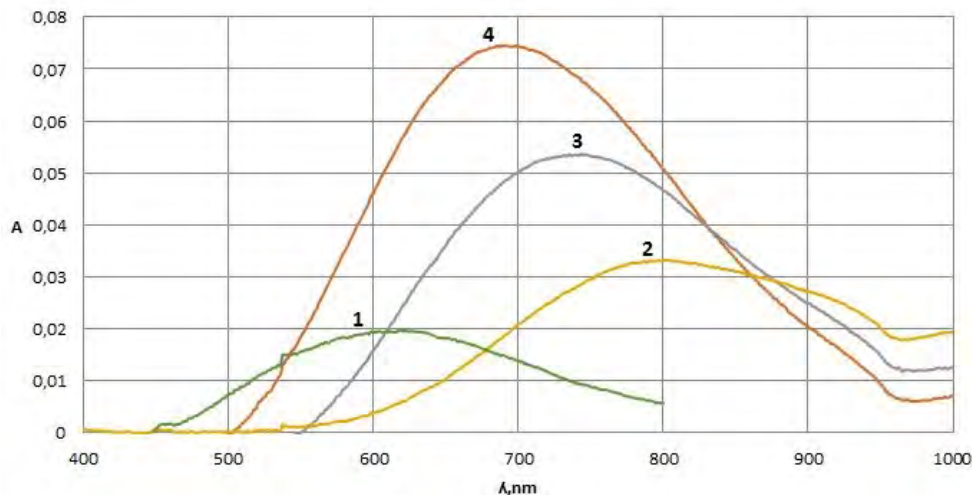


Рисунок 1. Спектры поглощения водных растворов лейцина с нитратом меди, при различных pH: 1 – при pH 2,06; 2 – pH 4,00; 3 – pH 5,00; 4 – pH 6,00

Figure 1. Absorption spectra of aqueous solutions of leucine with copper nitrate at various pH: 1 – at a pH of 2.06; 2 – pH 4,00; 3 – pH 5.00; 4 – pH 6,00

В спектре поглощения алифатической аминокислоты, не содержащей хромофорных и ауксохромных групп, характеристическая длинноволновая полоса поглощения отсутствует. Максимумы поглощения возникают лишь в присутствии окрашенных катионов меди. Различие в длинах волн, соответствующих максимальной оптической плотности, свидетельствует об изменении состава водного раствора и присутствии соединений лейцината меди [11].

Для определения состава соединений лейцина с ионами меди (II) применен спектрофотометрический метод и получены спектры поглощения водных растворов с pH 6,0 лейцина с нитратом меди при различном соотношении Leu: Cu²⁺. Установлено, что при соотношениях от 1:1 до 1:10 наблюдаемый максимум поглощения одинаков. Для определения состава комплексного соединения строили его кривую насыщения при длине волны 763 нм, представленную на рисунке 2.

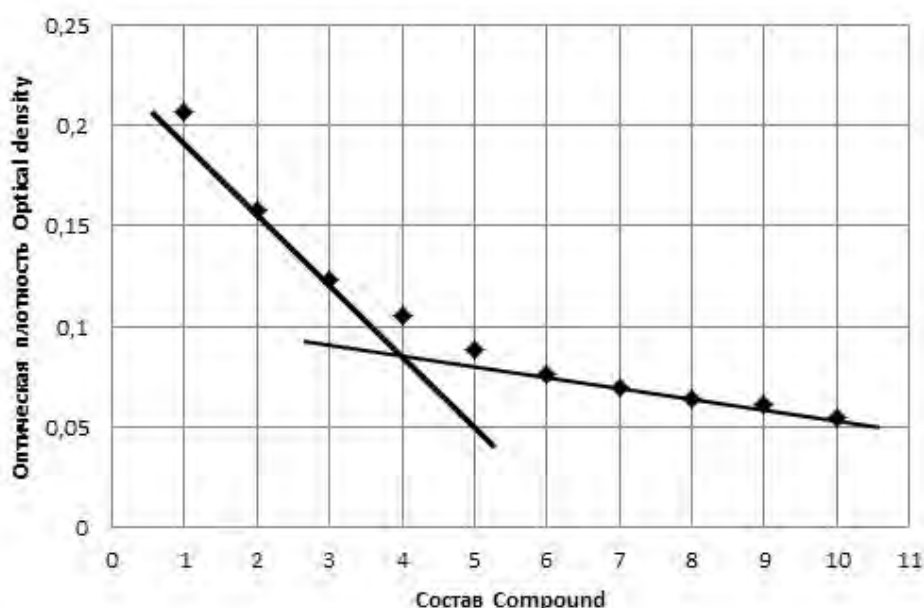


Рисунок 2. Кривая насыщения комплексного соединения [Cu(II)] / [Leu], при $\lambda = 763$ нм

Figure 2. Saturation curve of the complex compound [Cu (II)] / [Leu], at $\lambda = 763$ nm

Соотношение компонентов в комплексе определили проведением перпендикуляра из точки пересечения касательных в области максимума на кривой изомолярной серий. Согласно рисунку 2, в нейтральном растворе образуется неустойчивое комплексное соединение состава $[\text{Cu}^{2+}]: [\text{Leu}] = 1:4$.

Для определения устойчивости протонированного комплекса лейцина с ионами меди

в водных растворах проведены потенциометрические исследования и построены кривые потенциометрического титрования растворов лейцина и его комплексов с медью в широком диапазоне pH. Полученные кривые титрования лейцина и лейцината меди(II), представлены на рисунке 3.

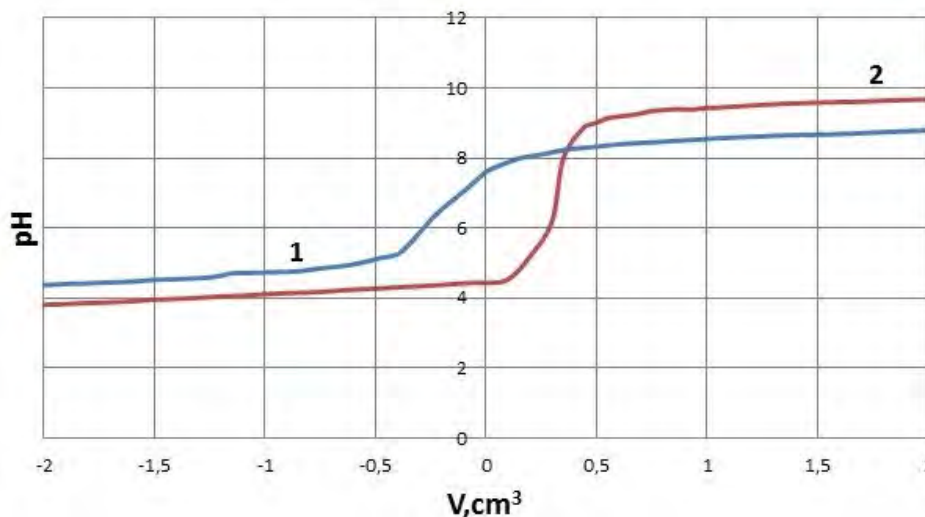


Рисунок 3. Кривые титрования лейцина и лейцината меди (II): 1 – лейцин; 2 – лейцинат меди(II)

Figure 3. Curves titration of leucine and copper (II) leucinate: 1 – leucine; 2 – leucinate of copper (II)

Для определения констант устойчивости использовали метод Я. Бьеррума. Данный метод требует расчета двух функций: свободной концентрации лиганда $[L]$ и функции образования Я. Бьеррума β . Следует отметить, что при использовании данного метода приняты следующие допущения: аминокислота рассматривалась как одноосновная слабая кислота, и константа устойчивости комплекса рассчитывалась как среднее значение для всех функциональных групп лейцина.

Процесс комплексообразования ионов металла с биполярным ионом лейцина может быть выражен в общем виде следующим образом:



Для оценки значения константы устойчивости, необходимо учесть кислотно-основное равновесие лейцина



Константа равновесия данной реакции соответствует константе устойчивости комплекса и может быть выражена уравнением

$$K_{\text{уст.}} = \frac{C_{\text{H}^+} C_{\text{L}^-}}{C_{\text{HL}}} \quad (3)$$

где C_{H^+} – равновесная концентрация замещенных металлом ионов H^+ , исходя из значения pH

в каждой точке титрования; C_{L^-} – равновесная концентрация свободного (незакомплексованного) лиганда; C_{HL} – концентрация связанного с протоном лиганда.

Причем по уравнению материального баланса с учетом степени диссоциации α для нахождения C_{HL} применялось выражение:

$$C_{\text{HL}} = (1 - \alpha) C_{\text{L}}^0 + \alpha C_{\text{L}}^0 \quad (4)$$

где C_{L}^0 – начальная концентрация лейцина.

Рассчитывали степень диссоциации, исходя из закона разбавления Освальда (с учетом принятого допущения):

$$K_{\text{д}} = \frac{\alpha^2 C_{\text{L}}^0}{1 - \alpha} \quad (5)$$

где $K_{\text{д}}$ – константа диссоциации лейцина равная 2,4 [12].

С помощью математических преобразований из формулы (5) получено квадратное уравнение вида

$$\alpha^2 + 2,4\alpha - 2,4 = 0 \quad (6)$$

С учетом того, что α не может быть отрицательной величиной, из двух корней квадратного уравнения был выбран корень, равный 0,9611.

Далее рассчитывали концентрацию свободного лиганда C_L в системе «лейцин – катионы металла». Для этого выражали C_L из уравнения (3), а затем подставляли в полученное выражение формулу (4). Таким образом, полученное уравнение для расчёта C_L имеет вид:

$$C_L = \frac{K_d}{C_{H^+}} \left((1-\alpha) C_L^0 + \alpha C_{H^+} \right), \quad (7)$$

где C_{H^+} – концентрация ионов H^+ , определяемая из значений pH в каждой точке титрования системы «лейцин – катион металла».

Расчёт концентрации лиганда – лейцина проводили по формуле (7), зная исходные концентрации аминокислоты и соли металла.

Согласно методу Я. Бьеррума константу устойчивости комплексного соединения K_n можно рассчитать из значения C_L , по полному значению среднего координационного числа (n), то есть при $\tilde{n} = n - 0,5$, если отношения двух последовательных констант устойчивости достаточно велики:

$$K_n = \left(\frac{1}{C_L} \right)_{\text{при } \tilde{n}=n-0,5}, \quad (8)$$

где n – число лигандов в комплексе.

Логарифмируя выражение (8), можно получить:

$$\lg K_n = \lg \left(\frac{1}{C_L} \right)_{\text{при } \tilde{n}=n-0,5} = \quad (9)$$

$$= -\lg(C_L)_{\text{при } \tilde{n}=n-0,5} = p(C_L)_{\text{при } \tilde{n}=n-0,5}$$

После сделанных преобразований строили график зависимости $\tilde{n} = f(pC_L)$, так называемую кривую образования, и при значении $\tilde{n} = n - 0,5$ экстраполяцией на ось абсцисс определяли значение $pK_{\text{уст}}$ комплексного соединения лейцина.

Кривая образования комплексного соединения лейцина с нитратом меди состава $(CuLeu_4)^{2+}$ приведена на рисунке 4.

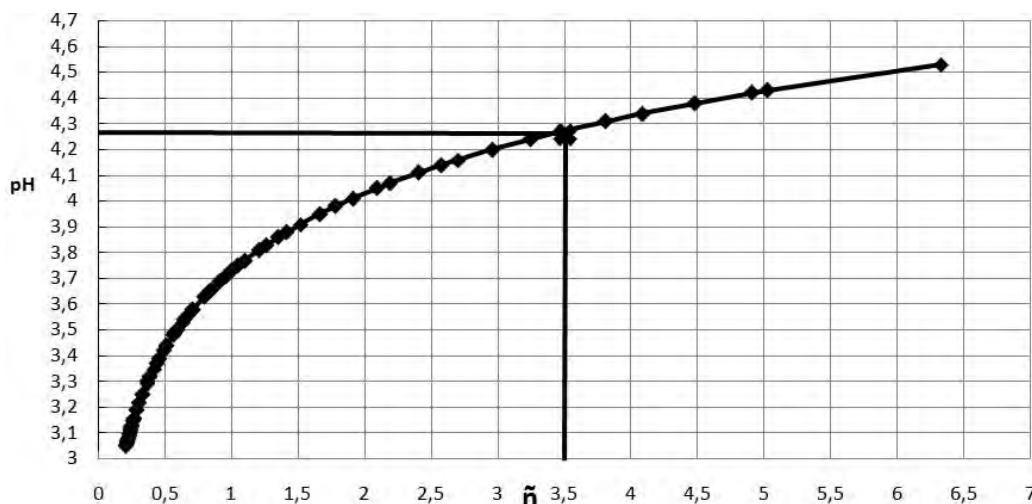


Рисунок 4. Кривая образования комплексного соединения $(CuLeu_4)^{2+}$

Figure 4. Curve formation of a complex compound $(CuLeu_4)^{2+}$

Полученная кривая образования плавная, не имеющая ступеней, что подтверждает образование малоустойчивого комплексного соединения. Значения $pK_{\text{уст}}$ получены экстраполяцией на ось абсцисс значения на оси ординат, равного $\tilde{n} = 4 - 0,5 = 3,5$. Таким образом, определено, что показатель константы устойчивости $pK_{\text{уст}}$ равен $4,27 \pm 0,21$.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский А.И. Координационная химия. М.: ИКЦ «Академкнига», 2009. 325 с.
- 2 Sigel H. Metal ions in biological systems. Vol. 2. N.Y.; London: Marcel Dekker, 2014. 360 p.
- 3 Панюшкин В.Т., Буков Н.Н., Болотин С.Н. Координационная химия природных аминокислот. М.: Наука, 2007. 247 с.

Заключение

В работе спектрофотометрическим методом изомольярных серий доказано существование комплексного соединения между биполярными ионами лейцина и катионами меди(II) в нейтральных водных растворах состава $(CuLeu_4)^{2+}$ и методом Бьеррума по потенциометрическим данным рассчитана его константа устойчивости $pK_{\text{уст}} = 4,27 \pm 0,21$.

4 S6vag6, I. Critical survey of the stability constants of complexes of aliphatic amino acids // Pure and Applied Chemistry. 2015. V. 65. № 5. P. 1029–1080.

5 Chidambarm M.V., Bhattacharya P.K. Studies on mixed amino acid and metal chelates // Acta Chimica. 2012. V.75. № 2. P. 123–128.

6 Reddy G., Sotyanarayana S. Formation constant of complex of some divalent metal ions // Indian J. Chem. 2010. V. 28. № 4. P. 337–339.

7 Li N.C. Study of ternary complexes of Cu(II) involving aliphatic carboxylic acids and amino acids // J. Am. Chem. Soc. 2005. V. 77. P. 5225–5229

8 Панюшкин В.Т., Неудачина Л.К. Физико-химические основы применения координационных соединений. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 124 с.

9 Бондарева Л.П., Селеменев В.Ф. Комплексообразование фосфорорганических биологически активных соединений: монография. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2012. 232 с.

10 Яцимирский К.Б., Крисс Е.Е. Константы устойчивости комплексов металлов с биолгандами. Киев: Наукова Думка, 1979. С. 31–57

11 Григорова Е.В., Бондарева Л.П., Корниенко Т.С. Равновесия метионина в водных растворах // Журнал общей химии. 2010. Т. 80. № 12. С. 1988–1992.

12 Berthon G. The Stability Constants of Metal Complexes of Amino Acids with Polar Side Chains. // Pure & App. Chem. 1995. V. 67. №. 7. P. 1117–1240

REFERENCES

1 Skopenko V.V., Tsivadze A. Yu., Savranskii A.I. Koordinatsionnaya khimiya [Coordinating chemistry] Moscow, IKTs "Akademkniga", 2009. 325 p. (in Russian)

2 Sigel H. Metal ions in biological systems. Vol. 2. N.Y.; London: Marcel Dekker, 2014. 360 p.

3 Panyushkin V.T., Bukov N.N., Bolotin S.N. Koordinatsionnaya khimiya prirodnikh aminokislot [Coordination chemistry of natural amino acids] Moscow, Nauka, 2007. 247 p. (in Russian)

4 Sívagó, I. Critical survey of the stability constants of complexes of aliphatic amino acids. Pure and Applied Chemistry. 2015. vol. 65. no. 5. pp. 1029–1080

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса П. Бондарева к.х.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, larbon@mail.ru

Елена В. Русина студент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aleona.rusina@yandex.ru

Диана В. Овсянникова к.х.н., инженер-эколог, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, odv85@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Лариса П. Бондарева предложила методику проведения эксперимента

Елена В. Русина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Диана В. Овсянникова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.11.2017

5 Chidambarm M.V., Bhattacharya P.K. Studies on mixed amino acid and metal chelate. Acta Chimica. 2012. vol. 75. no. 2. pp.123-128.

6 Reddy G. Sotyanarayana S. Formation of the complex of some divalent metal ions // Indian J. Chem. 2010. V.28. No 4. pp.337-339.

7 Li N.C. Study of ternary complexes of Cu (II) involving aliphatic carboxylic acids and amino acids. J. Am. Chem. Soc. 2005. vol. 77. pp. 5225-5229

8 Panyushkin V.T., Neudachina L.K. Fiziko-khimicheskie osnovy primeneniya koordinatsionnykh soedinenii [Physico-chemical basis for the application of coordination compounds] Ekaterinburg, Izd. Ural. Univ., 2014. 124 p. (in Russian)

9 Bondareva L. P., Selemenov V.F. Kompleksoobrazovanie fosfoorganicheskikh biologicheskikh aktivnykh soedinenii [Complexation of organophosphorus biologically active compounds] Voronezh, Nauchnaya kniga, 2012. 232 p.

10 Yatsimirsky K.B., Kriss E.E. Konstanty ustoichivosti kompleksov [Stability constants of metal complexes with bioligands] Kiev, Naukova Dumka, 1979. pp. 31-57. (in Russian)

11 Grigorova E.V., Bondareva LP, Kornienko T.S. Equilibrium of methionine in aqueous solutions. Zhurnal obshchei khimi [Journal of general chemistry] 2010. vol. 80. no. 12. pp. 1988-1992. (in Russian)

12 Berthon G. The Stability Constants of Metal Complexes of Amino Acids with Polar Side Chains. Pure & App. Chem. 1995. vol. 67. no. 7. pp. 1117–1240.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa P. Bondareva Cand. Sci. (Chem.), associate professor, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, larbon@mail.ru

Elena V. Rusina student, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, aleona.rusina@yandex.ru

Diana V. Ovsyannikova Cand. Sci. (Chem.), engineer-ecologist, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, odv85@bk.ru

CONTRIBUTION

Larisa P. Bondareva proposed a scheme of the experiment

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

Diana V. Ovsyannikova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2017

ACCEPTED 11.14.2017

Разработка технологии алкилирования гидрохинона алифатическими спиртами

Владимир М. Болотов¹ kaftpp14@mail.ru
Елена Г. Горина¹
Анастасия С. Мелентьева¹

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

Реферат. В работе представлены результаты исследований технологии алкилирования гидрохинона пропиловым, изопропиловым, изобутиловым и трет-бутиловым спиртами в присутствии концентрированной ортофосфорной кислоты. Температуру реакции алкилирования поддерживали в пределах 70–72 °С. На основании литературных данных и предварительных исследований реакцию проводили в течение 4-х часов. По завершению реакции удалены не вступивший в реакцию гидрохинон, алифатический спирт и фосфорная кислота добавлением в раствор дистиллированной воды (растворяющей соответствующие соединения) и бикарбоната натрия до слабокислой среды (рН 5–6). Для выделения из реакционной среды алкилгидрохинона в реакционную смесь добавляли бензол, в котором исходный гидрохинон растворяется значительно меньше. Концентрирование бензольного экстракта алкилгидрохинона проводили отгонкой растворителя под вакуумом при температуре не выше 70 °С в атмосфере воздуха. Более высокая температура вакуумной отгонки способствует окислению алкилгидрохинонов до алкилхинонов. Выпавшие после кристаллизации алкилгидрохиноны высушивали под вакуумом в сушильном пистолете при температуре 56 °С. Высушенные продукты идентифицировали с помощью определения температуры плавления, изучением спектральных характеристик и качественных реакций с FeCl₃. Нами изучена также растворимость алкилгидрохинонов в различных растворителях, которая показала малую растворимость алкилгидрохинонов в воде, бензоле, толуоле и более высокую растворимость в пропиловом и изопропиловом спиртах, а также в ацетоне. Анализ результатов показывает, что полученные алкилгидрохиноны не являются химически чистыми соединениями, а содержат в своем составе примеси исходного гидрохинона. Качественные реакции растворов алкилгидрохинонов с раствором FeCl₃ отличаются от соответствующей реакции раствора гидрохинона. Результаты исследований электронных спектров поглощения алкилгидрохинонов и исходного гидрохинона в растворе изопропилового спирта существенно не отличаются друг от друга и имеют максимум поглощения при $\lambda = 210$ нм. Из представленных исследований следует, что наибольшая эффективность процесса алкилирования гидрохинона изученными алифатическими спиртами в кислой среде наблюдается для трет-бутилового спирта

Ключевые слова: гидрохинон, алифатические спирты, алкилгидрохиноны, ортофосфорная кислота

Development of technology for the alkylation of hydroquinone with aliphatic alcohols

Vladimir M. Bolotov¹ kaftpp14@mail.ru
Elena G. Gorina¹
Anastasiya S. Melent'eva¹

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

Summary. The paper presents the results of research of technology of alkylation of hydroquinone, propyl, isopropyl, isobutyl and tert-butyl alcohols in the presence of concentrated phosphoric acid. The temperature of the alkylation reaction was maintained between 70–72 °C. On the basis of literature data and preliminary investigations the reaction was performed for 4 hours. Upon completion of the reaction, we removed the unreacted hydroquinone, aliphatic alcohol and phosphoric acid are added to a solution of distilled water (solvent corresponding connections) and sodium bicarbonate to slightly acidic (pH 5–6). For separation from the reaction medium of alkylhydroquinones in the reaction mixture was added benzene in which the original hydroquinone dissolves much less. Concentration of the benzene extract alkylhydroquinones conducted by Stripping the solvent under vacuum at temperatures above 70 °C in air atmosphere. Higher temperature vacuum distillation AIDS in the oxidation of alkylhydroquinones to alkylphenones. Precipitated after crystallization, alkylhydroquinones were dried under vacuum in a drying pistol at 56 °C. Dried products were identified by defining the melting temperature, the study of spectral characteristics and qualitative reactions with FeCl₃. We also studied the solubility of alkylhydroquinones in various solvents, which showed low solubility of alkylhydroquinones in water, benzene, toluene and higher solubility in propyl and isopropyl alcohols and in acetone. Analysis of the results shows that the obtained alkylhydroquinones are not chemically pure compounds, and contain in their composition of admixture source of hydroquinone. Qualitative reactions of solutions of alkylhydroquinones with FeCl₃ solution differ from the corresponding reaction of a solution of hydroquinone. The results of investigations of electronic absorption spectra of alkylhydroquinones and source of hydroquinone in isopropyl alcohol solution did not significantly differ from each other and have a maximum absorption at $\lambda = 210$ nm. From the presented investigations it follows that the maximum efficiency of the alkylation of hydroquinone was studied aliphatic alcohols in acidic medium is observed for t-butyl alcohol.

Keywords: hydroquinone, aliphatic alcohols, alkyl hydroquinones, orthophosphoric acid

Для цитирования

Болотов В.М., Горина Е.Г., Мелентьева А.С. Разработка технологии алкилирования гидрохинона алифатическими спиртами // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 181–184. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-181-184

For citation

Bolotov V.M., Gorina E.G., Melent'eva A.S. Development of technology for the alkylation of hydroquinone with aliphatic alcohols. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 181–184. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-181-184

Введение

Окисление молекулярным кислородом воздуха полимерных изделий, топлив и других химических товаров, а также целого ряда продуктов питания (жиры, алкогольные и безалкогольные напитки, кондитерские изделия и др.) ухудшает эксплуатационные и потребительские свойства вырабатываемых изделий. Процесс окисления сопровождается образованием свободных радикалов (алкильных, пероксидных и других) и активных форм кислорода (синглетный кислород) и является автокаталитическим. Для прекращения и ингибирования окислительных процессов широко используют антиоксиданты фенольного типа. Наиболее эффективными фенольными антиоксидантами являются «пространственно-затрудненные фенолы», содержащие в орто- и пара-положениях к фенольному гидроксилу углеводородные радикалы C_1-C_4 (например, антиоксидант 2, 6-дитрет-бутил-4-метилфенол) [1, 2].

Накопление фенольных гидроксидов в молекуле фенола (например, пирокатехин, гидрохинон и пирогаллол) увеличивает восстановительные и понижает токсические свойства фенольных соединений.

Из литературы известно, что вырабатываемый за рубежом трет-бутилгидрохинон применяется в пищевой промышленности в качестве антиоксиданта (пищевая добавка Е319) для предотвращения перекисного окисления липидов в продуктах питания (растительные масла, топленые животные жиры) и особенно в продуктах питания, требующих высокой температуры обработки (фритюры, масла для жаренья) [3]. Трет-бутилгидрохинон используют для пропитки воощенной бумажной упаковки маргарина и других жиросодержащих веществ.

Влияние трет-бутилгидрохинона на здоровье человека изучено не полностью и поэтому он имеет ограниченное применение в пищевой промышленности, но вещество входит в состав многих известных товаров и указывается в 18 наименованиях: картофель фри, блюда из курицы, соусы и другие [3].

В литературе имеются ограниченные сведения о технологии его производства, а поэтому нами выполнены исследования по разработке условий его производства и родственных по строению бутил- и пропилгидрохинонов с различным строением углеводородного радикала реакцией алкилирования.

В качестве алкилирующих реагентов гидрохинона по бензольному кольцу исследовались такие алифатические спирты как пропиловый, изопропиловый, изобутиловый и трет-бутиловый спирты.

Материалы и методы

При проведении исследований использовали гидрохинон и алифатические спирты: н-пропиловый, изопропиловый, изобутиловый и трет-бутиловый. В качестве катализаторов применяли концентрированную серную и ортофосфорную кислоты, а в качестве растворителя – бензол.

Реакцию алкилирования проводили в трехгорлой колбе с механической мешалкой и обратным холодильником с водяным охлаждением, а нагревание реакционной массы осуществляли на водяной бане с регулированием температуры.

Концентрирование бензольных экстрактов алкилгидрохинонов выполняли путем отгонки растворителя под вакуумом при нагревании на стандартной установке.

Концентраты экстрактов алкилгидрохинонов охлаждали и выдерживали в течение определенного времени до выпадения кристаллов. Образовавшийся осадок отфильтровывали под вакуумом.

Высушивание кристаллов алкилгидрохинонов проводили по стандартной методике при температуре $56\text{ }^{\circ}\text{C}$ под вакуумом в осушительном пистолете ПСВ с использованием ацетона в качестве греющей жидкости.

Идентификацию алкилгидрохинонов проводили измерением температуры плавления по стандартной методике с использованием капиллярного метода.

Электронные спектры поглощения растворов алкилгидрохинонов записывали на спектрофотометре СФ-56.

Результаты и обсуждение

В связи с отсутствием в литературе достоверных сведений о температурах плавления некоторых алкилгидрохинонов мы провели анализ влияния алкильных групп в алкилгидрохинонах на межмолекулярные взаимодействия (оцениваемых температурой плавления вещества) от степени гидрофобности этих соединений (оцениваемых критерием гидрофобности Н).

Критерий гидрофобности (Н) рассчитывали по формуле:

$$H = n_h - 4\sqrt{n_f} \quad (1)$$

где n_h – число гидрофобных фрагментов в молекуле (сумма атомов углерода); n_f – число полярных групп в молекуле (сумма атомов кислорода).

Результаты проведенного анализа (таблица 1) показывают, что введение в молекулу двухатомного фенола углеводородного радикала увеличивает гидрофобность соединения и уменьшает степень ассоциации молекул (оцениваемых $t_{пл}$) за счет ослабления межмолекулярных водородных связей.

Исходя из полученной зависимости следует, что все алкилгидрохиноны должны иметь меньшее значение температуры плавления по сравнению с гидрохиноном.

Название таблицы на русском языке Значения температур плавления ($t_{пл}$) алкилгидрохинонов и критериев гидрофобности (H) молекул

Table 1.

The melting points (t_m) of alkyl hydroquinones and the hydrophobicity criteria (H) of the molecules

Наименование Name	$t_{пл}, ^\circ\text{C}$	H
гидрохинон hydroquinone	172	0,35
метилгидрохинон methylhydroquinone	124	1,35
этилгидрохинон utilizacion	—	2,35
пропилгидрохинон Propellerhead	—	3,35
изопропилгидрохинон isopropylpyridine	130	3,35
изобутилгидрохинон isobutylketone	—	4,35
трет-бутилгидрохинон track butylhydroquinone	127	4,35

Для исследования эффективности процесса алкилирования гидрохинона алифатическими спиртами в присутствии кислотного катализатора мы изучили каталитическую активность концентрированных серной и ортофосфорной кислот.

Добавление в реакционную массу концентрированной серной кислоты в количестве 10% приводило к образованию продукта с температурой плавления большей по отношению к температуре плавления гидрохинона, что указывало на образование диалкил- или сульфопроизводного гидрохинона из-за высокой химической активности серной кислоты.

Поэтому мы заменили в качестве катализатора серную кислоту на ортофосфорную. Ортофосфорная кислота обладает меньшей кислотностью и не вступает в реакцию электрофильного замещения по бензольному кольцу гидрохинона.

Температуру реакции алкилирования поддерживали в пределах 70–72 °С. Более высокая температура способствует образованию побочных продуктов реакции, а более низкая температура значительно уменьшает скорость процесса.

На основании литературных данных и предварительных исследований реакцию проводили в течении 4-х часов. По завершению

реакции мы удаляли не вступивший в реакцию гидрохинон, алифатический спирт и фосфорную кислоту добавлением в раствор дистиллированной воды (растворяющей соответствующие соединения) и бикарбоната натрия до слабо-кислой среды (рН 5–6). Для выделения из реакционной среды алкилгидрохинона с более высокими гидрофобными свойствами (таблица 1) в реакционную смесь добавляли бензол в котором исходный гидрохинон растворяется значительно меньше. Концентрирование бензольного экстракта алкилгидрохинона проводили отгонкой растворителя под вакуумом при температуре не выше 70 °С в атмосфере воздуха. Более высокая температура вакуумной отгонки способствует окислению алкилгидрохинонов до алкилхинонов [4–10].

Выпавшие после кристаллизации алкилгидрохиноны высушивали под вакуумом в сушильном пистолете при температуре 56 °С. Высушивание алкилгидрохинонов при комнатной температуре в атмосфере воздуха способствует их окислению с образованием окрашенных соединений. Поэтому сушка проводилась с минимальным содержанием кислорода в газовой фазе. Высушенные продукты идентифицировали с помощью определения температуры плавления (таблица 2), изучением спектральных характеристик и качественных реакций с FeCl_3 .

Таблица 2.

Значения температур плавления ($t_{пл}$) алкилгидрохинонов и выход продуктов алкилирования

Table 2.

The melting points (t_m) of alkyl hydroquinones and the yield of alkylation products

Наименование Name	$t_{пл}, ^\circ\text{C}$	Выход, %
гидрохинон hydroquinone	170	—
пропилгидрохинон Propellerhead	150	45
изопропилгидрохинон isopropylpyridine	140	55
изобутилгидрохинон isobutylketone	135	63
трет-бутилгидрохинон track butylhydroquinone	130	70

Нами изучена также растворимость алкилгидрохинонов в различных растворителях, которая показала малую растворимость алкилгидрохинонов в воде, бензоле, толуоле и более высокую растворимость в пропиловом и изопропиловом спиртах, а также в ацетоне.

Анализ результатов таблицы 2 показывает, что полученные алкилгидрохиноны не являются химически чистыми соединениями, а содержат в своем составе примеси исходного гидрохинона.

Качественные реакции растворов алкилгидрохинонов с раствором FeCl_3 отличаются от соответствующей реакции раствора гидрохинона.

Результаты исследований электронных спектров поглощения алкилгидрохинонов и исходного гидрохинона в растворе изопропилового спирта существенно не отличаются друг от друга и имеют максимум поглощения при $\lambda = 210$ нм.

Заключение

Из представленных исследований следует, что наибольшая эффективность процесса алкили-

рования гидрохинона изученными алифатическими спиртами в кислой среде наблюдается для трет-бутилового спирта, что может быть связано с повышенной стабильностью промежуточно образующегося третичного карбокатиона и его большей концентрацией в реакционной массе, способствующей более высокой скорости реакции и повышенному выходу трет-бутилгидрохинона.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Меньшикова Е.Б., Зенков Н.К., Лайкин В.З., Бондарь И.А. и др. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. М.: Слово, 2006. 553 с.
- 2 Гоготов А.Ф., Завьялова А.А., Левчук А.А. Сравнительная характеристика техногенных фенолов различного происхождения в качестве сырья для получения эффективных ингибиторов термополимеризации нефтехимических производств // Химия растительного сырья. 2006. № 3. С. 49–52.
- 3 Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. М.: ДеЛи принт, 2003. 436 с.
- 4 Zhang M. et al. Preparation and catalytic performance of perfluorosulfonic acid-functionalized carbon nanotubes // Chinese Journal of Catalysis. 2014. T. 35. №. 11. С. 1874-1882.
- 5 Chukicheva I. Y. et al. Synthesis of Natural Geranylhydroquinone Analogs // Chemistry of natural compounds. 2015. T. 51. №. 6. С. 1055-1058.
- 6 Lu X., Isaacs L. Synthesis and Recognition Properties of Enantiomerically Pure Acyclic Cucurbit [n] uril-Type Molecular Containers // Organic letters. 2015. T. 17. №. 16. С. 4038-4041.
- 7 Rustamli E. et al. Synthesis and Characterization of Thiophene and Thieno [3, 2-b] thiophene Containing Conjugated Polymers // Journal of The Electrochemical Society. 2015. T. 162. №. 9. С. G75-G81.
- 8 Han N. et al. Systemized organic functional group controls in polydiacetylenes and their effects on color changes // Journal of Applied Polymer Science. 2017. T. 134. №. 30.
- 9 Yang Y. et al. Efficient dehydrative alkylation of thiols with alcohols catalyzed by alkyl halides // Organic & biomolecular chemistry. 2017. T. 15. №. 45. С. 9638-9642.
- 10 Chan E. W. C. et al. Highly functionalisable polythiophene phenylenes // Polymer Chemistry. 2015. T. 6. №. 43. С. 7618-7629.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир М. Болотов д.т.н., профессор, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kaftpp14@mail.ru

Елена Г. Горина студент, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Анастасия С. Мелентьева студент, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.11.2017

REFERENCES

- 1 Menshikov E.B., Zenkov N.K., Leikin V.Z., Bondar I.A. et al. Okislitel'nyi stress [Oxidative stress. Pro-oxidants and antioxidants] Moscow, Slovo. 2006. 553 p. (in Russian)
- 2 Gogotov A.F., Zavyalov A.A., Levchuk A.A. Comparative characteristics of different phenols of anthropogenic origin as raw materials to obtain effective inhibitors of thermopolymerization petrochemical production. *Khimiya rastitel' nogo syr' ya* [Chemistry of vegetable raw materials] 2006. no. 3. pp. 49–52. (in Russian)
- 3 Buldakov A.S. Pishchevye dobavki [Dietary supplements. Reference] Moscow, De Li print, 2003. 436 p. (in Russian)
- 4 Zhang M. et al. Preparation and catalytic performance of perfluorosulfonic acid-functionalized carbon nanotubes. Chinese Journal of Catalysis 2014. vol. 35. no. 11. pp. 1874-1882.
- 5 Chukicheva I. Y. et al. Synthesis of Natural Geranylhydroquinone Analogs. Chemistry of natural compounds. 2015. vol. 51. no. 6. pp. 1055-1058.
- 6 Lu X., Isaacs L. Synthesis and Recognition Properties of Enantiomerically Pure Acyclic Cucurbit [n] uril-Type Molecular Containers. Organic letters. 2015. vol. 17. no. 16. pp. 4038-4041.
- 7 Rustamli E. et al. Synthesis and Characterization of Thiophene and Thieno [3, 2-b] thiophene Containing Conjugated Polymers. Journal of The Electrochemical Society. 2015. vol. 162. no. 9. pp. G75-G81.
- 8 Han N. et al. Systemized organic functional group controls in polydiacetylenes and their effects on color changes. Journal of Applied Polymer Science. 2017. vol. 134. no. 30.
- 9 Yang Y. et al. Efficient dehydrative alkylation of thiols with alcohols catalyzed by alkyl halides // Organic & biomolecular chemistry. 2017. vol. 15. no. 45. pp. 9638-9642.
- 10 Chan E. W. C. et al. Highly functionalisable polythiophene phenylenes. Polymer Chemistry. 2015. vol. 6. no. 43. pp. 7618-7629.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir M. Bolotov Dr. Sci. (Engin.), professor, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kaftpp14@mail.ru

Elena G. Gorina student, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Anastasiya S. Melent'eva student, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.2.2017

ACCEPTED 11.20.2017

Оптимизация свойств радиационного регенерата, применяемого в эластомерных кровельных материалах

Юрий Ф. Шутилин	¹	shurf7@mail.ru
Сергей Г. Тихомиров	¹	tikhomirov_57@mail.ru
Эльвира Е. Семенова	²	kaftpp14@mail.ru
Андрей В. Карманов	¹	andikar93@mail.ru
Лариса А. Власова	¹	vllar65@yandex.ru

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

² Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, г. Воронеж, 394026, Россия

Реферат. Приведены результаты исследования по проблеме регенерации резин на основе бутилкаучука. Обоснованы преимущества радиационной деструкции бутиловых резин. В качестве объектов исследования выбраны диафрагмы форматоров-вулканизаторов, которые подвергались воздействию ионизирующих излучений на источнике Со60. Исследовано влияние дозы облучения на технологические свойства полученных регенератов и упруго-прочностные свойства композиций на их основе. Установлено, что обработка диафрагменных резин дозой 50, 70 кГр обеспечивает оптимальный комплекс свойств. Анализ структурных изменений, происходящих при радиационном облучении отработанных диафрагм показал, что при дозах 20–40 кГр сохраняется высокий уровень высокоэластической деформации, при этом сохраняется достаточное количество сшитых структур. При дозе облучения >40 кГр деструктант приобретает способность к вальцеванию. Изучено влияние механообработки на диафрагменные резины, подвергнутые радиационному воздействию. Выявлено, что обработка на оборудовании роторного типа снижает вязкость композиций. Выполнена процедура оптимизации составов кровельных резиновых смесей в зависимости от дозы облучения диафрагменных резин и дозировки регенерата. Регрессионная статистика и дисперсионный анализ подтвердили адекватность модели и значимость коэффициентов уравнения. Погрешность вычислений для прочности при растяжении составили 0,65%, для вязкости по Муни 1,23%. На основе разработанных регенератов изготовлены кровельные резиновые смеси и исследованы их свойства. Показано, что применение в рецептуре кровельных резин регенератов бутилкаучука с дозой 50, 70 кГр обеспечивает требуемый уровень свойств и снижает их себестоимость. Рекомендовано применение данных материалов в составе гидроизоляционных материалов для улучшения технологических свойств и снижения их себестоимости.

Ключевые слова: радиационный бутилрегенерат, эластомерные кровельные материалы

Optimization of the properties of radiation regenerate used in elastomeric roofing materials

Yurii F. Shutilin	¹	shurf7@mail.ru
Sergei G. Tikhomirov	¹	tikhomirov_57@mail.ru
Elvira E. Semenova	²	kaftpp14@mail.ru
Andrei V. Karmanov	¹	andikar93@mail.ru
Larisa A. Vlasova	¹	vllar65@yandex.ru

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

² Voronezh state technical university, Moscow Av., 14 Voronezh, 394026, Russia

Summary. The results of research on the problem of regeneration of rubbers based on butyl rubber are presented. The advantages of radiation destruction of butyl rubbers are substantiated. The diaphragms of the vulcanizer formers, which were exposed to ionizing radiation at the Co60 source, were chosen as the objects of the study. The effect of the irradiation dose on the technological properties of the recovered regenerates and the elasto-strength properties of the compositions based on them was studied. It is established that the treatment of diaphragm rubbers with a dose of 50, 70 kGy provides an optimal set of properties. An analysis of the structural changes that occur during irradiation of spent diaphragms showed that at high doses of 20-40 kGy a high level of high-elastic deformation remains, while a sufficient number of crosslinked structures remain. At an irradiation dose > 40 kGy, the destructant acquires the ability to roll. The effect of machining on diaphragm rubbers subjected to radiation exposure has been studied. It was found that processing on rotor-type equipment reduces the viscosity of the compositions. The procedure for optimizing the composition of roofing rubber compounds was performed depending on the irradiation dose of diaphragm rubbers and the dosage of the regenerate. Regression statistics and variance analysis confirmed the adequacy of the model and the significance of the coefficients of the equation. The error in the calculations for the tensile strength was 0.65%, for the MI viscosity, 1.23%. On the basis of the developed regenerants, roofing rubber compounds were made and their properties were investigated. It is shown that the use of butyl rubber regenerants in a recipe of roofing rubbers with a dose of 50, 70 kGy provides the required level of properties and reduces their cost price. It is recommended to use these materials in the composition of hydro-insulating materials to improve technological properties and reduce their cost.

Keywords: radiation butyl regenerate, elastomeric roofing materials

Для цитирования

Шутилин Ю.Ф., Тихомиров С.Г., Семенова Э.Е., Карманов А.В., Власова Л.А. Оптимизация свойств радиационного регенерата, применяемого в эластомерных кровельных материалах // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 185–190. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-185-190

For citation

Shutilin Yu.F., Tikhomirov S.G., Semenova E.E., Karmanov A.V., Vlasova L.A. Optimization of the properties of radiation regenerate used in elastomeric roofing materials. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 185–190. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-185-190

Введение

Проблема утилизации отходов полимеров является актуальной с точки зрения экологической целесообразности и экономии материальных ресурсов, несмотря на совершенствование технологии производства новых изделий. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что к моменту утраты резиновыми изделиями их эксплуатационных качеств сам полимерный материал претерпевает весьма незначительные структурные изменения, что обуславливает возможность и его вторичной переработки [1–2]. Наиболее распространенным методом, позволяющим частично перерабатывать и использовать вышедшую из эксплуатации резину, является регенерация [3–4]. Использование регенерата в резиновых смесях представляет большой интерес для резиновой промышленности [5–6]. Это, прежде всего, касается утилизации отработанных шин, а также резиновых изделий, применяемых при их производстве – диафрагменных и варочных камер на основе бутилкаучука (БК). Учитывая, что объемы отработанных диафрагменных и варочных камер по России составляют в год 1500–2000 тонн, а стоимость БК выше стоимости обычных диеновых каучуков, частичная или полная замена его в резинах регенератом может дать существенный экономический эффект [7–10].

Цель работы – исследование влияния условий получения бутилрегенерата на его свойства и выявление возможности использования радиационного бутилового регенерата в эластомерных рулонных кровельных материалах.

Материалы и методы

В рецептуре кровельных материалов материалов использовали бутиловый регенерат, полученный путем обработки ионизирующим излучением отработанных диафрагм форматора-вулканизатора радиационной установке – источнике Со60 дозами 20–100 кГр. Преимуществом данного способа получения регенерата является сокращение производственных операций по предварительному тщательному измельчению резины.

При проведении эксперимента использовалась модельная рецептура для изготовления рулонных кровельных материалов на основе этиленпропиленового каучука. В данном рецепте используется эффективная серная вулканизующая система с комбинацией ускорителей тетраметилтиурамдисульфида и меркаптобензотиазола. С целью обеспечения удовлетворительных технологических свойств в состав резин вводили

малоактивный технический углерод П-803 и комбинацию мягчителей – стирольно-инденовой смолы и вазелина технического. Эталонную резиновую смесь на основе этиленпропиленового каучука модифицировали путем введения радиационного бутилрегенерата в количестве 20, 60, 100 мас. ч. на 100 мас. ч полимерной основы. Резиновую смесь изготавливали на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160 при температуре валков $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Для оценки поведения исследуемых продуктов в резиновых смесях и их влияния на свойства резин использовали комплекс стандартных исследований, предназначенных для испытаний резиновых смесей и их вулканизатов.

Результаты и обсуждение

На первом этапе проведены исследования пласто-эластических свойств регенератов, полученных при разных дозах облучения. Качество регенератов, полученных путем облучения на гамма-источнике дозами 20, 40, 50, 70 и 100 кГр оценивали по показателю вязкости по Муни. Радиационные регенераты подвергали дополнительной механообработке в пластикодере Брабендер, где фиксировали крутящий момент, характеризующий реологические свойства образцов. Для оценки влияния дополнительной механообработки в пластикодере Брабендер, использовали коэффициент снижения вязкости по Муни λ_M . Установлено, что дополнительная механообработка образцов, полученных при малых дозах облучения (до 40 кГр) способствует снижению вязкости по Муни в ~ 2 раза, при средних 50–70 кГр $\sim 1,7$, при больших дозах облучения $\sim$ в 1,5 раза. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Следует отметить, что образец облученный дозой 20 кГр по внешнему виду практически не отличался от исходной диафрагменной резины и представлял собой эластичный, жесткий материал. При обработке на вальцах данного образца, установлены его неудовлетворительные технологические свойства, поэтому для дальнейших исследований этот образец был исключен.

На основе данных сопротивления регенерата механическим воздействиям в ходе обработки на пластикодере Брабендер установлено снижение крутящего момента в течение 5 мин (рисунок 1). Установлено, что без дополнительной механообработки не удастся достичь показателей вязкости регенерата, удовлетворяющих условиям переработки в технологических процессах изготовления эластомерных изделий.

Таблица 1.

Изменение вязкости по Муни в ходе механообработки образцов регенерата бутилкаучука

Table 1.

Change in Mooney viscosity during mechanical treatment of samples of butyl rubber regenerate

Образец Sample	До механообработки Before machining	После механообработки After machining	λ_M
40 кГр	164	82	1,99–2,00
50 кГр	132	75	1,68–1,76
70 кГр	112	64	1,71–1,75
100 кГр	85	55	1,55–1,63

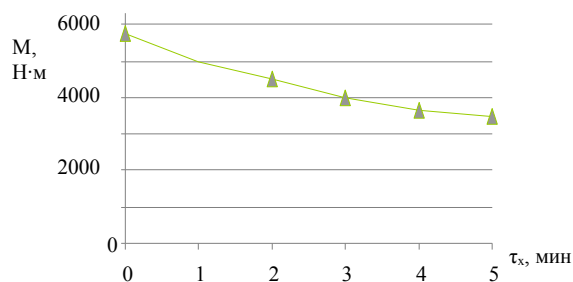


Рисунок 1. Изменение крутящего момента от времени механического воздействия в камере пластикодера Брабендер на регенераты с дозой облучения – 40 кГр
Figure 1. Change in torque from the time of mechanical action in the chamber of the Brabender plasticizer on regenerates with a radiation dose of 40 kGy

При проведении эксперимента использовалась резиновая смесь на основе этиленпропиленового каучука (таблица 2). Изменяя соотношение регенерата от 20 до 100 массовых частей, проводили изучение технологических и физико-механических показателей вулканизатов. Для сравнения технологических свойств использовали эталонную резиновую смесь без регенерата.

Таблица 2.

Рецепты опытных резиновых смесей

Table 2.

Recipes of experimental rubber compounds

Наименование компонентов Components	Эталон Standard	Опытные образцы и дозировки добавок, мас. ч. Experimental samples and dosages of additives, parts by weight, pph					
		регенерат БК, 50 кГр regenerate BR, 50 kGy			регенерат БК, 70 кГр regenerate BR, 70 kGy		
		20	60	100	20	60	100
Этиленпропиленовый каучук Ethylene-Propylene Rubber	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Компоненты по рецепту Components by prescription	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3
Бутиловый регенерат: Butyl regenerate:							
50 кГр 50 kGy	–	20	60	100	–	–	–
70 кГр 50 kGy	–	–	–	–	20	60	100
Итого Total	169,3	186,3	226,3	266,3	186,3	226,3	266,3

В ходе изготовления композиций отмечено, что при небольших дозировках регенерата БК затруднений при смешении не наблюдалось. Резиновые смеси, содержащие регенерат БК (50 кГр) по внешнему виду отличались от эталона: на поверхности появлялась шероховатость, смеси характеризовались большей усадкой. Образцы с регенератом БК (70 кГр) были близки по технологическим свойствам к эталону и характеризовались лучшими свойствами, чем регенерат БК (50 кГр). Следует отметить, что при повышенных дозировках (100 мас. ч) качество обработки на вальцах ухудшалось, что потребовало дополни-

тельных технологических приемов обработки на вальцах и увеличение цикла смешения.

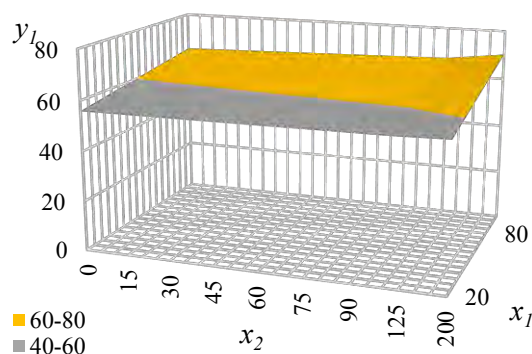
Для использования бутилового регенерата в промышленных рецептурах резин требуется определить оптимальные его дозировки в рецептуре резиновых смесей для получения материалов с улучшенным комплексом свойств.

При решении задачи оптимизации в качестве факторов выбраны: x_1 – доза облучения регенерата (50, 70 кГр) и x_2 – дозировка бутилового регенерата в кровельных композициях – 20, 100 мас. ч. Параметрами оптимизации выбраны вязкость по Муни (y_1) и прочность при растяжении (y_2) в кровельной композиции (рисунок 2).

В ходе расчетов по выбранному плану получены уравнение регрессии:

для прочности при растяжении:

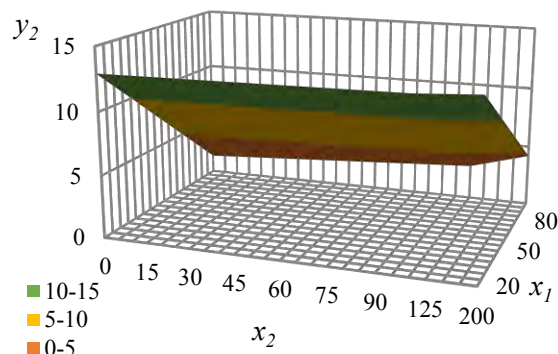
$$y_1 = 15,275 - 0,135x_1 + 0,00875x_2$$



(a)

для вязкости по Муни:

$$y_2 = 52,625 + 0,125x_1 + 0,01875x_2$$



(b)

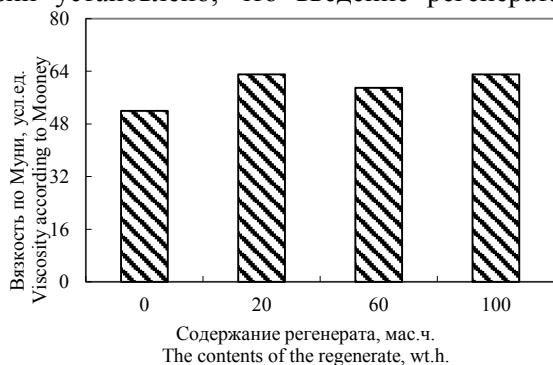
Рисунок 2. Зависимости изменения вязкости по Муни (а) и условной прочности при растяжении (б) от вида и содержания регенерата в кровельной резиновой смеси

Figure 2. Dependences of the change in Mooney viscosity (a) and conditional tensile strength (b) on the type and content of the regenerate in the roofing rubber compound

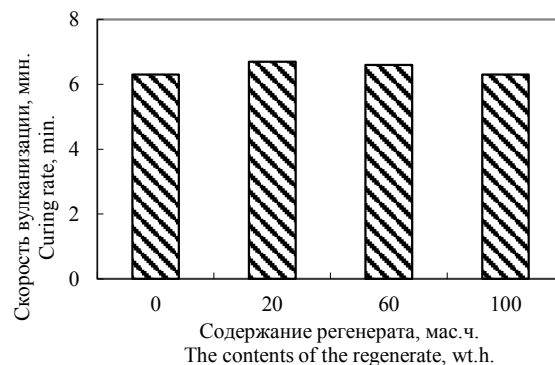
Регрессионная статистика и дисперсионный анализ подтвердили адекватность модели (по критерию Фишера), значимость коэффициентов уравнения. Погрешность вычислений для прочности при растяжении составили 0,65%, для вязкости по Муни 1,23%.

При расширенных испытаниях кровельных резин установлено, что введение регенерата

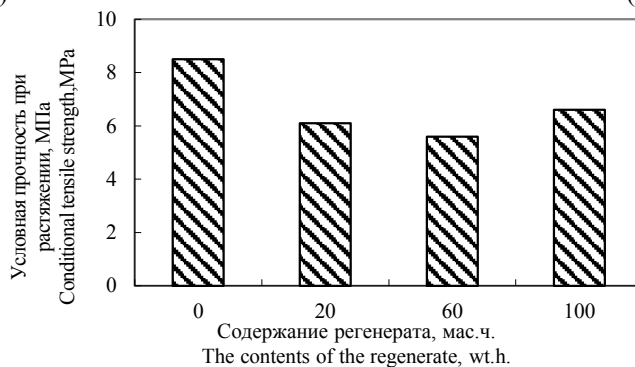
(70 кГр) приводит к увеличению вязкости резиновых смесей (рисунок 3, а), времени начала вулканизации (τ_s). Время достижения оптимума вулканизации (τ_{90}) опытных образцов, общая скорость вулканизации близки к показателю эталонного образца (рисунок 3, б).



(a)



(б)



(в)

Рисунок 3. Зависимости вязкости по Муни (а), скорости вулканизации (б), прочности при растяжении (в) от содержания регенерата (70 кГр) в кровельной резиновой смеси

Figure 3. Dependences of the Mooney viscosity (a), vulcanization rate (б), tensile strength (в) on the content of regenerate (70 kGy) in the roofing rubber compound

Результаты физико-механических испытаний показывают некоторое снижение модулей и условной прочности при растяжении (рисунок 3, с). Показатели относительного удлинения и твердость по Шору А значительно превышают значения эталонной резины. Показатели эластичности несколько ниже по сравнению с показателем эталонной резины.

Заключение

Исследования влияния дозы облучения на технологические свойства полученных регенератов и упруго-прочностные свойства композиций на их основе показали, что обработка диафрагменных резин дозой 50, 70 кГр обеспечивает

оптимальный комплекс свойств. В ходе изучения влияния термо-механообработки на диафрагменные резины, подвергнутые радиационному воздействию выявлено, что дополнительная механообработка на оборудовании роторного типа минут снижает вязкость композиций. Показано, что применение в рецептуре кровельных резин и регенератов бутылкаучука с дозой 50, 70 кГр обеспечивает требуемый уровень свойств и снижает их себестоимость.

Использование математической модели позволяет спрогнозировать технологические свойства и прочностные свойства изделий в зависимости от типа выбранного регенерата и дозы облучения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Хакимуллин Ю.Н., Вагизова Р.Р., Степанов П.А. Возможности использования радиационного регенерата бутылкаучука в строительстве // Клеи, герметики и технологии. 2007. № 10. С. 21–24.
- 2 Шутин Ю.Ф., Провольнев С.А., Корнеева О.С., Карманова О.В. и др. Об изменении молекулярной массы полиизопренов при их структурировании // Каучук и резина. 2007. № 4. С. 42.
- 3 Осошник И.А., Шутин Ю.Ф., Карманова О.В., Серегин Д.Н. Сырье и рецептуростроение в производстве эластомеров: учеб. пособие. Воронеж: ВГТА, 2009. 240 с.
- 4 Sripornsawat B., Saiwari S., Pichaiyut S., Nakason C. Influence of ground tire rubber devulcanization conditions on properties of its thermoplastic vulcanizate blends with copolyester // European Polymer Journal. 2016. № 85. P. 279–297.
- 5 Mangili I., Lasagni M., Anzano M., Collina E. et al. Mechanical and rheological properties of natural rubber compounds containing devulcanized ground tire rubber from several methods // Polymer Degradation and Stability. 2015. № 121. P. 369–377.
- 6 Telnova A.V., Zavyalova N.V., Khokhlova Yu. A., Sitnikova N.P. et al. Radiation degradation of spent butylrubbers // Radiation Physics and Chemistry. 2002. № 63. P. 245–248.
- 7 Molanorouzi M., Mohaved S.O. Reclaiming waste tire rubber by an irradiation technique // Polymer Degradation and Stability. 2016. № 128. P. 115–125.
- 8 Вольфсон С.И., Охотина Н.А., Андреев А.М., Шалдыбина М.Е. Использование радиационного регенерата изношенных диафрагм из бутылкаучука для получения гидроизоляционного кровельного материала на основе этиленпропиленового эластомера и полиэтилена // Вестник Казан. технол. ун-та. 2010. № 9. С. 341–344.
- 9 Yuan J., Emura K., Farnham C. Potential for Application of Retroreflective Materials instead of Highly Reflective Materials for Urban Heat Island Mitigation // Urban Studies Research. 2016.
- 10 Sharma M. et al. Evaluation of thermochromic elastomeric roof coatings for low-slope roofs // Energy and Buildings. 2017. V. 155. P. 459–466.

REFERENCES

- 1 Khakimullin Yu. N., Vagizova R.R., Stepanov P.A. Possibilities of using radiation regenerate of butyl rubber in construction. *Klei, germetiki, tekhnologii* [Glues, sealants and technologies] 2007. no. 10. pp. 21–24. (in Russian).
- 2 Shutilin Yu. F., Provolnev S.A., Korneeva O.S., Karmanova O.V. et al. On the Change in the Molecular Weight of Polyisoprenes in Their Structuring. *Kauchuk i rezina* [Rubber and Rubber]. 2007. no. 4. pp. 42 (in Russian).
- 3 Ososnik I.A., Shutilin Yu. F., Karmanova O.V., Seregin, D.N. Syr'e i retsepturostroenie v proizvodstve elastomerov [Raw materials and recipe-building in the production of elastomers] Voronezh, VGTA, 2009. 240 p. (in Russian).
- 4 Sripornsawat B., Saiwari S., Pichaiyut S., Nakason C. Influence of ground tire rubber devulcanization conditions on properties of its thermoplastic vulcanizate blends with copolyester. *European Polymer Journal*. 2016. no. 85. pp. 279–297.
- 5 Mangili I., Lasagni M., Anzano M., Collina E. et al. Mechanical and rheological properties of natural rubber compounds containing devulcanized ground tire rubber from several methods. *Polymer Degradation and Stability*. 2015. no. 121. pp. 369–377.
- 6 Telnova A.V., Zavyalova N.V., Khokhlova Yu. A., Sitnikova N.P. et al. Radiation degradation of spent butylrubbers. *Radiation Physics and Chemistry*. 2002. no. 63. pp. 245–248.
- 7 Molanorouzi M., Mohaved S.O. Reclaiming waste tire rubber by an irradiation technique. *Polymer Degradation and Stability*. 2016. no. 128. pp. 115–125.
- 8 Wolfson S.I., Okhotina N.A., Andreev A.M., Shaldybina M. E. The use of a radioactive regenerate of worn out dia-fragments from butyl rubber for the production of water-proofing roofing materials based on ethylene-propylene elastomer and polyethylene. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan technological University] 2010. no. 9. pp. 341–344. (in Russian).
- 9 Yuan J., Emura K., Farnham C. Potential for Application of Retroreflective Materials instead of Highly Reflective Materials for Urban Heat Island Mitigation. *Urban Studies Research*. 2016.
- 10 Sharma M. et al. Evaluation of thermochromic elastomeric roof coatings for low-slope roofs. *Energy and Buildings*. 2017. vol. 155. pp. 459–466.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий Ф. Шутилин д.т.н., профессор, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, shurf7@mail.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

Эльвира Е. Семенова к.т.н., доцент, кафедра проектирования зданий и сооружений, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, г. Воронеж, Россия, kaftpp14@mail.ru

Андрей В. Карманов студент, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, andikar93@mail.ru

Лариса А. Власова к.т.н., доцент, кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vllar65@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yurii F. Shutilin Dr. Sci. (Engin.), professor, chemistry and chemical technology organic compounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shurf7@mail.ru

Sergei G. Tikhomirov Dr. Sci. (Engin.), professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tikhomirov_57@mail.ru

Elvira E. Semenova Dr. Sci. (Engin.), associate professor, design of buildings and Structures department, Voronezh state technical university, Moscow Av., 14 Voronezh, Russia, kaftpp14@mail.ru

Andrei V. Karmanov student, chemistry and chemical technology organic compounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, andikar93@mail.ru

Larisa A. Vlasova Dr. Sci. (Engin.), docent, technology of organic synthesis and macromolecular compounds department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, vllar65@yandex.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.12.2017

ACCEPTED 11.17.2017

Биотехнология и бионанотехнология

Оригинальная статья/Original article

УДК 615.071

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-191-196>**Особенности электронно-микроскопической визуализации мягких наночастиц на основе фосфолипидов**

Юлия Е. Полетаева	¹	fabaceae@yandex.ru
Алина Е. Григорьева	¹	feabelit@mail.ru
Илья С. Довыденко	¹	dovydenko.il@gmail.com
Елена И. Рябчикова	¹	lenryab@yandex.ru

¹ Институт химической биологии и фундаментальной медицины, пр-т ак. Лаврентьева, 8, г. Новосибирск, 630090, Россия

Реферат. Просвечивающая электронная микроскопия (ЭМ) является одним из способов контроля структурной организации липидных наночастиц. Цель данной работы: изучить особенности ЭМ визуализации мягких наночастиц на основе смесей диолеилфосфатидилэтаноламина (DOPE) и фосфатидиловой кислоты (РА), и фосфатидилхолина (РС) и холестерина (Chol), при контрастировании уранилом ацетатом (УА) и фосфорно-вольфрамовой кислотой (ФВК). Суспензии наночастиц DOPE/РА (9:2) и РС/Chol (1:1) сорбировали 1 мин на формваровую подложку на медной сетке, контрастировали УА, или ФВК (рН 0,5), или ФВК (рН 7,0), 5-10 с и изучали в ЭМ Jem-1400 (Jeol, Япония). Спектры ³¹P-ЯМР препаратов регистрировали на спектрометре AV-300 (Bruker, Германия). Препарат DOPE/РА, контрастирование УА и ФВК (рН 0,5): округлые частицы, образованные нитями (2–3 нм) низкой электронной плотности (ЭП), более четкими при использовании ФВК. Морфология нитей соответствует структурам инвертированной гексагональной фазы (ИГФ). Контрастирование ФВК (рН 7,0) приводит к структуризации нитей и появлению мембранно-подобных структур, соответствующих по виду ламеллярной фазе (ЛФ). Однако, ³¹P-ЯМР анализ выявил в спектре образца один сигнал на 0,189 м.д., соответствующий ИГФ. Препарат РС/Chol, контрастирование УА и ФВК (рН 0,5): частицы неправильной формы, образованные хаотично расположенными нитями (2 нм) низкой ЭП, соответствующими липидам ИГФ. Контрастирование ФВК обнаружило в препарате стопки липидных бислоев, соответствующих ЛФ. Присутствие липидов в разных фазах подтверждено ³¹P-ЯМР: анализ спектров препарата показал ЛФ (сигнал на -0,482 м.д.), ИГФ и изотропную фазу (сигналы на -0,235, -0,362 м.д.) Вывод: ЭМ позволяет идентифицировать фазовое состояние липидов, а «традиционные» контрастирующие вещества по-разному выявляют компоненты одного и того же препарата, что говорит об их активном взаимодействии с молекулами липидов и указывает на необходимость использования разных способов контрастирования для визуализации липидных наноструктур..

Ключевые слова: электронная микроскопия, негативное контрастирование, мягкие наночастицы, фосфолипиды**Features of electron-microscopic visualization of soft phospholipid nanoparicles**

Yuliya E. Poletaeva	¹	fabaceae@yandex.ru
Alina E. Grigor'eva	¹	feabelit@mail.ru
Ilya S. Dovydenko	¹	dovydenko.il@gmail.com
Elena I. Ryabchikova	¹	lenryab@yandex.ru

¹ Institution of chemical biology and fundamental medicine, Lavrent'ev av. 8, Novosibirsk, 630090, Russia

Summary. Transmission electron microscopy (EM) is the way to control structure of lipid nanoparticles. Our work was aimed at study of EM imaging of nanoparticles based on mixtures of dioleoylphosphatidylcholine (DOPE) and phosphatidyl acid (PA), and phosphatidylcholine (PC) and cholesterol (Chol), using contrasting with uranyl acetate (UA), and phospho-tungstic acid (PTA). Suspensions of nanoparticles DOPE/PA (9:2) and PC/Chol (1:1) were adsorbed on formvar film, 1 min, and contrasted with UA, or PTA (pH 0.5), or PTA (pH 7.0), 5-10 sec, then studied in EM Jem-1400 (Jeol, Japan). Spectra of ³¹P-NMR of samples were recorded on spectrometer AV-300 (Bruker, Germany). Nanoparticles DOPE/PA, UA and PTA (pH 0.5) contrasting: rounded particles, formed by filaments (2-3 nm) of low electron density (ED). Filament morphology corresponds to structures of inverted hexagonal phase (IHP). PTA (pH 7.0) contrasting leads to filament structuring and appearance of membrane-like structures, morphologically corresponding to lamellar phase (LP). However, ³¹P-NMR analysis revealed in sample spectrum single signal on 0,189 m.d. (IHP). Nanoparticles PC/Chol, UA and PTA (pH 0.5) contrasting: irregular particles, formed by filaments (2 nm), low ED, corresponding to IHP. The PTA revealed stacks of lipid bilayers in preparation, corresponding to LP. Presence of lipid different phases is confirmed by ³¹P-NMR: analysis of preparation spectra, showed LP (signal -0,482 M. D.), IHP and isotropic phase (signals on -0,235, -0,362 M. D.). Thus, EM allows to identify lipid phase state; "traditional" contrasting agents differently identify components in same preparation, suggesting their active interaction with lipid molecules, and indicates necessity of using different contrasting for visualization of lipid nanostructures.

Keywords: electron microscopy, negative staining, soft nanoparticles, phospholipids

Для цитирования

Полетаева Ю.Е., Григорьева А.Е., Довыденко И.С., Рябчикова Е.И. Особенности электронно-микроскопической визуализации мягких наночастиц на основе фосфолипидов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 191–196. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-191-196

For citation

Poletaeva Ju.E., Grigor'eva A.E., Dovydenko I.S., Ryabchikova E.I. Features of electron-microscopic visualization of soft phospholipid nanoparicles. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 191–196. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-191-196

Введение

Липиды в водном окружении способны формировать разнообразные наноструктуры: сферические и цилиндрические мицеллы, планарные ламеллярные структуры (бислои) и замкнутые (липосомы), инвертированную гексагональную фазу [1, 2]. Это свойство липидов находит широкое применение в биотехнологии и медицине, в частности, наночастицы на основе липидов используют в качестве носителя лекарственных препаратов [3–5]. Рациональный дизайн и синтез систем доставки препаратов на основе липидов требует контроля их структурной организации на протяжении всего процесса их сборки. Одним из способов такого контроля является визуализация липидных частиц, контрастированных солями тяжелых металлов, с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

Метод негативного контрастирования был разработан для электронно-микроскопического исследования суспензий вирусных частиц, в дальнейшем он стал основным методом визуализации наноструктур различной природы, в том числе липидных [4, 6]. Целью данной работы являлось изучение особенностей электронно-микроскопической визуализации мягких наночастиц, на основе смесей (1) диолеилфосфатидилэтаноламина (DOPE) и фосфатидиловой кислоты (PA), и (2) фосфатидилхолина (PC) и холестерина с помощью различных контрастирующих веществ.

Материалы и методы

Диолеилфосфатидилэтаноламин (DOPE), яичная фосфатидиловая кислота (PA), яичный фосфатидилхолин (PC) (Avanti Polar Lipids, США); холестерин (Chol) (Alfa Aesar, США); дейтерированная вода для ЯМР анализа (Астрахим, Россия); хлороформ (Реахим, Россия); метанол (Вектон, Россия). Фосфолипиды были растворены в смеси хлороформ/метанол (1:1), а холестерин – в хлороформе, до конечной концентрации 1 мМ; уранилацетат (Fluka, США), фосфорновольфрамовая кислота (Fluka, США), формвар (SPI-CHEM™, США), разведенный в дихлорэтаноле (Fluka, США).

Получение мягких наночастиц на основе фосфолипидов

Мягкие наночастицы на основе фосфолипидов получали гидратацией тонкой липидной пленки с последующей обработкой ультразвуком. В круглодонной колбе смешали растворы: DOPE (900 μ л, 1 мМ) и PA (200 μ л, 1 мМ), – смесь липидов 1; PC (500 μ л, 1 мМ) и Chol

(500 μ л, 1 мМ), – смесь липидов 2. Полученные смеси были упарены на ротационном испарителе, после отгонки органических растворителей липидные пленки дополнительно сушили в вакууме в течение 30 мин. К сформированным на дне колб липидным пленкам прилили по 750 μ л дейтерированной воды, гидратацию пленок вели 30 мин при интенсивном перемешивании и комнатной температуре. После гидратации полученные растворы были обработаны ультразвуком в течение 15 мин при комнатной температуре и максимальной мощности ультразвука 230W.

Электронная микроскопия

Препараты суспензий мягких наночастиц были приготовлены одновременно, в течение первых суток после их синтеза. Суспензии сорбировали в течение 1 мин на медную сетку (300 ячеек), покрытую формваровой подложкой, стабилизированной углеродом, избыток жидкости оттягивали фильтровальной бумагой. Затем сетку помещали на каплю контрастирующего вещества: уранила ацетата (УА) на 10 с, фосфорновольфрамовой кислоты (ФВК, pH 0,5) на 5 с или ФВК (pH 7,0) на 10 с. Избыток контрастирующего вещества оттягивали фильтровальной бумагой.

Препараты изучали в просвечивающем электронном микроскопе Jem-1400 (Jeol, Япония) при ускоряющем напряжении 80 кВ. Снимки получали с помощью цифровой камеры бокового ввода Veleta (Olympus Corporation, Япония). Измерения проводили непосредственно на экране камеры с помощью пакета программ iTEM (Olympus Corporation, Япония).

31Р-ЯМР исследование раствора мягких наночастиц на основе фосфолипидов

Спектры³¹ Р-ЯМР регистрировали на спектрометре AV-300 (Bruker, Германия). Химические сдвиги в спектрах приведены в миллионных долях относительно сигнала 85 %-ной ортофосфорной кислоты (внешний стандарт). ЯМР исследование было выполнено в химическом сервисном ЦКП НИОХ СО РАН (Новосибирск, Россия).

Результаты и обсуждение

Исследование препарата липидных частиц состава DOPE/PA

В препарате при всех типах контрастирования выявляются многочисленные частицы разных размеров и формы, расположенные на сеточке в основном поодиночке (рисунок 1).

Контрастирование препарата липидных частиц состава DOPE/PA уранила ацетатом выявляет округлые частицы с четкой границей, на поверхности которых встречаются вдавления (рисунок 1 А-Б). Частицы состоят из нитей низкой электронной плотности, в расположении которых прослеживаются признаки организации. Данная структура свидетельствует о том, что липиды частиц находятся в инвертированной гексагональной фазе.

Контрастирование этого же препарата ФВК (рН 0,5) также выявило частицы округлой формы с четкой границей, состоящие из нитей (рисунок 1 В-Г), диаметром 2–3 нм, что соответствует диаметру структур, характерных для инвертированной гексагональной фазы изучаемых липидов. Контрастирующий реагент ФВК (рН 0,5) глубже проникает в промежутки между нитями в частице, чем УА, вследствие чего структура нитей выявляется более четко.

Контрастирование препарата ФВК (рН 7,0) заметно меняет вид липидных частиц, формирующие их нити выглядят более плотными и протяженными, хотя их диаметр не изменяется (рисунок 1 Д-З). Очевидно, промежутки между нитями становятся шире вследствие заполнения контрастирующим веществом. Таким образом, контрастирование препарата смеси липидов DOPE/PA с помощью ФВК (рН 7,0) приводит к структуризации нитей и появлению мембранно-подобных структур, которые могут создать ложное впечатление того, что липиды смеси находятся в ламеллярной фазе. Для точного определения фазы липидов было проведено исследование образца методом ЯМР.

Исследование типа фазового состояния смеси липидов проводили методом ЯМР спектроскопии на ядрах³¹P. Согласно данным³¹P-ЯМР в спектре образца, который содержит частицы состава DOPE/PA (9:2), присутствует один сигнал на 0,189 м.д. (рисунок 1 И). На спектре видно, что пик имеет плечо в слабом поле, что согласно литературным данным соответствует инвертированной гексагональной фазе [7].

Исследование препарата липидных частиц состава PC/Chol

В препарате при контрастировании всеми веществами наблюдаются скопления многочисленных полиморфных частиц разного размера (рисунок 2), отдельно лежащие частицы встречаются редко.

Контрастирование УА выявляет рыхлые скопления частиц неправильной формы, имеющих

четкую границу и рельефную поверхность. Частицы образованы хаотично расположенными тонкими нитями низкой электронной плотности (рисунок 2 А, Б), по морфологическим параметрам данные структуры можно отнести к липидам, находящимся в инвертированной гексагональной фазе. Между нитями отмечаются полости различной формы, видимые как структуры средней электронной плотности.

В зависимости от величины рН контрастирующего раствора ФВК, в образцах наблюдаются рыхлые скопления частиц (рН 0,5), либо плотные скопления, в которых границы между частицами плохо визуализируются (рН 7,0) (рисунок 2 В-Е).

Частицы образованы тонкими нитями низкой электронной плотности, диаметром около 2 нм (рисунок 2 В-Е), что соответствует липидам в гексагональной фазе (контрастирование ФВК). Нити достаточно плотно «упакованы» внутри этих частиц, которые часто окружены стопками липидных бислоев, последние выглядят как чередование электронно-прозрачных (~ 2–3 нм) полос и полос средней электронной плотности (~ 1,3–1,6 нм), их толщина одинакова на всем протяжении и не зависит от величины рН ФВК. Такие стопки, по всей видимости, соответствуют ламеллярной фазе липидов. Они могут закручиваться в кольца различного диаметра или располагаться прямыми участками разной длины. При контрастировании ФВК (рН 0,5 и 7,0) в частицах выявляются такие же полости, как при контрастировании УА, однако, они имеют более четкую структуру.

Таким образом, контрастирование ФВК (рН 0,5 и рН 7,0) выявило в частицах состава PC/Chol присутствие липидов как в ламеллярной, так и в гексагональной фазе, что подтверждается исследованием данного препарата методом ЯМР. Анализ спектров ЯМР показал, что липидный состав PC/Chol (1:1) в полученных частицах имеет несколько фазовых состояний. На спектре выделяется три сигнала на -0,235, -0,362 и -0,482 м.д. (рисунок 2 Ж). Сигнал имеет плечо в сильном поле (обозначено стрелкой), что свидетельствует о наличии ламеллярной фазы, которой соответствует пик на -0,482 м.д. [7]. Пики на -0,235, -0,362 м.д. можно отнести к инвертированной гексагональной и изотропной (мицеллярная, инвертированная мицеллярная и кубическая) фазам, подобное поведение данной смеси липидов было описано ранее [8].

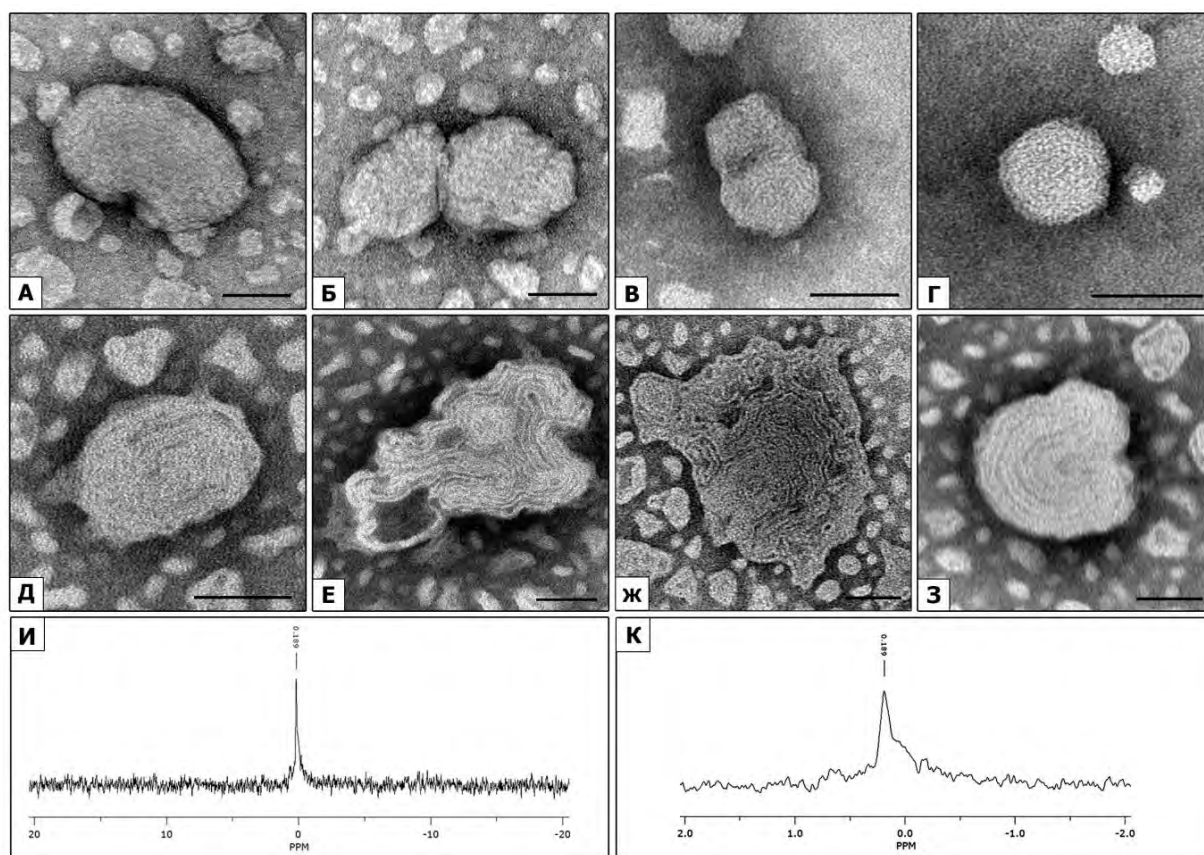


Рисунок 1. Липидные частицы состава DOPE/PA. Контрастирование: А, Б – уранила ацетатом; В, Г – ФВК pH 0,5; Д-З – ФВК pH 7,0. Длина масштабной линии соответствует 50 нм. И-К – ^{31}P -ЯМР спектр липидных частиц.

Figure 1. Lipid particles having a composition of DOPE/PA. Contrasting with: A, B – uranyl acetate; C, D – PTA (pH 0.5), E-H – PTA (pH 7.0). Scale bars correspond to 50 nm. I-G – ^{31}P -NMR spectrum of lipid particles.

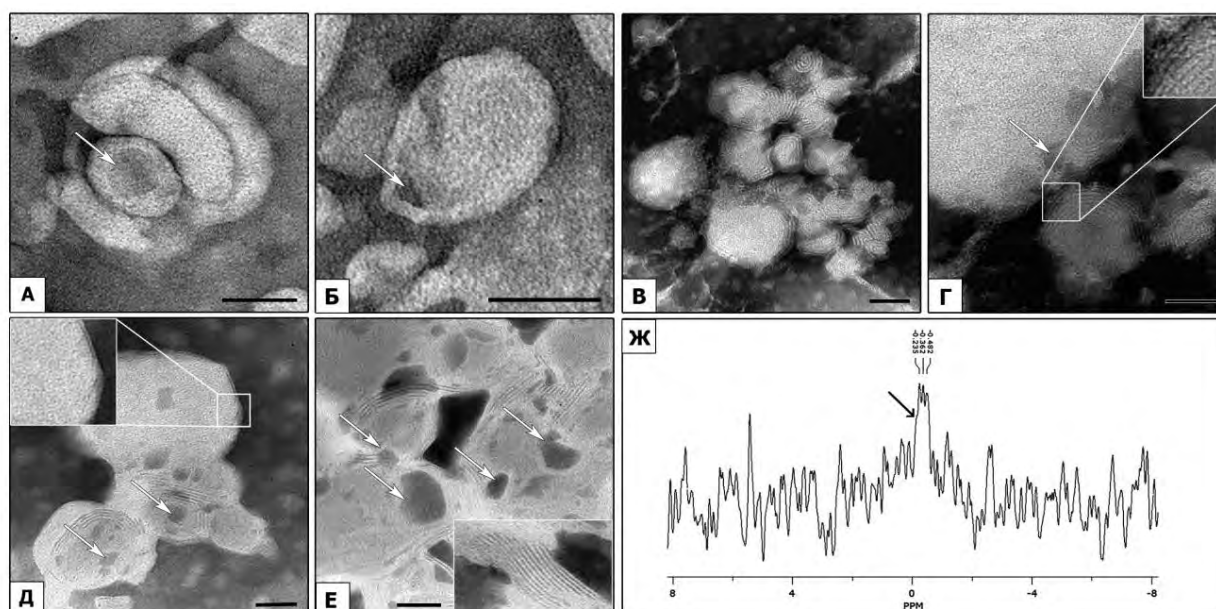


Рисунок 2. Липидные частицы состава PC/Chol. Контрастирование: А, Б – уранила ацетатом; В, Г – ФВК pH 0,5; Д, Е – ФВК pH 7,0. Е, врезка – стопка бислоев. Стрелками показаны полости в частицах. Длина масштабной линии соответствует 50 нм. Ж – ^{31}P -ЯМР спектр липидных частиц.

Figure 2. Lipid particles having a composition of PC/Chol. Contrasting with: A, B – uranyl acetate; C, D – PTA (pH 0.5), E, F – PTA (pH 7.0). Scale bars correspond to 50 nm. G – ^{31}P -NMR spectrum of lipid particles.

Заключение

Метод негативного контрастирования предполагает создание электронно-плотного фона солями тяжелых металлов (контрастирующими веществами), на котором видны биологические объекты, состоящие из легких атомов и, соответственно, имеющие низкую электронную плотность [9]. Электронно-микроскопическое изучение наноструктур, содержащих органические молекулы, показало, что контрастирующие вещества могут активно взаимодействовать с объектом исследования, несмотря на адсорбцию последнего на пленке и короткий (5–10 с) период контакта объекта и контрастирующего реагента [10]. Проведенное нами исследование

структуры липидных частиц при использовании «традиционных» контрастирующих веществ, УА и ФВК, показало, что они по-разному выявляют компоненты одного и того же препарата, что говорит об их активном взаимодействии с молекулами липидов. Эти данные указывают на необходимость использования разных способов контрастирования для визуализации липидных наноструктур, а также о возможности идентификации фазового состояния липидов с помощью электронного микроскопа.

Финансовая поддержка

Работа выполнена при финансовой поддержке программы ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 гг., VI.62.1.4, № 0309-2016-0004

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Balazs D.A., Godbey W. Liposomes for use in gene delivery // *J Drug Deliv.* 2011. V. 2011. P. 326497. doi 10.1155/2011/326497
- 2 Jouhet J. Importance of the hexagonal lipid phase in biological membrane organization // *Front Plant Sci.* 2013. V. 4. P. 494. doi 10.3389/fpls.2013.00494
- 3 Hope M.J. Enhancing siRNA delivery by employing lipid nanoparticles // *Ther Deliv.* 2014. V. 5. № 6. P. 663–673. doi 10.4155/tde.14.37
- 4 Belletti D., Vandelli M.A., Tonelli M., Zapparoli M. et al. Functionalization of liposomes: microscopical methods for preformulative screening // *J Liposome Res.* 2015. V. 25. № 2. P. 150–156. doi 10.3109/08982104.2014.956221
- 5 Hua H., Zhang N., Liu D., Song L. et al. Multifunctional gold nanorods and docetaxel-encapsulated liposomes for combined thermo – and chemotherapy // *Int. J. Nanomedicine.* 2017. V. 12. P. 7869–7884. doi 10.2147/IJN.S143977ijn-12-7869 [pii]
- 6 Григорьева А.Е., Дырхеева Н.С., Брызгунова О.Е., Тамкович С.Н. и др. Контаминация препаратов экзосом, выделенных из биологических жидкостей // *Биомедицинская химия.* 2017. Т. 63. № 1. С. 91–96. doi 10.18097/PBMC20176301091
- 7 Lewis R.N., Mcelhaney R.N. Surface charge markedly attenuates the nonlamellar phase-forming propensities of lipid bilayer membranes: calorimetric and (31) P-nuclear magnetic resonance studies of mixtures of cationic, anionic, and zwitterionic lipids // *Biophys J.* 2000. V. 79. № 3. P. 1455–1464. doi S0006-3495(00)76397-1 [pii] 10.1016/S0006-3495(00)76397-1
- 8 Dekker C.J., Geurts Van Kessel W.S., Klomp J.P., Pieters J. et al. Synthesis and polymorphic phase behaviour of polyunsaturated phosphatidylcholines and phosphatidylethanolamines // *Chem Phys Lipids.* 1983. V. 33. № 1. P. 93–106. doi 0009-3084(83)90012-9 [pii]
- 9 Chao F.F., Blanchette-Mackie E.J., Chen Y.J., Dickens B.F. et al. Characterization of two unique cholesterol-rich lipid particles isolated from human atherosclerotic lesions // *Am J Pathol.* 1990. V. 136. № 1. P. 169–179.
- 10 Pyshnaya I.A., Razum K.V., Dolodoev A.S., Shashkova V.V. et al. Surprises of electron microscopic imaging of proteins and polymers covering gold nanoparticles layer by layer // *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2017. V. 150. P. 23–31. doi S0927-7765(16)30783-4 [pii] 10.1016/j.colsurfb.2016.11.007

REFERENCES

- 1 Balazs D.A., Godbey W. Liposomes for use in gene delivery. *J Drug Deliv.* 2011. vol. 2011. pp. 326497. doi 10.1155/2011/326497
- 2 Jouhet J. Importance of the hexagonal lipid phase in biological membrane organization. *Front Plant Sci.* 2013. vol. 4. pp. 494. doi 10.3389/fpls.2013.00494
- 3 Hope M.J. Enhancing siRNA delivery by employing lipid nanoparticles. *Ther Deliv.* 2014. vol. 5. no. 6. pp. 663–673. doi 10.4155/tde.14.37
- 4 Belletti D., Vandelli M.A., Tonelli M., Zapparoli M. et al. Functionalization of liposomes: microscopical methods for preformulative screening. *J Liposome Res.* 2015. vol. 25. no. 2. pp. 150–156. doi 10.3109/08982104.2014.956221
- 5 Hua H., Zhang N., Liu D., Song L. et al. Multifunctional gold nanorods and docetaxel-encapsulated liposomes for combined thermo – and chemotherapy. *Int J Nanomedicine.* 2017. vol. 12. pp. 7869–7884. doi 10.2147/IJN.S143977ijn-12-7869 [pii]
- 6 Grigor'eva A.E., Dyrkheeva N.S., Bryzgunova O.E., Tamkovich S.N. et al. Contamination of exosome preparations, isolated from biological fluids. *Biomedical Chemistry.* 2017. vol. 63. no. 1. pp. 91–96. doi 10.18097/PBMC20176301091 (in Russian)
- 7 Lewis R.N., Mcelhaney R.N. Surface charge markedly attenuates the nonlamellar phase-forming propensities of lipid bilayer membranes: calorimetric and (31) P-nuclear magnetic resonance studies of mixtures of cationic, anionic, and zwitterionic lipids. *Biophys J.* 2000. vol. 79. no. 3. pp. 1455–1464. S0006-3495(00)76397-1 [pii] 10.1016/S0006-3495(00)76397-1
- 8 Dekker C.J., Geurts Van Kessel W.S., Klomp J.P., Pieters J. et al. Synthesis and polymorphic phase behaviour of polyunsaturated phosphatidylcholines and phosphatidylethanolamines. *Chem Phys Lipids.* 1983. vol. 33. no. 1. pp. 93–106. 0009-3084(83)90012-9 [pii]
- 9 Chao F.F., Blanchette-Mackie E.J., Chen Y.J., Dickens B.F. et al. Characterization of two unique cholesterol-rich lipid particles isolated from human atherosclerotic lesions. *Am J Pathol.* 1990. vol. 136. no. 1. pp. 169–179.
- 10 Pyshnaya I.A., Razum K.V., Dolodoev A.S., Shashkova V.V. et al. Surprises of electron microscopic imaging of proteins and polymers covering gold nanoparticles layer by layer. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2017. vol. 150. pp. 23–31 doi S0927-7765(16)30783-4 [pii] 10.1016/j.colsurfb.2016.11.007

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юлия Е. Полетаева аспирант, группа микроскопических исследований, Институт химической биологии и фундаментальной медицины, пр-т ак. Лаврентьева, 8, г. Новосибирск, 630090, Россия, fabaceae@yandex.ru

Алина Е. Григорьева к.б.н., старший лаборант, группа микроскопических исследований, Институт химической биологии и фундаментальной медицины, пр-т ак. Лаврентьева, 8, г. Новосибирск, 630090, Россия, feabelit@mail.ru

Илья С. Довыденко к.х.н., ведущий инженер, лаборатория биомедицинской химии, Институт химической биологии и фундаментальной медицины, пр-т ак. Лаврентьева, 8, г. Новосибирск, 630090, Россия, dovydenko.il@gmail.com

Елена И. Рябчикова д.б.н., профессор, заведующая группой микроскопических исследований, Институт химической биологии и фундаментальной медицины, пр-т ак. Лаврентьева, 8, г. Новосибирск, 630090, Россия, lenryab@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юлия Е. Полетаева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Алина Е. Григорьева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Илья С. Довыденко предложил методику проведения эксперимента

Елена И. Рябчикова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuliya E. Poletaeva graduate student, group of microscopy, Institution of chemical biology and fundamental medicine, Lavrent'ev av. 8, Novosibirsk, 630090, Russia, fabaceae@yandex.ru

Alina E. Grigor'eva Cand. Sci. (Biol.), group of microscopy, Institution of chemical biology and fundamental medicine, Lavrent'ev av. 8, Novosibirsk, 630090, Russia, feabelit@mail.ru

Ilya S. Dovydenko Cand. Sci. (Chem.), lead engineer, laboratory of biomedical chemistry, Institution of chemical biology and fundamental medicine, Lavrent'ev av. 8, Novosibirsk, 630090, Russia, dovydenko.il@gmail.com

Elena I. Ryabchikova Dr Sci. (Biol.), professor, head of microscopy group, Institution of chemical biology and fundamental medicine, Lavrent'ev av. 8, Novosibirsk, 630090, Russia, lenryab@yandex.ru

CONTRIBUTION

Yuliya E. Poletaeva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Alina E. Grigor'eva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Ilya S. Dovydenko proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Elena I. Ryabchikova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.29.2017

ACCEPTED 11.22.2017

Ферменты промышленного назначения – обзор рынка ферментных препаратов и перспективы его развития

Анна А. Толкачева	¹	anna-biotech@yandex.ru
Дмитрий А. Черенков	²	d.cherenkov@mail.ru
Ольга С. Корнеева	¹	korneeva-olgas@yandex.ru
Павел Г. Пономарев	²	

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

² ООО «Инновационный центр «Бирюч-Новые Технологии» (ГК ЭФКО), ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия

Реферат. Микробиологические ферментные препараты все чаще заменяют обычные химические катализаторы в ряде промышленных процессов. Такие препараты, помимо экологичности и высокой активности, имеют ряд преимуществ перед ферментными препаратами растительного и животного происхождения, а именно: производство микробиологических ферментов в биореакторах легко контролируется и предсказуемо; экскретируемые микробиологические ферменты более устойчивы по сравнению с внутриклеточными животными и растительными ферментами; генетическое разнообразие микроорганизмов позволяет производить ферментные препараты с широким диапазоном специфичности; микробиологические ферменты могут синтезироваться круглогодично, в отличие от производства растительных ферментов, которое часто бывает сезонным. Лидерами мирового рынка ферментов являются протеазы и амилазы, на долю которых приходится 25% и 15% соответственно. В течение последних пяти лет мировой рынок карбогидраз, включающий в основном амилазы, целлюлазы и ксиланазы, был самым быстрорастущим сегментом рынка ферментов с совокупным среднегодовым темпом роста более 7,0%. Другим основным продуктом рынка промышленных ферментов, имеющим большой потенциал для роста, являются липазы. С точки зрения назначения основную долю представляют кормовые и пищевые ферменты. Российский рынок продолжает оставаться ненасыщенным – текущее предложение не в состоянии удовлетворить потребности российской комбикормовой и пищевой промышленности в ферментных препаратах. Ферментные препараты отечественных производителей пользуются спросом в кормопроизводстве, пищевые же промышленные предприятия отдают предпочтение импортной продукции. Наиболее значимыми предприятиями в отрасли ферментного производства в России на данный момент являются ООО «ПО«Сиббиофарм», НПП «АгроСистема», ООО «Агрофермент». В свете российской политики повышения продовольственной безопасности развитие отечественной ферментной промышленности является крайне актуальной задачей.

Ключевые слова: рынок ферментов, ферменты промышленного назначения, кормовые ферменты, пищевые ферменты

Enzymes of industrial purpose - review of the market of enzyme preparations and prospects for its development

Anna A. Tolkacheva	¹	anna-biotech@yandex.ru
Dmitrii A. Cherenkov	²	d.cherenkov@mail.ru
Olga S. Korneeva	¹	korneeva-olgas@yandex.ru
Pavel G. Ponomarev	²	

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

² LLC "Innovative center "Biryuch-New Technologies", Belaya Vezha Str., 1, Malobykova, Belgorod region, 309927, Russia

Summary. Microbial enzyme preparations are increasingly replacing conventional chemical catalysts in a number of industrial processes. Such drugs, in addition to environmental friendliness and high activity, have a number of advantages over enzyme preparations of vegetable and animal origin, namely: the production of microbial enzymes in bioreactors is easily controlled and predictable; excreted microbiological enzymes are more stable than intracellular animals and plant enzymes; the genetic diversity of microorganisms makes it possible to produce enzyme preparations with a wide range of specificity; microbiological enzymes can be synthesized year-round, in contrast to the production of plant enzymes, which is often seasonal. The leaders of the world market of enzymes are proteases and amylases, which account for 25% and 15%, respectively. Over the past five years, the world market for carbohydrases, including mainly amylases, cellulases and xylanases, has been the fastest growing segment of the enzyme market with an aggregate annual growth rate of more than 7.0%. Another major product of the industrial enzyme market, which has a great potential for growth, is lipases. From the point of view of designation, the main part is represented by food and food enzymes. The Russian market continues to be unsaturated - the current supply is not able to meet the needs of the Russian feed and food industry in enzyme preparations. Enzyme preparations of domestic producers are in demand in forage production, while food industrial enterprises prefer imported products. The most significant enterprises in the enzymatic industry in Russia at the moment are Sibbiofarm, AgroSistema, Agroferment. In the light of the Russian policy of increasing food security, the development of the domestic enzyme industry is an extremely topical task.

Keywords: enzyme market, enzymes for industrial use, fodder enzymes, food enzymes

Для цитирования

Толкачева А.А., Черенков Д.А., Корнеева О.С., Пономарев П.Г. Ферменты промышленного назначения – обзор рынка ферментных препаратов и перспективы его развития // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 197–203. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-197-203

For citation

Tolkacheva A.A., Cherenkov D.A., Korneeva O.S., Ponomarev P.G. Enzymes of industrial purpose - review of the market of enzyme preparations and prospects for its development. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 197–203. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-197-203

Введение

Промышленность постоянно вынуждена искать новые способы сделать производственные процессы экологически безопасными, а продукцию более конкурентоспособной. В связи с этим микробиологические ферментные препараты все чаще заменяют обычные химические катализаторы в ряде промышленных процессов. Такие препараты, помимо экологичности и высокой активности, имеют ряд преимуществ перед ферментными препаратами растительного и животного происхождения, а именно:

- производство микробиологических ферментов в биореакторах легко контролируется и предсказуемо;
- экскретируемые микробиологические ферменты более устойчивы по сравнению с внутриклеточными животными и растительными ферментами;
- генетическое разнообразие микроорганизмов позволяет производить ферментные препараты с широким диапазоном специфичности;
- микробиологические ферменты могут синтезироваться круглогодично, в отличие от производства растительных ферментов, которое часто бывает сезонным.

По отраслям применения промышленные ферменты можно подразделить на три сегмента:

- технические ферменты (применяемые в производстве синтетических моющих средств; в текстильной, кожевенной, целлюлозно-бумажной промышленности; в производстве биотоплива);
- ферменты для пищевой промышленности и производства напитков;
- кормовые ферменты.

Промышленные ферментные препараты часто сочетают в себе различные виды активности в зависимости от области их использования. Спрос на промышленные ферменты в США, Западной Европе, Японии и Канаде является стабильно высоким, в то время как рынки стран Южной Америки, Азиатско-Тихоокеанского региона, Восточной Европы, Африки и Ближнего Востока являются самыми быстрорастущими. Основная доля производства промышленных ферментов приходится на страны Европы, за которыми следуют США. С другой стороны, в Азиатско-Тихоокеанском регионе регистрируется самый быстрый совокупный среднегодовой

темп роста. Спрос на мировой рынке ферментов ежегодно растет на 6,3 %, этот рост связан главным образом с увеличением спроса на промышленные ферменты для производства кормов для животных, моющих средств, текстиля и этанола, а также специализированных ферментов для фармацевтических и косметических компаний.

Разнообразие и области применения промышленных ферментов

Лидерами мирового рынка ферментов являются протеазы и амилазы, на долю которых приходится 25% и 15% соответственно. В течение последних пяти лет мировой рынок карбогидраз, включающий в основном амилазы, целлюлазы и ксиланазы, был самым быстрорастущим сегментом рынка ферментов с совокупным среднегодовым темпом роста более 7,0%. Другим основным продуктом рынка промышленных ферментов, имеющим большой потенциал для роста, являются липазы. С точки зрения назначения основную долю представляют кормовые и пищевые ферменты. Ожидается, что в ближайшие годы развивающиеся регионы станут самыми быстрорастущими потребителями кормовых промышленных ферментов, основной среди которых – фитаза. Это связано с увеличением дохода на душу населения, который в свою очередь стимулирует увеличение спроса на мясо.

Что касается производства пищевых продуктов и напитков, успешное применение таких ферментов как амилазы, пептидазы и глюкозоизомеразы обусловило постоянный рост этого сегмента рынка промышленных ферментов, также подкрепляемый спросом со стороны производителей молочных и хлебобулочных изделий. Ферменты для крахмало- и сахаропроизводства составляют 43,7% рынка, из которых 90% используются для получения высокофруктозных сиропов. Инновации в этом секторе в основном связаны с производством ферментов генетически модифицированными организмами, однако применение таких ферментов в пищевой промышленности в настоящее время имеет ряд существенных ограничений.

Российский рынок пищевых ферментов имеет ряд характерных черт. Например, продажи ферментов для пивоварения значительно превышают продажи ферментов для всех остальных пищевых отраслей, в то время как в ряде стран Европы на рынке пищевых ферментов доминируют хлебопекарные ферменты – их доля в продажах составляет около 50%.

Помимо пивоваренной промышленности, в России достаточно активно внедряют ферменты в производственный процесс еще две отрасли – производство спирта и соков. В ближайшем будущем ожидается рост российской крахмалопаточной промышленности, что должно соответственно привести и к росту потребления ферментов этой отраслью.

Низкая скорость развития и внедрения ферментных технологий в российскую пищевую промышленность может быть связана с большей консервативностью России по сравнению с европейскими странами.

Сектор ферментов для производства синтетических моющих средств характеризуется высокой конкуренцией и быстрыми темпами роста. Мультиферментные составы, очень эффективные для удаления органических загрязнений, прошли путь от изначального применения в стиральных порошках и моющих средствах до специализированной очистки хирургических инструментов. Кроме того, ферменты являются полностью биологически разлагаемыми, что обеспечивает низкое воздействие на окружающую среду по сравнению с использованием химических детергентов. Основными ферментами, которые используются в детергентной промышленности, являются протеазы, липазы, амилазы и целлюлазы.

Использование ферментов в кормовой промышленности растет из-за их влияния на повышение питательной ценности корма и более быстрый рост птицы и сельскохозяйственных животных. Преимущество также заключается в снижении загрязнения окружающей среды фосфатами, азотом, медью и цинком. Основными факторами, тормозящими развитие этого сегмента рынка являются достаточно высокая стоимость производства кормов, обогащенных ферментами, а также снижение каталитической активности ферментов в готовых кормах. Наибольшая доля среди кормовых ферментов приходится на фитазы, ксиланазы, протеазы и амилазы.

На российском рынке кормовых ферментов очень широко представлена продукция ведущих мировых производителей, доминируют среди которых такие компании как Huvepharma, BASF, DSM, Adisseo, Alltech, Royal OY, DuPont (Danisco), Kemin, Biochem. Рынок ферментов для кормопроизводства очень развит, отличается высокой конкуренцией, но,

к сожалению, на нем практически не представлена отечественная продукция. В конкурентной борьбе компании-производители кормовых ферментов постоянно внедряют новые технологии и улучшают качество сервиса. В натуральном выражении более 91% импорта кормовых ферментов приходится на сухие кормовые добавки. Наиболее перспективным направлением развития рынка является разработка мультиэнзимных препаратов, обладающих комплексной активностью и способных расщеплять нерастворимые полисахариды и фитаты. Это обусловлено возможностью добавления в корма продуктов переработки растительного сырья и других дешевых альтернативных источников белка и энергии при условии одновременного введения таких мультиэнзимных препаратов.

Мировой рынок текстильной промышленности составляет более 700 млрд. долларов и при этом ориентирован на инновации, ведущие к повышению качества продукции. Кроме того, возрастают требования к сокращению загрязнений окружающей среды отходами текстильного производства. Эти факты стимулируют внедрение достижений биотехнологии, в частности, замену химических реагентов на ферменты для обработки волокон. Такие ферменты применяются при таких видах влажной обработки как: тепловая мочка льна, расклихивки, обесклеивания и обезжиривания шелка, отбеливание. Кроме того, использование ферментов, помимо снижения химической нагрузки и повреждения оборудования, позволяет снизить потребление энергии и воды. Основными ферментами, которые используются в текстильной промышленности, являются кислотные и нейтральные целлюлазы, термостабильные бактериальные амилазы, пероксидазы, каталазы и пектиназы.

За первые десятилетия нового тысячелетия глобальный спрос на жидкое биотопливо возрос более чем в три раза, и в настоящее время все возрастает спрос на топливо, полученное из возобновляемого растительного сырья. Растительное сырье служит источником самых разнообразных субстратов: сахаров, крахмала, лигноцеллюлоз и масел, которые в дальнейшем могут быть ферментативно обработаны для получения биотоплива. Рост мирового спроса на такое топливо вызван высокими ценами на нефть, необходимостью сокращения

импорта нефти, соображениями энергобезопасности, остротой экологических проблем, в частности, необходимостью смягчения эффектов парниковых газов. Все вышеперечисленное привело к значительному увеличению производства этанола на основе крахмала. В США за пять лет с 2006 по 2011 объем такого производства увеличился с 18 миллиардов литров до 51 миллиарда литров. Процесс получения биоэтанола включает амилолитическую стадию, что, не в последнюю очередь, обусловило увеличение рынка амилазы за последние 5 лет более чем в два раза. Потребность в жидком биотопливе также подталкивает к разработке технологии производства этанола из различных лигноцеллюлозных материалов, такая технология должна включать обработку целлюлазами, бета-глюкозидазой и гемицеллюлазами, рынок которых в последние годы показывает стабильный рост. Набирает популярность производство биодизеля из растительных масел и животного жира биотехнологическим методом, основанным на использовании липаз, что закономерно ведет к увеличению рынка липаз.

Целлюлозно-бумажная промышленность представляет собой огромный потенциал для рынков целлюлазы и ксиланазы, при условии, что стоимость ферментативной обработки не будет превышать стоимости применения хлора и перекиси водорода на стадии отбеливания, а также щелочей и кислот на стадии очистки оборудования. Существует также возможность применения ферментов в процессе удаления чернил из макулатуры в процессе вторичной переработки. Несмотря на то, что использование химических реагентов в целлюлозно-бумажной промышленности оказывает резко негативное воздействие на окружающую среду, сдвиг в сторону ферментативной обработки пока задерживается и основная причина тому – высокая стоимость существующих биокатализаторов.

Структура российского рынка промышленных ферментов

В российском производстве ферменты применяются фактически во всех отраслях пищевой промышленности, а также в кормопроизводстве. В начале 90-х годов XX века объем производства ферментов в России резко сократился. Спустя десять лет ферментная промышленность очень медленными темпами начала возрождаться, так в 2006 году объем отечественного производства ферментов составлял

не более 15 % от показателей 1990 года. На сегодняшний день ферментная промышленность очень медленно, но все же развивается. В 2016 году отечественный рынок ферментов на 95,6% состоял из импорта. По данным Ru-Stat импорт в Россию товаров из группы «ферменты; ферментные препараты» за период 2014-2017 составил \$372 млн., общим весом 44,3 тыс. тонн.

Собственное российское производство промышленных ферментов не превышает 3 тысяч тонн, что закономерно обусловлено крайне слабым развитием производственной базы для получения ферментов.

Специфика российского рынка заключается в том, что даже те немногие отечественные компании, которые выпускают промышленные ферменты, крайне узко специализированы. Объем российского производства почти полностью приходится на ферменты для пивоварения, спиртовой и кормовой промышленности.

ООО «ПО «Сиббиофарм» вплоть до последних лет оставался единственным значимым отечественным игроком на российском рынке промышленных ферментов. Традиционно, специализацией компании являются ферменты для спирто- и кормопроизводства, также выпускаются небольшие объемы ферментов для производства тканей и кожевенных изделий. Предприятие показывает ежегодный рост выпуска, который к настоящему времени достиг порядка 1 тыс. тонн ферментов в год. Ненасыщенность российского и мирового рынка ведет к увеличению внутреннего спроса и экспортного потенциала, что дает компании большой потенциал для роста производства. Среди российских предприятий, производящих ферменты для ветеринарии, молочной и мясной промышленности, можно отметить ОАО «Московский завод сычужного фермента», ЗАО «Завод эндокринных ферментов».

В 2014 году случилось очень значимое событие для российской ферментной промышленности: в Тамбовской области ввели в эксплуатацию ООО «Агрофермент» - первое за долгие годы вновь открытое предприятие, выпускающее ферментные препараты. Мощность составила около 1000 тонн в год. Предприятие ориентировано на выпуск кормовых ферментов, что связано с запросом отечественных кормопроизводителей на новые кормовые добавки, способные: увеличить скорость прироста биомассы сельскохозяйственных животных путем повышения конверсии кормов; уменьшить количество отходов и, как следствие, снизить экологическую нагрузку. Построенный завод

обладает возможностью перенастраивать мощности и производить препараты для различных отраслей, в том числе, для хлебопроизводителей, спиртовой и молочной промышленности, выпуска целлюлозно-бумажных и текстильных изделий. Также существует возможность расширения спектра микроорганизмов-продуцентов промышленных ферментов путем создания технопарка на базе Мичуринского государственного аграрного университета.

Несмотря на эти события, российский рынок ферментов по-прежнему сильно зависит от иностранных производителей: на долю импортных ферментных препаратов приходится до 80 % кормовых ферментных препаратов и 100% ферментов для производства детергентов. Несмотря на то, что ведущие биотехнологические компании мира уже давно и в больших объемах поставляют на российский рынок свою продукцию, ни одна из этих компаний не организовала свое производство в России. Датские (Novozymes и Danisco), немецкие (Biozym), американские (Alltech) и китайские (Shandong Longda Bio-Products Co) компании являются крупнейшими поставщиками ферментов на российский рынок. Многие иностранные компании работают напрямую с российскими и иностранными производителями моющих средств. Так, Biozym GmbH поставляет ферменты для ООО «Хенкель Рус», Novozymes A/S – для Procter & Gamble, Danisco A/S – для Procter & Gamble, ОАО «Невская косметика».

Наибольший темп роста потребления ферментов показывает сельское хозяйство, так с 2009 до 2013 год доля этого сегмента возросла с 16 до 30 %. Это вызвано как ростом сельского хозяйства и животноводства в частности, так и необходимостью интенсифицировать процессы в выращивании птиц, свиней и крупного рогатого скота.

К сожалению, в пищевой промышленности Россия сильно отстает от западноевропейских стран по потреблению инновационных ферментных препаратов, в частности в хлебопечении, масложировой промышленности, мясной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Российский рынок ферментов. URL: <http://r-monitoring.ru/news/30>.

2 FAOSTAT. URL: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.

3 DiCosimo R., McAuliffe J., Pouloueb A.J., Bohlmann G. Industrial use of immobilized enzymes // Chemycal society reviews. 2017. № 42. P. 6437-6474. doi 10.1039/C3CS35506C

Заключение

В общем, мировое промышленное использование ферментных препаратов за последнее десятилетие возросло в два раза. Причиной тому послужил запрос на так называемые углеродно-нейтральные технологии. Секвенирование геномов и прогресс в геномной инженерии вызвали значительное повышение разнообразия коммерческих ферментных препаратов – эффективных и при этом недорогих.

Российский рынок продолжает оставаться ненасыщенным – текущее предложение не в состоянии удовлетворить потребности российской комбикормовой и пищевой промышленности в ферментных препаратах. Ферментные препараты отечественных производителей пользуются спросом в кормопроизводстве, пищевые же промышленные предприятия отдают предпочтение импортной продукции. Среди иностранных производителей на российском рынке в 2016 году наибольший объем приходился на датские компании Novozymes и Danisco – 37 %, на втором месте Китай – 11%. В целом, ситуация в отечественной ферментной промышленности продолжает оставаться неутешительной, не в последнюю очередь, из-за слабой государственной поддержки предприятий такого рода. Наиболее значимыми предприятиями в отрасли ферментного производства в России на данный момент являются ООО «ПО«Сиббиофарм», НПЦ «АгроСистема», ООО «Агрофермент». В свете российской политики повышения продовольственной безопасности развитие отечественной ферментной промышленности является крайне актуальной задачей. Отчасти решению этой задачи способствует принятие «Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года» и формирование технологической платформы «БиоТех2030», но без комплексной государственной поддержки создание отечественного производства промышленных ферментов, способного конкурировать с мировыми лидерами, не представляется возможным.

4 Quehenberger J., Shen L., Albers S.V., Siebers B., Spadiut O. Sulfolobus - A Potential Key Organism in Future Biotechnology // Front Microbiol. 2017. №12. doi 10.3389/fmicb.2017.02474

5 Arantes V., Saddler J.N. Access to cellulose limits the efficiency of enzymatic hydrolysis: the role of amorphogenesis // Biotechnol Biofuels. 2010. № 3.

6 Banerjee G., Scott-Craig J.S., Walton J.D. Improving enzymes for biomass conversion: a basic research perspective // Bioenerg Res. 2010. № 3. P. 82–92.

7 Bommarius A.S., Blum J.K., Abrahamson M.J. Status of protein engineering for biocatalysts: how to design an industrially useful biocatalyst // Curr Opin Chem Biol. 2011. № 15. P. 194–200.

8 Dai X., Wang H., Zhang Z., Li K. et al. Genome sequencing of *Sulfolobus* sp. A20 from costa rica and comparative analyses of the putative pathways of Carbon, Nitrogen, and Sulfur metabolism in various *sulfolobus* strains // Front. Microbiol. 2016. № 7. doi: 10.3389/fmicb.2016.01902

9 Elleuche S., Schäfers C., Blank S., Schröder C. et al. Exploration of extremophiles for high temperature biotechnological processes // Curr. Opin. Microbiol. 2015. № 25. P. 113–119. doi: 10.1016/j.mib.2015.05.011

10 Du Y., Shi P., Huang H., Zhang X. et al. Characterization of three novel thermophilic xylanases from *Humicola insolens* Y1 with application potentials in the brewing industry // Bioresour Technol. 2013. №130. P. 161–167.

11 Turner P., Mamo G., Karlsson E.N. Potential and utilization of thermophiles and thermostable enzymes in biorefining // Microb Cell Fact. 2007. № 6. P. 916–917

12 Matsuzawa T., Kaneko S., Yaoi K. Improvement of thermostability and activity of *Trichoderma reesei* endo-xylanase Xyn III on insoluble substrates // Appl Microbiol Biotechnol. 2016. №100. P. 1–9.

13 Обзор рынка биотехнологий в России и оценка перспектив его развития. URL: <http://biotech2030.ru/obzor-rynka-biotekhnologij-v-rossii-i-otsenka-perspektiv-ego-razvitiya/>

REFERENCES

1 Rossiiskii rynek fermentov [Russia enzyme market] Available at: <http://r-monitoring.ru/news/30>. (in Russian)

2 FAOSTAT. URL: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.

3 DiCosimo R., McAuliffe J., Pouloueb A.J., Bohlmann G. Industrial use of immobilized enzymes. Chemycal society reviews. 2017. no. 42. pp. 6437–6474. doi 10.1039/C3CS35506C

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анна А. Толкачева аспирант, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, anna-biotech@yandex.ru
Дмитрий А. Черенков д.б.н., заместитель генерального директора по биотехнологическим проектам, ООО «Инновационный центр «Бирюч-Новые Технологии», (ГК ЭФКО), ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия, d.cherenkov@mail.ru

4 Quehenberger J., Shen L., Albers S.V., Siebers B., Spadiut O. *Sulfolobus* - A Potential Key Organism in Future Biotechnology. Front Microbiol. 2017. no. 12. doi 10.3389/fmicb.2017.02474

5 Arantes V., Saddler J.N. Access to cellulose limits the efficiency of enzymatic hydrolysis: the role of amorphogenesis. Biotechnol Biofuels. 2010. no. 3.

6 Banerjee G., Scott-Craig J.S., Walton J.D. Improving enzymes for biomass conversion: a basic research perspective. Bioenerg Res. 2010. no. 3. pp. 82–92.

7 Bommarius A.S., Blum J.K., Abrahamson M.J. Status of protein engineering for biocatalysts: how to design an industrially useful biocatalyst. Curr Opin Chem Biol. 2011. no. 15. pp. 194–200.

8 Dai X., Wang H., Zhang Z., Li K. et al. Genome sequencing of *Sulfolobus* sp. A20 from costa rica and comparative analyses of the putative pathways of Carbon, Nitrogen, and Sulfur metabolism in various *sulfolobus* strains. Front. Microbiol. 2016. no. 7. doi: 10.3389/fmicb.2016.01902

9 Elleuche S., Schäfers C., Blank S., Schröder C. et al. Exploration of extremophiles for high temperature biotechnological processes. Curr. Opin. Microbiol. 2015. no. 25. pp. 113–119. doi: 10.1016/j.mib.2015.05.011

10 Du Y., Shi P., Huang H., Zhang X. et al. Characterization of three novel thermophilic xylanases from *Humicola insolens* Y1 with application potentials in the brewing industry. Bioresour Technol. 2013. no. 130. pp. 161–167.

11 Turner P., Mamo G., Karlsson E.N. Potential and utilization of thermophiles and thermostable enzymes in biorefining. Microb Cell Fact. 2007. no. 6. pp. 916–917

12 Matsuzawa T., Kaneko S., Yaoi K. Improvement of thermostability and activity of *Trichoderma reesei* endo-xylanase Xyn III on insoluble substrates. Appl Microbiol Biotechnol. 2016. no. 100. pp. 1–9.

13 Обзор рынка биотехнологий в России и оценка перспектив его развития [Overview of the biotechnology market in Russia and evaluation of the prospects for its development]. Available at: <http://biotech2030.ru/obzor-rynka-biotekhnologij-v-rossii-i-otsenka-perspektiv-ego-razvitiya/> (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anna A. Tolkacheva graduate, department of biochemistry and biotechnology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, anna-biotech@yandex.ru
Dmitrii A. Cherenkov Dr. Sci. (Biol.), Deputy Director for bio-technological projects, LLC "Innovative center "Biryuch-New Technologies", CG EFKO, Belaya Vezha Str., 1, Malobykova, Belgorod region, 309927, Russia, d.cherenkov@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, ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия, korneeva-olgas@yandex.ru

Павел Г. Пономарев заместитель генерального директора по экономическому моделированию, ООО «Инновационный центр «Бирюч-Новые Технологии», (ГК ЭФКО), ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Дмитрий А. Черенков обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Ольга С. Корнеева консультация в ходе исследования

Павел Г. Пономарев консультация в ходе исследования

АКОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.11.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2017

Olga S. Korneeva Dr. Sci. (Biol.), professor, head of department, department of biochemistry and biotechnology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, korneeva-olgas@yandex.ru

Pavel G. Ponomarev Deputy Director for Economic Modeling, LLC "Innovative center "Biryuch-New Technologies", CG EFKO, Belaya Vezha Str., 1, Malobykova, Belgorod region, 309927, Russia

CONTRIBUTION

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

Dmitrii A. Cherenkov review of the literature on an investigated problem

Olga S. Korneeva consultation during the study

Pavel G. Ponomarev consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.15.2017

ACCEPTED 11.30.2017

Изучение влияния биостимуляторов на активность бактериальных и грибных гидролаз

Кристина В. Евдокимова	¹	biruch-nt@efko.ru
Яна А. Слащинуна	¹	biruch-nt@efko.ru
Георгий Г. Тумайкин	¹	biruch-nt@efko.ru
Анна А. Толкачева	²	anna-biotech@mail.ru
Дмитрий А. Черенков	¹	d.cherenkov@mail.ru

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

² ООО «Инновационный центр «Бирюч-Новые Технологии» (ГК ЭФКО), ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия

Реферат. Одним из перспективных направлений биотехнологии является биоконверсия растительного сырья, примером которой является твердофазное культивирование: выращивание микроорганизмов и высших грибов на растительном сырье с целью получения биологически активных веществ, в частности, целлюлаз. На данный момент существуют данные об исследованиях, посвященных методам усиления целлюлазной активности микроорганизмов путем модификации питательных сред: добавления витаминов, минеральных веществ, биорегуляторов. В представленной работе использовались штаммы микроорганизмов родов *Bacillus*, *Alternaria*, *Trichoderma*, способные к биодegradации целлюлозы, которые были получены из Всероссийской коллекции микроорганизмов. Данные культуры планируется использовать в качестве деструкторов клетчатки в подсолнечном шроте. В качестве усилителей целлюлолитической активности использовались биорегуляторы эпин (2,4-эпибрасинолид) и гетероауксин (β-индолилуксусная кислота). Для определения целлюлолитической активности были применены луночный метод на среде Гетчинсона с добавлением 10 г/л карбометилцеллюлозы, а также способность красителя конго-красный образовывать комплекс с целлюлозой. Оценкой наличия целлюлолитической активности служил диаметр зоны просветления вокруг лунок. Выявлено, что биорегулятор эпин в разведении 10⁻¹ проявил наибольшее усиление целлюлолитической активности. Далее была проведена твердофазная ферментация на среде на основе подсолнечного шрота. Проанализировав полученные в ходе экспериментов данные, можно сделать вывод о положительном влиянии биостимуляторов эпин и гетероауксин на целлюлолитическую активность *Alternaria alternate*, *Trichoderma reesei*, *Bacillus subtilis*, при этом максимальное воздействие оказывал эпин.

Ключевые слова: целлюлаза, целлюлолитическая активность, биостимулятор, эпин, гетероауксин

Study of the influence of biostimulants on the activity of bacterial and fungal hydrolases

Kristina V. Evdokimova	¹	biruch-nt@efko.ru
Yana A. Slashchinina	¹	biruch-nt@efko.ru
Georgii G. Tumaikin	¹	biruch-nt@efko.ru
Anna A. Tolkacheva	²	anna-biotech@mail.ru
Dmitrii A. Cherenkov	¹	d.cherenkov@mail.ru

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

² LLC "Innovative center "Biryuch-New Technologies", Belaya Vezha Str., 1, Malobykova, Belgorod region, 309927, Russia

Summary. One of the promising areas of biotechnology is the bioconversion of plant raw materials, an example of which is solid-phase cultivation: the cultivation of microorganisms and higher fungi on plant raw materials in order to obtain biologically active substances, for example, cellulases. At the moment, there are data on studies on methods of enhancing the cellulase activity of microorganisms by modifying nutrient media: the addition of vitamins, minerals, bioregulators. In this work, strains of microorganisms of the genera *Bacillus*, *Alternaria*, *Trichoderma* were used. These microorganisms are capable of biodegradation of cellulose and were obtained from the All-Russian Collection of Microorganisms. These cultures of microorganisms are planned to be used as destructors of cellulose in sunflower meal. Appinee (2,4-epibrassinolide) and heteroauxin (β-indolylacetic acid) bioregulators were used as amplifiers of cellulolytic activity. To determine the cellulolytic activity, the Hutchinson medium method with the addition of 10 g / l of carbomethylcellulose was used, and the ability of the Congo-red dye to form a complex with cellulose. The diameter of the bleaching zone around the wells served as an estimate of the presence of cellulolytic activity. It was found that the appine bioregulator in the dilution 10⁻¹ showed the greatest increase in cellulolytic activity. Further solid-phase fermentation was carried out on a medium based on sunflower meal. After analyzing the data obtained during the experiments, it can be concluded that the stimulant appine and heteroauxin have a positive effect on the cellulolytic activity of *Alternaria alternate*, *Trichoderma reesei*, *Bacillus subtilis*, with the maximum effect being on appine.

Keywords: cellulase, cellulolytic activity, biostimulant, appine, heteroauxin

Для цитирования

Евдокимова К.В., Слащинуна Т.В., Тумайкин Г.Г., Толкачева А.А., Черенков Д.А. Изучение влияния биостимуляторов на активность бактериальных и грибных гидролаз // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 204–209. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-204-209

For citation

Evdokimova K.V., Slashchinina Ja.A., Tumaikin G.G., Tolkacheva A.A., Cherenkov D.A. Study of the influence of biostimulants on the activity of bacterial and fungal hydrolases. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 204–209. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-204-209

Введение

Начало XXI века можно без преувеличения назвать эпохой биотехнологий, которые всё шире применяются в различных отраслях промышленности и науки.

Одним из основных направлений биотехнологии является применение ферментов (энзимов), которые являются белками-катализаторами, избирательно воздействующие и вызывающие многократное ускорение химических реакций.

В настоящее время ферменты применяют в составе синтетических моющих средств (для удаления загрязнений белковой, жировой природы, а также растительного происхождения); в производстве целлюлозно-бумажной продукции (отбеливание целлюлозы без применения хлора, вторичная утилизация целлюлозы); в пищевой промышленности (изготовление сыров и молока, не содержащего лактозу, мягчение мясного сырья, производство модифицированных жиров и масел); в производстве фармацевтических препаратов, комбикормов, текстиля.

Одним из перспективных направлений биотехнологии является биоконверсия растительного сырья. Популярность этого направления обусловлена прогрессирующим дефицитом невозобновляемых источников энергий и материалов.

Биоконверсия – это процесс переработки микроорганизмами сырья растительного происхождения, происходящий в аэробных или анаэробных условиях. Целлюлазы, как и многие другие биологически активные вещества, получают путем выращивания микроорганизмов и высших грибов на растительном сырье. Такой процесс является примером прямой биоконверсии растительного сырья – твердофазного культивирования.

Целлюлазами называют комплекс целлюлолитических ферментов, под действием которых происходит деструкция целлюлозы и ее производных до глюкозы и олигосахаридов. Во многих производствах, сырьем для которых служат отходы переработки растений, успешно применяют целлюлолитические ферменты. В таблице 1 приведены основные сферы применения целлюлаз.

Таблица 1.

Основные сферы применения целлюлаз

Table 1.

The main spheres of cellulase application

Область применения Application area	Способ применения Way of application
Пищевая промышленность Food industry	Экстракция и осветление соков, нектаров. Получение каротина и пищевых красителей. Размягчение сырья для виноделия. Добавка для омолаживания ячменя при пивоварении Extraction and clarification of juices, nectars. Preparation of carotene and food colorings. Softening of raw materials for winemaking. Additive for barley rejuvenation during brewing
Производство детергентов Manufacture of detergents	Энзимная добавка в синтетические моющие средства Enzyme additive in synthetic detergents
Текстильная промышленность Textile industry	Придание мягкости хлопчатобумажным тканям Softening of cotton fabrics
Целлюлозно-бумажная промышленность Pulp and paper industry	Размягчение целлюлозного сырья, отбеливание. Утилизация отходов Softening of cellulose raw materials, bleaching. Recycling
Сельское хозяйство Agriculture	Добавка к кормам, повышающая питательную ценность. Заготовка фуража Additive to feed, increasing nutritional value. Procurement of forage

Целлюлазы синтезируются исключительно микроорганизмами (бактериями, микроскопическими грибами и актиномицетами). Такие микроорганизмы, в большинстве своем, из всех компонентов питательных сред в качестве источника энергии используют только целлюлозу. В промышленности используется сравнительно небольшое количество видов микроорганизмов, в основном это штаммы грибов родов *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Phanerochaete*.

Проведенный анализ литературных данных показал, что ранее были проведены исследования, посвященные методам усиления целлюлазной активности микроорганизмов путем модификации

питательных сред: добавления витаминов, минеральных веществ, биорегуляторов. Также есть данные о повышении целлюлолитической активности базидиомицетов *Lentinus edodes* (Berk. Sing.) под действием 2,4-эпибрассинолид. В связи с эти целесообразными являются исследование стимулирующего действия эпина на целлюлолитическую активность микроскопических грибов и бактерий.

Нами было изучено влияние регуляторов роста на целлюлолитическую активность грибов и бактерий, в зависимости от концентрации и времени воздействия вещества.

Вещества данного класса используют для предотвращения полегания культур, повышения урожайности и качества выращиваемой продукции, ускорения созревания и лучшей завязываемости плодов.

Материалы и методы исследования

В работе использовались штаммы микроорганизмов родов *Bacillus*, *Alternaria*, *Trichoderma*, способные к биodeградации целлюлозы, которые были получены из Всероссийской коллекции микроорганизмов.

В качестве усилителей целлюлолитической активности использовались биорегуляторы эпин (2,4-эпибрассинолид) и гетероауксин (β -индолилуксусная кислота) в различных концентрациях. Основным действующим веществом в эпине является 2,4-эпибрассинолид – стрессовый адаптоген растений. Эпин является полностью синтетическим, но безопасным для растений. Действующее вещество гетероауксина – β -индолилуксусная кислота – образуется в растениях и влияет на их ростовые процессы.

Культивирование микроорганизмов проводили в колбах Эрленмейера объемом 250 мл на жидкой питательной среде на основе подсолнечного шрота, в качестве источника азота добавляли мочевины. Колбы со средой автоклавировали при температуре 121 °C на протяжении 20 мин, перед посевом охлаждали до комнатной температуры.

Для эксперимента применяли растворы эпина и гетероауксина в следующих разведениях: 10^{-1} , 10^{-6} , 10^{-7} . Каждый регулятор в каждом разведении добавляли в отдельную колбу со средой на основе шрота в количестве 1 мл.

Каждый штамм микроорганизмов выращивали на питательной среде на основе подсолнечного шрота с добавлением вышеуказанных биорегуляторов.

Для определения целлюлолитической активности были применены луночный метод на среде Гетчинсона с добавлением 10 г/л карбометилцеллюлозы (КМЦ), а также способность красителя конго-красный образовывать комплекс с целлюлозой.

Для бактерий рода *Bacillus* было произведено 3 параллельных эксперимента с различным временем культивирования на чашке Петри: 24, 48, 72 ч. В лунки вносили по 100 мкл суточного инокулята, инкубировали при 37 °C. После чего окрашивали среду 1% конго-красным, выдерживали 15 минут и смывали 1 М раствором NaCl. Оценкой наличия целлюлолитической активности служил диаметр зоны просветления вокруг лунок.

Аналогичный эксперимент проводился для грибов родов *Alternaria* и *Trichoderma* с измененным диапазоном времени культивирования – от 24 до 168 ч.

Для проведения твердофазной ферментации (ТФФ) в колбы объемом 250 мл помещали по 25 г подсолнечного шрота, доводили до влажности 40% дистиллированной водой, в качестве источника азота добавляли мочевины, закрывали фольгой и автоклавировали при температуре 121 °C на протяжении 20 мин.

Перед ТФФ микроорганизмы культивировали на жидкой питательной среде на основе подсолнечного шрота с добавлением эпина, разведение 10^{-1} . Бактерии рода *Bacillus* культивировали в течение 24 ч, при 37 °C, грибы родов *Alternaria* и *Trichoderma* – в течение 72 ч при температуре 30 °C. В каждую колбу добавляли по 1 мл полученного инокулята. После ферментации в образцах подсолнечного шрота определяли массовую долю сырой клетчатки (СК)

Результаты исследования и их обсуждение

Важным фактором, определяющим целлюлолитическую активность, является концентрация вносимого биорегулятора и время последующего культивирования. Результаты экспериментов с наилучшими показателями целлюлолитической активности – наибольшими диаметрами зон лизиса – представлены в таблице 2.

Наглядно данные таблицы, отражающие зависимость целлюлолитической активности от концентрации эпина, представлены на рисунках 1–3.

Таблица 2.

Максимальная целлюлолитическая активность исследуемых штаммов, выявленная в эксперименте

Table 2.

The maximum cellulolytic activity of the strains studied, revealed in the experiment

Микроорганизм Microorganism	Диаметр зон лизиса, мм The diameter of the lysis zones, mm		
	Эпин Appin	Гетероауксин Heteroauxin	Без стимулятора Without stimulant
p. <i>Bacillus</i>	35 (48 ч.)	22,25 (48 ч.)	12,25
p. <i>Alternaria</i>	38,75 (168 ч.)	32,25 (144 ч.)	29
p. <i>Trichoderma</i>	40 (168 ч.)	38 (120 ч.)	30,25

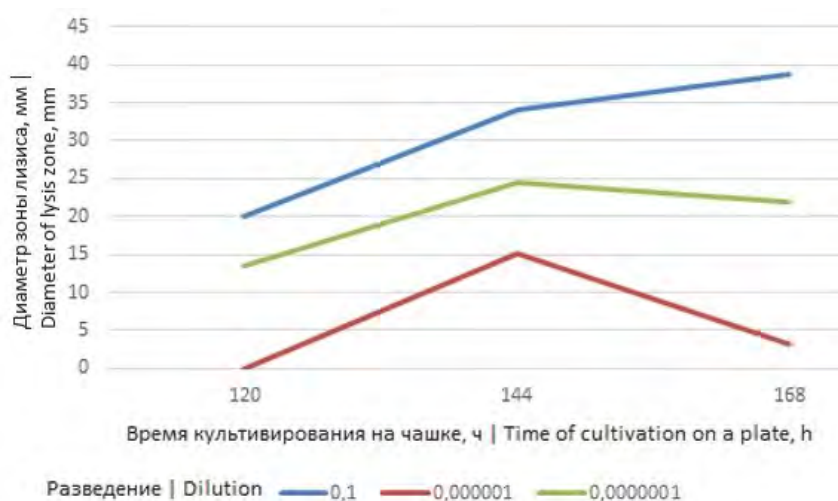


Рисунок 1. Зависимость диаметра зон лизиса грибов рода *Alternaria* от концентрации эпина в питательной среде
Figure 1. Dependence of the lysis zones diameter of *Alternaria* on the concentration of appine in a culture medium

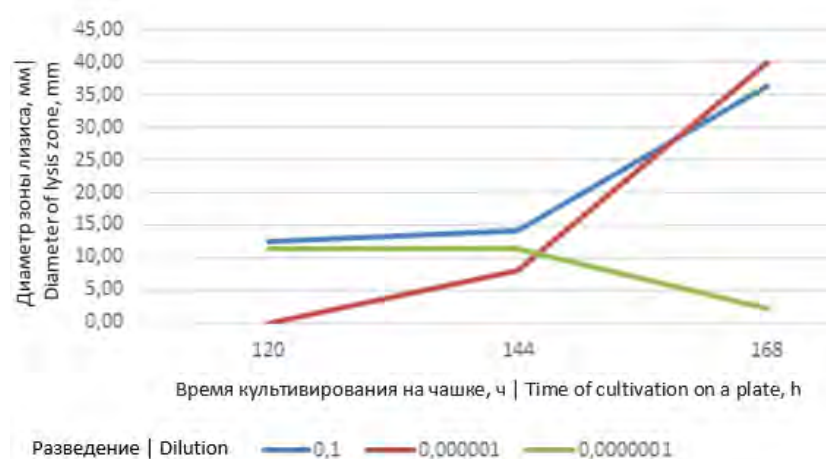


Рисунок 2. Зависимость диаметра зон лизиса грибов рода *Trichoderma* от концентрации эпина в питательной среде
Figure 2. Dependence of the lysis zones diameter of *Trichoderma* on the concentration of appine in a culture medium

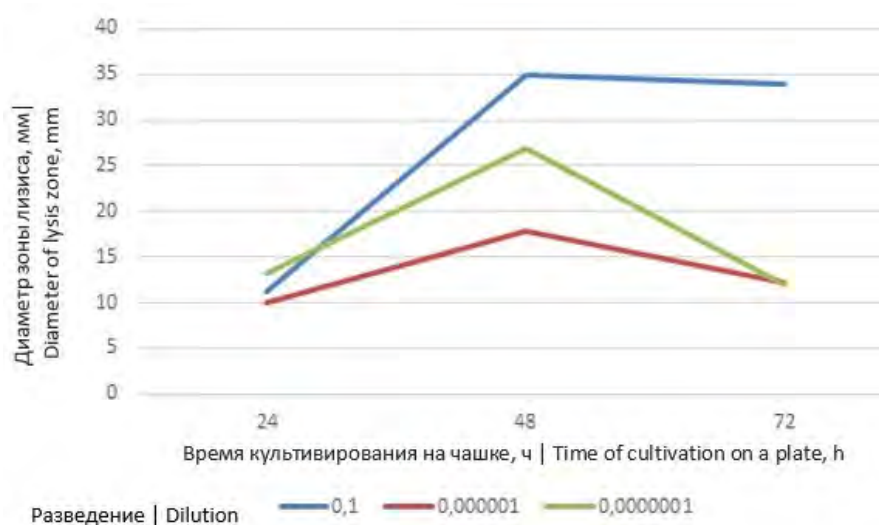


Рисунок 3. Зависимость диаметра зон лизиса бактерий рода *Bacillus* от концентрации эпина в питательной среде
Figure 3. Dependence of the lysis zones diameter of *Bacillus* on the concentration of appine in a culture medium

Из выше представленных рисунков видно, что биорегулятор эпин в разведении 10^{-1} проявил наибольшее усиление целлюлозолитической активности для бактерий рода *Bacillus* и грибов родов *Alternaria* и *Trichoderma*.

Далее была проведена твердофазная ферментация по схемам, продемонстрировавшим наибольшее усиление целлюлозной активности – максимальный диаметр зоны лизиса. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Содержание сырой клетчатки при твердофазном культивировании с добавлением эпина

Table 3.

The content of crude fiber in solid-phase cultivation with the addition of appine

Микроорганизм Microorganism	Содержание сырой клетчатки в подсолнечном шроте после ферментации The content of raw fiber in sunflower meal after fermentation		Содержание сырой клетчатки в исходном подсолнечном шроте The content of raw fiber in the initial sunflower meal
	Эпин, разведение 10^{-1} Appine, dilution 10^{-1}	Контроль Control	
<i>Alternaria alternata</i>	12,5	13,26	14,07
<i>Trichoderma reesei</i>	12,1	13,76	
<i>Bacillus subtilis</i>	13,4	11,37	

Заключение

Проанализировав полученные в ходе экспериментов данные можно сделать вывод о положительном влиянии биостимуляторов

эпин и гетероауксин на целлюлолитическую активность *Alternaria alternata*, *Trichoderma reesei*, *Bacillus subtilis*, при этом максимальное воздействие оказывал эпин.

ЛИТЕРАТУРА

1 Компанцев Д.В. и др. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)». Пятигорск: ПМФИ, 2015. С. 72.

2 Шевердин А.В. Создание и использование биотехнологий: история вопроса // Журнал российского права. 2012. С. 118–126.

3 Описание основных технологий производства целлюлазы. URL: <http://abercade.ru>.

4 ГОСТ 13496.2–91 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

5 Толкачева А.А., Черенков Д.А., Корнеева О.С. Скрининг продуцентов ферментов гидролаз в базе данных Национального центра биотехнологической информации (NCBI) // Актуальная биотехнология. 2015. № 3 (14). С. 63.

6 Толкачева А.А., Черенков Д.А., Корнеева О.С. Получение рекомбинантных ферментов: протеазы и липазы для использования в качестве компонентов кормовых добавок // Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы IX международного конгресса. 2017. С. 81–82.

7 Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

8 Аникеев В.В., Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Просвещение, 1983. 127 с.

9 Ngangi J., Pelealu J., Warouw J., Mandey L. Isolation and activity of cellulolytic bacteria isolated from hindgut of *Odontotermes* sp. subterranean termite on Wasian (*Elmerrelia celebica* L.) an Endemic Wood to North Sulawesi // International Journal of Science and Engineering Investigations. 2013. V. 2. № 22. P. 8–16.

10 Алимова Ф.К., Тухбатова Р.И., Тазетдинова Д.И. Методы определения гидролаз почв и почвенных микроорганизмов. Казань: Казанский университет, 2010. 67 с.

11 Усачева Р.В. Физиолого-биохимические особенности некоторых штаммов культивируемого гриба *Lentinus edodes*. (Berk. Sing.). Воронеж: ВГАУ, 2003. 128 с.

REFERENCES

1 Kompantsev D.V. et al. Metodicheskie rekomendatsii po osvoeniyu distsypliny "Biotehnologiya (v tom chisle bionanotekhnologii)" [Methodical recommendations for mastering the discipline "Biotechnology (including biotechnology)". Pyatigorsk, PMFI, 2015. pp. 72. (in Russian)

2 Sheverdin A.V. The creation and use of biotechnology: the history of the issue. *Zhurnal rossiiskogo prava* [Journal of Russian law] 2012. pp. 118–126. (in Russian)

3 Opisanie osnovnykh tekhnologii proizvodstva tsellyulazy [Description of the basic technologies of cellulase production] Available at: <http://abercade.ru>. (in Russian)

4 GOST 13496.2–91 Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metod opredeleniya syroi kletchatki [State standard 13496.2–91. Forage, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Method for the determination of crude fiber] Moscow, IPK Publishing House of Standards, 2002. (in Russian)

5 Tolkacheva A.A., Cherenkov D.A., Korneeva O.S. Screening of producers of hydrolase enzymes in the database of the National Center for Biotechnological Information (NCBI). *Aktual'naya biotekhnologiya* [Current biotechnology] 2015. no. 3 (14). pp. 63. (in Russian)

6 Tolkacheva A.A., Cherenkov D.A., Korneeva O.S. Preparation of recombinant enzymes: proteases and lipases for use as components of feed additives. *Biotehnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya* [Biotechnology: state and development prospects. Materials of the IX International Congress] 2017. pp. 81–82. (in Russian)

7 Zvyagintsev D.G. Metody pochvennoi mikrobiologii I biokhimii [Methods of soil microbiology and biochemistry] Moscow, Izdatel'stvo MGU, 1991. 304 p. (in Russian)

8 Anikeev V.V., Lukomskaya K.A. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii [Guide to practical exercises in microbiology] Moscow, Prosveshchenie, 1983. 127 p. (in Russian)

9 Ngangi J., Pelealu J., Warouw J., Mandey L. Isolation and activity of cellulolytic bacteria isolated from hindgut of *Odontotermes* sp. subterranean termite on Wasisian (*Elmerelia celebica* L.) an Endemic Wood to North Sulawesi. International Journal of Science and Engineering Investigations. 2013. vol. 2. no. 22. pp. 8–16.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кристина В. Евдокимова инженер-биотехнолог, ООО «Инновационный центр «Бирюч-Новые Технологии», (ГК ЭФКО), ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия, biruch-nt@efko.ru

Яна А. Слащинуна инженер-биотехнолог, ООО «Инновационный центр «Бирюч-Новые Технологии», (ГК ЭФКО), ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия, biruch-nt@efko.ru

Георгий Г. Тумайкин инженер-биотехнолог, ООО «Инновационный центр «Бирюч-Новые Технологии», (ГК ЭФКО), ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия, biruch-nt@efko.ru

Анна А. Толкачева аспирант, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, anna-biotech@mail.ru

Дмитрий А. Черенков д.б.н., заместитель генерального директора по биотехнологическим проектам, ООО «Инновационный центр «Бирюч-Новые Технологии», (ГК ЭФКО), ул. Белая Вежа, 1, с. Малобыково, Белгородская обл., 309927, Россия, d.cherenkov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Кристина В. Евдокимова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Яна А. Слащинуна предложила методику проведения эксперимента

Георгий Г. Тумайкин обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Анна А. Толкачева корректировала рукопись до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Дмитрий А. Черенков консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.11.2017

10 Alimova F.K., Tukhatova R.I., Tazetdinova D.I. Metody opredeleniya gidrolaz pochv I pochvennykh mikroorganizmov [Methods of determination of hydrolases of soils and soil microorganisms] Kazan, Kazan University, 2010. 67 p. (in Russian)

11 Usacheva R.V. Fiziologo-biokhimicheskie osobennosti nekotorykh shtamov kul'tiviruемого гриба *Lentinus edodes*. (Berk. Sing.) [Physiological and biochemical features of some strains of cultivated fungus *Lentinus edodes*. (Berk. Sing.)] Voronezh, VGU, 2003, 128 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Kristina V. Evdokimova engineer-biotechnologist, LLC "Innovative center "Biryuch-New Technologies", CG EFKO, Belaya Vezha Str., 1, Malobykova, Belgorod region, 309927, Russia, biruch-nt@efko.ru

Yana A. Slashchinina engineer-biotechnologist, LLC "Innovative center "Biryuch-New Technologies", CG EFKO, Belaya Vezha Str., 1, Malobykova, Belgorod region, 309927, Russia, biruch-nt@efko.ru

Georgii G. Tumaikin engineer-biotechnologist, LLC "Innovative center "Biryuch-New Technologies", CG EFKO, Belaya Vezha Str., 1, Malobykova, Belgorod region, 309927, Russia, biruch-nt@efko.ru

Anna A. Tolkacheva graduate student, department of biochemistry and biotechnology, Voronezh state university of engineering technologies, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, anna-biotech@mail.ru

Dmitrii A. Cherenkov doctor of biological sciences, Deputy General Director for biotechnology projects, LLC "Innovative center "Biryuch-New Technologies", CG EFKO, Belaya Vezha Str., 1, Malobykova, Belgorod region, 309927, Russia, d.cherenkov@mail.ru

CONTRIBUTION

Kristina V. Evdokimova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yana A. Slashchinina proposed a scheme of the experiment

Georgii G. Tumaikin review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Anna A. Tolkacheva correct manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

Dmitrii A. Cherenkov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.26.2017

ACCEPTED 11.17.2017

Подходы к получению и применению микробной трансглутаминазы в эмульгированных мясо-растительных системах

Ирина А. Глотова¹ glotova-irina@yandex.ru
 Елена Е. Курчаева¹ alena.kurchaeva@yandex.ru
 Елена Ю. Ухина¹ uhina@bk.ru
 Алина О. Рязанцева¹ lyutikova_92@mail.ru

¹ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394086, Россия

Реферат. В технологии традиционных и новых форм пищи модификацию структуры белков проводят в двух противоположных направлениях – гидролитическая деструкция высокомолекулярных полимеров и искусственное создание полимерных структур высокой молекулярной массы. Для реализации второго направления используют препараты трансглутаминазы (протеин-глутамин γ -глутамилтрансфераза, НФ 2.3.2.13, ТГ). Основными механизмами воздействия являются реакции полимеризации, которые приводят к изменению гидрофобности белковых молекул. Основными катализируемыми реакциями являются ацильный перенос, связывание между глутаминовым и лизинным остатками белков и дезаминирование. Авторами проанализированы подходы к получению, свойства и исследовано совместное влияние температуры и pH на активность коммерческого препарата Revada TG 11 с применением энзиматического колориметрического теста. Исследованы комбинированные фаршевые системы на основе говядины, свинины, мяса птицы механической обвалки, а также с заменой части сырья на белково-углеводные композиции с препаратом Revada TG 11. Результаты использованы для разработки имитирующих мясные системы биополимерных композиций (ИМСБК), приближенных по структуре и свойствам к гелям, формируемым актином и миозином при экстрагировании из миофибрилл в условиях традиционных технологических процессов производства мясопродуктов – созревание, посол, тонкое измельчение мяса. В состав ИМСБК включены биоактивированная проращиванием мука люпина, препараты пищевых волокон, препарат трансглутаминазы Revada TG 11. Для баланса аминокислотного состава пищевой композиции использовали белковые компоненты вторичных сырьевых ресурсов при переработке молока – казеинат натрия, а также молочную сыворотку. Для практического использования рекомендованы следующие варианты внесения ИМСБК в состав мясных фаршевых эмульсий: в виде гидратированной биополимерной дисперсии при куттеровании; в виде предварительно термообработанного геля

Ключевые слова: трансглутаминаза, культивирование, ферментация, трансглутаминазная активность, мясо-растительные системы, биоактивированная люпиновая мука, белково-углеводные композиции

Approaches to the production and use of microbial transglutaminase in emulsified meat and vegetable systems

Irina A. Glotova¹ glotova-irina@yandex.ru
 Elena E. Kurchaeva¹ alena.kurchaeva@yandex.ru
 Elena Yu. Ukhina¹ uhina@bk.ru
 Alina O. Ryazantseva¹ lyutikova_92@mail.ru

¹ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, st. Michurina, 1, Voronezh, 394086, Russia

Summary. In the technology of traditional and new forms of food, the modification of structure of proteins is carry out in two opposite directions: the hydrolytic destruction of high-molecular polymers and the artificial creation of polymeric structures of high molecular mass. The transglutaminase preparations (protein-glutamine γ -glutamyltransferase, EC 2.3.2.13, TG) are used in practical work for realization of the second direction. The main mechanisms of action are polymerization reactions, which lead to a change in the hydrophobicity of protein molecules. The main catalyzed reactions are acyl transfer, binding between glutamine and lysine residues of proteins and deamination. The authors analyzed the approaches to the preparation, properties and studied the joint effect of temperature and pH on the activity of the commercial preparation Revada TG 11 with the application of an enzymatic colorimetric test. The authors studied combined stuffing systems based on beef, pork, poultry mechanical deboning, as well as replacing part of the raw material with protein-carbohydrate compositions with Revada TG 11. The results were used to develop simulated meat systems of biopolymer compositions (SMSBC), approximate in structure and properties to the gels formed by actin and myosin during extraction from myofibrils under the traditional technological processes of meat products production - maturation, salt curing, fine meat grinding. SMSBC includes lupine flour bio-activated by germination, a preparations of dietary fiber as well as a preparation of transglutaminase Revada TG 11. The protein components of the secondary raw materials during the processing of milk such as sodium caseinate, and also whey were used to balance the amino acid composition of the food systems. For practical use, the following options for SMSBC introducing into the composition of minced meat emulsions were recommended by the authors: in the form of hydrated biopolymer dispersion at cutting; in the form of a previously heat-treated gel.

Keywords: transglutaminase, cultivation, fermentation, transglutaminase activity, meat-plant systems, bioactivated lupine flour, protein-carbohydrate compositions.

Введение

Работы в области модификации структуры белков с применением экзогенных ферментных препаратов применительно к технологии традиционных и новых форм пищи ведутся в двух противоположных направлениях. С одной стороны – гидролитическая деструкция высокомолекулярных биополимеров (тендеризация низкосортного мясного сырья, повышение переваримости и усвояемости белковых продуктов, в том числе

для специализированного питания); с другой – искусственное создание полимерных структур высокой молекулярной массы за счет использования препаратов трансглутаминазы (протеин-глутамин γ -глутамилтрансфераза, НФ 2.3.2.13, ТГ).

В связи с высокой трудоемкостью выделения и очистки ТГ из животных источников усилия зарубежных исследователей в предшествующее десятилетие были направлены на поиск продуцентов и разработку промышленной биотехнологии

Для цитирования

Глотова И.А., Курчаева Е.Е., Ухина Е.Ю., Рязанцева А.О. Подходы к получению и применению микробной трансглутаминазы в эмульгированных мясо-растительных системах // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 210–219. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-210-219

For citation

Glotova I.A., Kurchaeva E.E., Ukhina E.Yu., Ryazantseva A.O. Approaches to the production and use of microbial transglutaminase in emulsified meat and vegetable systems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 210–219. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-210-219

получения микробных ТГ, удовлетворяющих требованиям пищевой промышленности по соотношению «степень очистки – себестоимость коммерческих препаратов».

Ассортимент препаратов ТГ на отечественном рынке комплексных пищевых добавок, в соответствии с терминологией Технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», представлен коммерческими марками фирм-производителей из Китая – BioBond («Shanghai Kinry Pharmaceutical Co., Ltd.»), Японии – АКТИВА («Аджиномото Ко. Инк.»), Западной Европы – Probind TX, Revada TG (BDF Natural Ingredients, Испания). В сопроводительных документах представлены краткие рекомендации по условиям использования препаратов ТГ при переработке разных видов сельскохозяйственного сырья, преимущественно животного происхождения, относительно температуры и pH среды. Сведения о продуцентах и биотехнологических процессах получения, выделения и очистки ТГ из микробных источников весьма ограничены, нуждаются в анализе и систематизации [1–3].

Цель работы – проанализировать подходы к получению, свойства и исследовать совместное влияние факторов внешней среды на активность коммерческого препарата Revada TG 11 с позиций последующей разработки имитирующих мясные системы биополимерных композиций

(ИМСБК), приближенных по структуре и свойствам к гелям, формируемым актином и миозином при экстрагировании из миофибрилл в условиях традиционных технологических процессов производства мясопродуктов – созревание, посол, тонкое измельчение мяса.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили:

— биосистемы растительного происхождения в виде комплексов биополимеров, макро-, микроэлементов, витаминов, других биологически активных веществ в их естественном соотношении (биоактивированная мука из семян люпина сорта Гамма), выбор которых обоснован рекомендациями [4, 5];

— концентрированные формы балластных веществ при переработке растительного сырья в виде препаратов пищевых волокон с различными коммерческими названиями, характеристика которых, по данным [6], представлена в таблице 1;

— коммерческие препараты вспомогательных технологических средств, обладающих протеин-глутамин γ -глутамилтрансферазной активностью, в частности, препарат Revada TG 11 (производитель BDF Natural Ingredients, Испания), при совместном использовании в составе гидратированных белково-углеводных композиций;

— комбинированные фаршковые системы на основе говядины, свинины, мяса птицы механической обвалки и с заменой части сырья на белково-углеводные композиции с препаратом Revada TG 11.

Таблица 1.

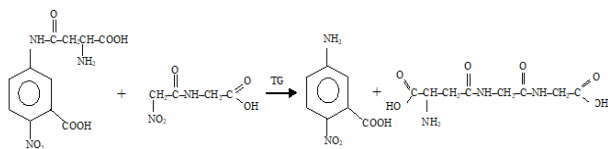
Сравнительная характеристика различных видов клетчаток Витацель

Table 1.

Comparative characteristics of various types of fibers Vitacel

Показатель Index	Вид клетчатки Витацель Type of fiber Vitacel						
	WF-200R пшеница wheat	WF-400R пшеница wheat	WF-600R пшеница wheat	HF 401 овес oats	PF 200 растительная vegetable	AF 400 яблоко Apple	AF 12 яблоко Apple
Цвет Colour	белый white			бело-серый white-gray		светло-коричный light cinnamon	
Структура Structure	Волокно Fiber					Частицы волокон Fiber particles	Частицы волокон грубого помола Fiber particles coarsely ground
Содержание балластных веществ, % The content of ballast substances, %	≥97	≥97	≥97	≥90	≥88	≥60	≥60
Средняя длина волокон, мкм Average length of fibers, microns	250	500	80	350	160	300	900
Насыпная масса, г/дм³ Bulk density, g/dm³	85	50	220	350	160	450	460
Водосвязывающая способность, % Water-binding capacity, %	830	1050	550	350	1200	500	500
Жирсвязывающая способность, % Adhesive ability, %	690	1100	370	250	450	-	-
Энергетическая ценность, кДж/100г Energy value, kJ/100g	0.37			0.25	0.54	5.77	4.85

Активность ТГ определяли с помощью энзиматического колориметрического теста в соответствии с рекомендациями [7]. В основе метода лежит каталитическая реакция переноса глутаминовой кислоты на акцептор, подобный глицил-глицину, с образованием 5-амино-2-нитробензоата в соответствии со схемой:



При этом скорость образования 5-амино-2-нитробензоата прямо пропорциональна активности трансглутаминазы. Количественную идентификацию продукта реакции проводили на фотоэлектроколориметре КФК-2 при $\lambda = 405$ нм. Для расчета использовали прямо пропорциональную зависимость между поглощением при указанной длине волны и активностью ТГ.

Для расчета целевой активности (ТГ, ед./г) использовали формулу:

$$ТГ = (A_1 - A_2) \times K,$$

где A_1 и A_2 – оптическая плотность испытуемого раствора соответственно при первом измерении и проведенном через одну минуту после первого; K – коэффициент пересчета, зависящий от условий проведения измерений; при данных концентрациях реагентов $K = 1158$ ед./л).

Центральное композиционное ротационное планирование эксперимента (ЦКРП) проводили по плану ПФЭ 2^2 . В качестве основных факторов были выбраны: x_1 – температура, °С; x_2 – реакция среды, pH. Эти факторы совместимы и не коррелированы между собой. Критерием оценки влияния выбранных факторов была выбрана y – активность фермента, ед./г. Порядок опытов рандомизировали посредством таблицы случайных чисел, что исключает влияние неконтролируемых параметров на результаты эксперимента [8, 9].

При обработке экспериментальных данных использовали рекомендации, изложенные в ГОСТ 50779.21 [10]. В нем описаны основные способы и процедуры определения статистических характеристик нормально распределенных данных. Программным средством реализации обработки служил пакет «STATISTICA», включающий набор процедур построения плана многофакторного эксперимента, анализа полученных данных и выявления вида зависимости между входными факторами и выходными параметрами.

Для исследования микроструктуры мясных и мясо-растительных эмульсий использовали классические морфологические методы [11].

Образцы, предназначенные для исследования, фиксировали в растворе нейтрального формалина с объемной долей 10%. Обезжизвляние образцов проводили в спиртах восходящей концентрации, затем образцы заливали в гомогенизированную парафиновую среду HISTOMIX. Для окрашивания использовали гематоксилин-эозин, в качестве ядерного красителя применяли квасцовый гематоксилин Бёмера, в качестве основного – спиртовой эозин. Изготовление срезов проводили на микротоме МПС-2, для просмотра и съемки полученных изображений использовали цифровую фотоустановку, смонтированную на базе отечественного микроскопа БИОМЕД-5 и цифровой фотокамеры CANON.

Результаты и обсуждение

Микробная трансглутаминаза (ТГ) – фермент класса трансфераз, популярный у производителей пищевой продукции как «биоинструмент», позволяющий целенаправленно изменять функциональные свойства белка в пищевых системах. Основными механизмами воздействия являются реакции полимеризации, которые приводят к изменению гидрофобности белковых молекул в соответствии с приведенными авторами [1, 2, 12] схемами реакций ацильного переноса, связывания между глутаминовым и лизиновым остатками белков и дезаминирования.

В качестве источника препарата микробной ТГ разными исследователями были апробированы штаммы-продуценты *S. griseocarneum*, *S. cinnamomeum*, *S. mobaraense* (табл. 2), однако в промышленных масштабах наиболее эффективно используется бактериальная экспрессивная система *S. mobaraense*. Основными стадиями процесса промышленного получения моноферментного препарата микробной ТГ (рисунок 1) являются культивирование посевного материала в течение 48 ч, при этом в качестве источника углерода используют глюкозу, а в качестве источника азота – пептон; ферментация в условиях, представленных в таблице 2. Дозировка посевного материала составляет 1–2% к объему культуральной жидкости в ферментере. Жидкую фракцию культуральной жидкости отделяют центрифугированием с последующей очисткой, однако стадии ультрафильтрации, гelfильтрации и ионного обмена более применимы для препаративного выделения и исследования препаратов ферментов. В качестве наполнителя при получении коммерческих препаратов трансглутаминазы широко используется мальтодекстрин. Известное положительное действие мальтодекстрина в технологии мясopодуKтов состоит в ускорении процесса диффузии соли в мышечную ткань, стимуляции процессов связывания влаги белковыми структурами и образовании ароматобразующих соединений [13].

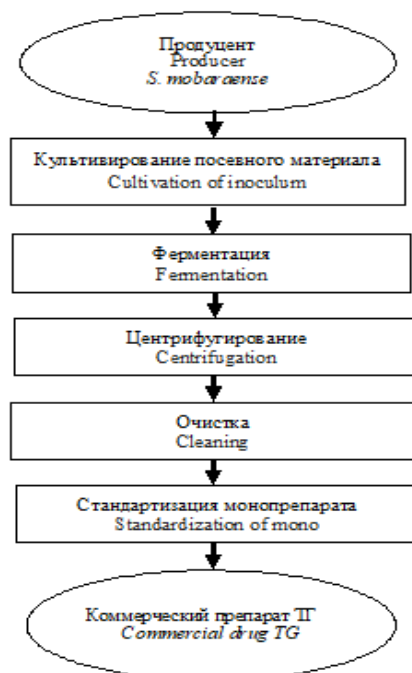


Рисунок 1. Схема получения коммерческого препарата трансклутаминазы

Figure 1. Scheme of preparation of a commercial preparation of transglutaminase

С целью обоснования рекомендаций по использованию препарата ТГ для модификации поликомпонентных мясо-растительных эмульгированных субстратов на первом этапе были проведены однофакторные эксперименты по исследованию влияния температуры и pH

среды на активность ТГ в составе препарата Revada TG 11. Выбранная нижняя граница температурного интервала (рисунок) соответствует технологически целесообразным значениям данного параметра на этапе куттерования при получении фаршевых эмульсий.

Таблица 2.

Данные о культивировании микробных источников ТГ

Table 2.

Data on the cultivation of microbial sources of TG

Штаммы-продуценты Strains-producers	Условия культивирования Conditions for cultivation		Авторы и год публикации Authors and year of publication
	Температура, °C	pH среды	
<i>S. griseocarneum</i> <i>S. cinnamomeum</i> <i>S. mobaraense</i>	30	7,0*	Gerber U., Jucknischke U., Putzien S., Fuchsbaue H.L., 1994
<i>S. cinnamomeum</i>	28	7,0–7,4**	Junqua M., Duran R., Gancet C., Goulas P., 1997
<i>S. mobaraense</i>	28	6,5**	Zhu Y., Tramper J., 2008

Примечание. * – стабильное значение; ** – регулирование во время биосинтеза

Note. * – stable value; ** – regulation during biosynthesis

На рисунках 2–3 представлены зависимости активности трансклутаминазы от температуры и реакции среды, вид и выявленные экстремумы которых согласуются с более ранними результатами исследования физико-химических свойств микробной трансклутаминазы (Н.В. Мотина, 2007). Важное значение имеют условия инактивации ферментного препарата в процессе термической обработки продукта при доведении его до кулинарной готовности. Для определения условий инактивации трансклутаминазы раствор, содержащий

ферментный препарат, инкубировали в течение 10 мин в термостате в интервале температур 50–75 °C с шагом 5 °C. Установлено, что полная инактивация трансклутаминазы «REVADA TG 11» при температуре 70 °C происходит в течение 20 мин, при температуре 75 °C – в течение 7 мин.

Для исследования взаимодействия температуры и pH среды в качестве основных факторов, влияющих на активность трансклутаминазы, были применены математические методы планирования эксперимента. Результаты представлены в таблице 3.

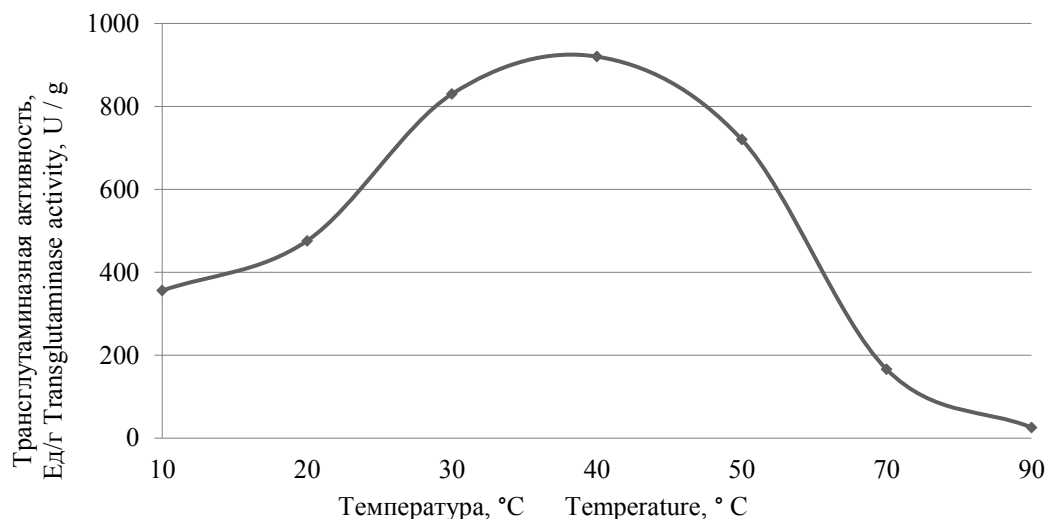


Рисунок 2. Зависимость активности трансклутаминазы от температуры

Figure 2. Dependence of the activity of transglutaminase on temperature

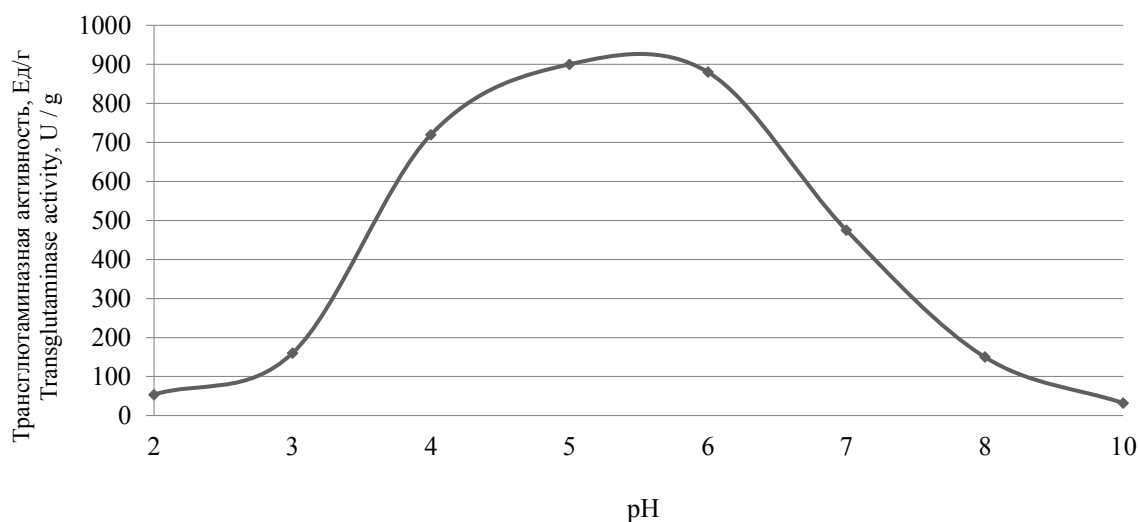


Рисунок 3. Влияние реакции среды на активность трансклутаминазы

Figure 3. Influence of the reaction of the medium on the activity of transglutaminase

Таблица 3.

Матрица Центрального Композиционного Ротatable Плана

Table 3.

Matrix of the Central Composite Rotatable Plan

Номер опыта Number of experience	Кодированные значения факторов Coded factor values		Натуральные значения факторов The natural values of factors		Функция отклика Response function
	X ₁	X ₂	x ₁ , C	x ₂ , pH	
1	+	+	60	8	112
2	-	+	20	8	610
3	+	-	60	4	504
4	-	-	20	4	640
5	+1,41	0	68,2	6	95
6	-1,41	0	11,8	6	65
7	0	+1,41	40	8,82	180
8	0	-1,41	40	3,18	830
9	0	0	40	6	886
10	0	0	40	6	890
11	0	0	40	6	891
12	0	0	40	6	890
13	0	0	40	6	887

В результате статистической обработки экспериментальных данных по известной методике получено уравнение регрессии, адекватно описывающее зависимость активности ферментного препарата от исследуемых факторов:

$$Y = 89,687x_1 + 618,966x_2 - 2,263x_1x_2 - 0,905x_1^2 - 37,045x_2^2 - 3088,56 \quad (1)$$

Анализируя полученное уравнение, приходим к выводу, что на ферментативную активность наибольшее влияние оказывает реакция среды, в 7 раз меньшее значение для изменения величины активности фермента имеет температуры среды. Причем, следует отметить, что оба входных фактора «положительно» влияют на увеличение активности фермента, т. к. коэффициенты уравнения регрессии – положительны, то с возрастанием значений температуры и реакции среды значение активности фермента будет увеличиваться, пока не достигнет своего максимального значения. Коэффициенты уравнения, находящиеся при произведении ($x_1 \cdot x_2$), имеют несколько меньшие значения по сравнению с коэффициентами при x_1 и x_2 , что свидетельствует о том, что совместное, влияние входных факторов на значение выходного параметра – ниже и носит «отрицательный» характер. А также, несмотря на то, что уравнение (1) является квадратичным полиномом, однако, коэффициенты при его членах во второй степени незначительны, что несущественно отражается на величине выходного параметра (оптимальное значение активности).

Поверхность отклика, описываемая уравнением (1), представлена на рисунке 4. Максимальное значение в области эксперимента имеет функция отклика при значениях $x_1 = 0$, $x_2 = 0$ в кодированных значениях переменных.

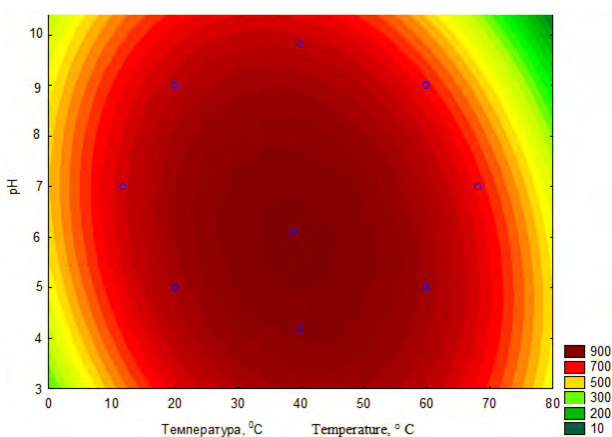


Рисунок 4. Области равных значений активности фермента в качестве функции отклика

Figure 4. Areas of equal values of enzyme activity as an off-clique function

Переходя от кодированных значений факторов к натуральным, получаем оптимальные условия для действия транскламиназы: $x_1 = 40$ °C; $x_2 = 6,0$ ед. рН. При этом функция отклика у приобретает значение 888,0 ед./г.

Полученные результаты использованы при обосновании способов внесения белково-углеводных композиций в состав мясо-растительных эмульсий. С учетом современных тенденций развития отрасли животноводства в структуре АПК и популярности продуктов переработки мяса сельскохозяйственных животных и птицы у потребителей, в качестве модельной мясной системы использовали фаршевую эмульсию состава: говядина высшего сорта – свинина полужирная в соотношении 1:1. На следующем этапе в эмульсию вводили мясо птицы механической обвалки и имитирующую мясную систему биополимерную композицию (ИМСБК) с получением соотношения компонентов 1:1,5:1,75:0,75.

В состав ИМСБК входили биоактивированная проращиванием мука люпина при гидратации 1:1, гидратированные пищевые волокна Витацель WF-200R из перечня, приведенного в табл. 1, препарат транскламиназы Revada TG 11. Для баланса аминокислотного состава пищевой композиции использовали белковые компоненты вторичных сырьевых ресурсов при переработке молока – казеинат натрия, а также молочную сыворотку, перспективы которой как «универсального биоэкосырья» в комбинированных пищевых системах, по терминологии, введенной академиком А.Г. Храмовым, доказаны рядом авторов [14, 15].

Для практической апробации использовали следующие варианты внесения ИМСБК в состав мясных фаршевых эмульсий:

- 1) в составе виде гидратированной биополимерной дисперсии при куттеровании;
- 2) в виде предварительно термообработанного при 40 °C геля.

При анализе структурной организации фаршевых систем применяли методы световой микроскопии в тонких срезах для выявления равномерности распределения составных частей фарша, их взаимоструктурированности, а также количественного соотношения. Специфические особенности микроструктуры фаршей представлены на рисунках 5–6.

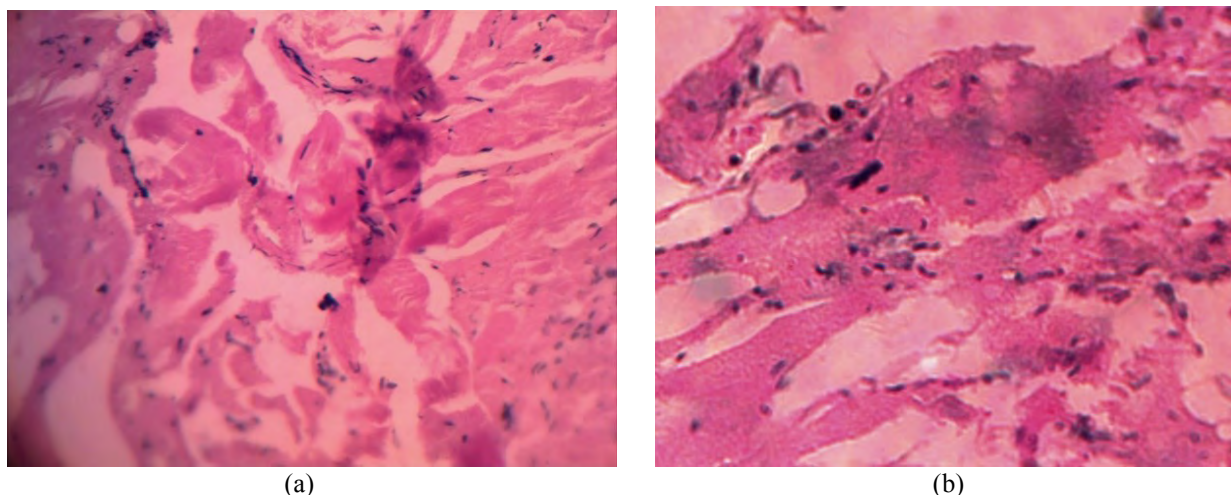


Рисунок 5. Гистоархитектоника контрольных образцов фаршевых систем; окраска гематоксилин-эозин, ув. х 100: (a) – без внесения растительных компонентов; (b) – с гидратированной люпиновой мукой

Figure 5. Histoarchitectonics of control samples of farce systems; coloring of hematoxylin-eosin, uv. x 100: (a) – without the introduction of plant components; (b) – with hydrated lupine flour

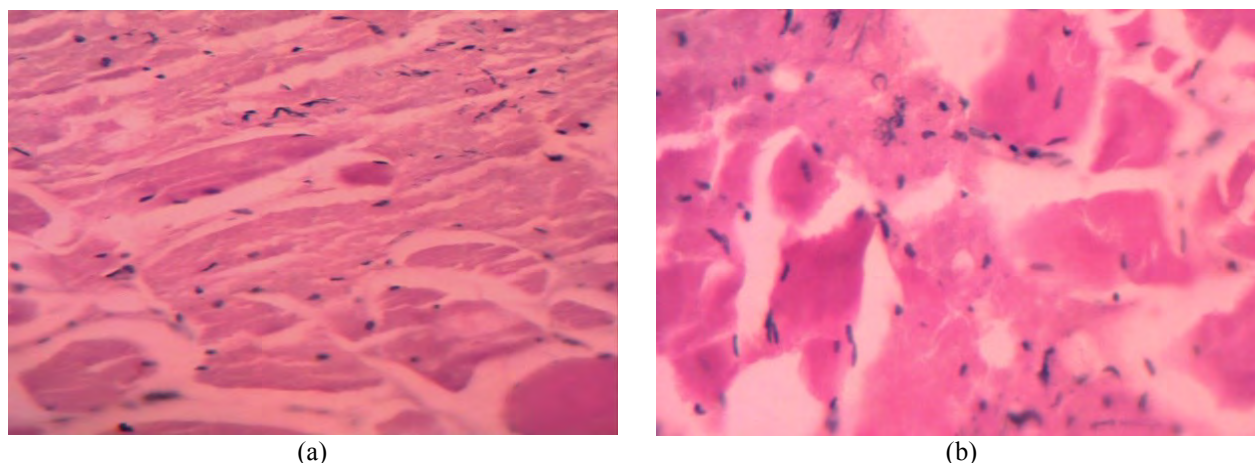


Рисунок 6. Гистоархитектоника образцов фаршевых систем с белково-углеводной композицией; окраска гематоксилин-эозин, ув. х 100: (a) – в виде гидратированной биополимерной дисперсии при куттеровании; (b) – в виде предварительно термообработанного при 40 °С геля

Figure 6. Histoarchitectonics of samples of minced systems with protein-carbohydrate composition; coloring of hematoxylin-eosin, uv. x 100: (a) – in the form of hydrated biopolymer dispersion at cuttering; (b) – in the form of pre-heat-treated at 40° C of the gel

В контрольном образце фарша (рисунок 5а) наблюдаются разрозненные частицы мышечной различных размеров, четко прослеживаются фрагменты соединительной ткани. В аморфном веществе комбинированного мясо-растительного фарша с гидратированной люпиновой мукой (рисунок 5b) присутствуют довольно крупные микропустоты удлиненной формы, которые придают фаршу рыхлую консистенцию, негативно влияющую на внешний вид готового продукта. В образцах мясного фарша с применением транглутаминазы в составе ИМСБК (рисунок 6) наблюдается более уплотненная структура фаршевой системы. Объективно это выражается в уменьшении пространства между

волокнами и фрагментами волокон мышечной такни, что свидетельствует о улучшении структуры мясной системы. В образце с применением гидратированной биополимерной системы (рисунок 6а) наблюдается явление адгезии между измельченными фрагментами мышечной ткани. Микропустоты между частицами фарша приняли сетчатую структуру, что, в свою очередь, по сравнению с контрольными образцами (рисунок 5) уменьшает рыхлость фаршевой эмульсии. При внесении ИМСБК в виде геля фаршевая система становится однородной, основная ее часть тонко измельчена. Отдельные фрагменты мышечной и рыхлой соединительной ткани достигают 0,3–0,4 мм.

Значительная часть мышечных волокон представлена в виде мелкозернистой белковой деструктивной массы. Прослеживаются небольшие включения измельченных фрагментов жировой ткани, не более 2%. Этот образец отличается от предыдущих улучшенной структурой, что позволяет прогнозировать улучшение функционально-технологических свойств фаршевой системы на последующих стадиях технологической обработки.

Заключение

Перспективным подходом в производстве традиционных и новых форм пищи является использование препаратов транsgлутаминазы (ТГ) из микробных источников. На отечественном рынке представлены коммерческие марки ТГ фирм-производителей из Китая, Японии, Испании. Анализ сведений о продуцентах показывает, что в странах Европы преимущественно используют бактериальную экспрессивную систему *S. mobaraense*. Промышленный процесс получения коммерческих препаратов реализуется на стадиях: культивирование посевного материала – ферментация – отделение и очистка жидкой фракции культуральной жидкости –

стандартизация препарата с использованием мальтодекстрина, который дополнительно стимулирует процессы массообмена в мясных системах, связывание влаги и способствует образованию ароматобразующих соединений.

С помощью энзиматического колориметрического теста и обработки экспериментальных данных программными средствами STATISTICA установлены оптимальные условия для действия транsgлутаминазы в составе коммерческого препарата Revada TG11: температура = 40 °С; pH 6,0. При этом целевая активность препарата составляет 888,0 ед./г.

Полученные результаты использованы при обосновании способов внесения белково-углеводных композиций в состав мясо-растительных эмульсий. Целесообразно использовать следующие варианты внесения имитирующих мясную систему биополимерных композиций (ИМСБК) в состав мясных фаршевых эмульсий с позиций равномерности распределения составных частей фарша, их взаимоструктурированности: в составе виде гидратированной биополимерной дисперсии при куттеровании; в виде предварительно термообработанного при 40 °С геля.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Kieliszek M., Misiewicz A. Microbial transglutaminase and its application in the food industry. A review // Folia Microbiol. 2014. № 59. P. 241. URL: <https://doi.org/10.1007/s12223-013-0287-x> /
- 2 Shleikin A.G., Danilov N.P. Evolutionary-biological peculiarities of transglutaminase. Structure, physiological functions, application // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2011. V. 47. № 1. P. 1–14.
- 3 Shleikin A.G., Zhilinskaya N.T., Barakova N.V., Danilov N.P. et al. Structure properties of stirred yoghurt made with transglutaminase and amaranth // Carpathian Journal of Food Science and Technology. 2016. V. 8. № 2. P. 71–80.
- 4 Khalid I. I., Elhardallou S. B., Gobouri A.A. Amino Acid Composition and Physicochemical Properties of Bitter Lupine (*Lupinus termis*) Seed Flour. // Orient. J. Chem. 2016. V. 32(6). URL: <http://www.orientjchem.org/?p=26069>.
- 5 Bhardwaj H. L., Hamama A.A. Cultivar and Growing Location Effects on Fatty Acids and Minerals in White Lupin Sprouts // ISRN Agronomy. 2012. V. 2012. P. 5. doi:10.5402/2012/232349.
- 6 Прянишников В.В. Белки и пищевые волокна в технологии мясных продуктов // Мясная индустрия. 2013. № 5. С. 36–37.

7 Мотина Н.В., Нефедова Н.В. Экспресс-метод определения активности транsgлутаминазы // Материалы конф., посв. памяти П.Ф. Дьяченко. 2006. С. 87–89.

8 Мастицкий С.Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований. Минск: РУП "Институт рыбного хозяйства", 2009. 76 с.

9 Дерканосова Н.М., Журавлев А.А., Сорокина И.А. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2011. 196 с.

10 ГОСТ 50779. 21 -2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 35 с.

11 Сулейманов С.М., Шапошников И.Т., Авдеев В.В. и др. Методы морфологических исследований: метод. пособие. Воронеж: ВГАУ, 2012. 103 с.

12 Dimakopoulou-Papazoglou D., Katsanidis E. Effect of Maltodextrin, Sodium Chloride, and Liquid Smoke on the Mass Transfer Kinetics and Storage Stability of Osmotically Dehydrated Beef Meat // Food and Bioprocess Technology. 2017. V. 10(4).

13 Camolezi Gaspar A.L., Góes-Favoni S.P. Action of microbial transglutaminase (MTGase) in the modification of food proteins: A review // Food Chemistry. 2015. V. 171. P. 315–322. URL: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2014.09.019>.

14 Evdokimov I.A., Titov S.A., Polyansky K.K., Saiko D.S. Ultrafiltration concentrating of curd whey after electroflotation treatment // Foods and Raw Materials. 2017. V. 5. № 1. P. 131–136.

15 Gorlov I.F., Khramtsov A.G., Titov S.A., Glotova I.A. High tech of controlled pumping into whole muscle meat food // Modern Applied Science. 2015. V. 9. № 10. P. 27–33.

REFERENCES

1 Kieliszek M., Misiewicz A. Microbial transglutaminase and its application in the food industry. A review. Folia Microbiol. 2014. no. 59. pp. 241. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12223-013-0287-x> /

2 Shleikin A.G., Danilov N.P. Evolutionary-biological peculiarities of transglutaminase. Structure, physiological functions, application. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2011. vol. 47. no 1. pp. 1–14.

3 Shleikin A.G., Zhilinskaya N.T., Barakova N.V., Danilov N.P. et al. Structure properties of stirred yoghurt made with transglutaminase and amaranth // Carpathian Journal of Food Science and Technology. 2016. vol. 8. no. 2. pp. 71–80.

4 Khalid I. I., Elhardallou S. B., Gobouri A.A. Amino Acid Composition and Physicochemical Properties of Bitter Lupine (*Lupinus termis*) Seed Flour. Orient. J. Chem. 2016. vol. 32(6). Available at: <http://www.orientjchem.org/?p=26069>.

5 Bhardwaj H. L., Hamama A.A. Cultivar and Growing Location Effects on Fatty Acids and Minerals in White Lupin Sprouts. ISRN Agronomy. 2012. vol. 2012. pp. 5. doi:10.5402/2012/232349.

6 Pryanishnikov V.V. Proteins and dietary fibers in the technology of meat products. *Myasnaya industriya* [Meat Industry] 2013. no. 5. pp. 36–37. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Глотова д.т.н., профессор, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1 Воронеж, 394086, Россия, glotova-irina@yandex.ru

Елена Е. Курчаева к.т.н., доцент, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1 Воронеж, 394086, Россия, alena.kurchaeva@yandex.ru

Елена Ю. Ухина к.т.н., доцент, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1 Воронеж, 394086, Россия, uhina@bk.ru

7 Motina N.V., Nefedova N.V. Express method for determining the activity of transglutaminase. Materialy konferentsii pamyati P.F. D'yachenko [Materials of Conf., Cons. memory of P.F. Dyachenko] Moscow, MGUPB, 2006. pp. 87–89. (in Russian)

8 Mastitsky S.E. Metodicheskoe posobie po ispol'zovaniyu programmy STATISTICA [Methodical manual on the use of the STATISTICA program in the processing of biological research data] Minsk, RUE "Institute of Fisheries", 2009. 76 p. (in Russian)

9 Derkanosova N.M., Zhuravlev A.A., Sorokina I.A. Modelirovanie i optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov [Modeling and optimization of technological processes in food production] Voronezh, VGTU, 2011. 196 p. (in Russian)

10 GOST 50779. 21 -2004 Statisticheskie metody. Pravila opredeleniya i metody rascheta statisticheskikh kharakteristik [Statistical methods. Rules for the determination and methods of calculating statistical characteristics from the sample data. Part 1. Normal distribution] Moscow, IPK Publishing House of Standards, 2004. 35 p. (in Russian)

11 Suleimanov S.M., Shaposhnikov I.T., Avdeev V.V. et al. Metody morfologicheskikh issledovaniy [Methods of morphological studies: method. allowance] Voronezh, VGU, 2012. 103 p. (in Russian)

12 Dimakopoulou-Papazoglou D., Katsanidis E. Effect of Maltodextrin, Sodium Chloride, and Liquid Smoke on the Mass Transfer Kinetics and Storage Stability of Osmotically Dehydrated Beef Meat. Food and Bioprocess Technology. 2017. vol. 10(4).

13 Camolezi Gaspar A.L., Góes-Favoni S.P. Action of microbial transglutaminase (MTGase) in the modification of food proteins: A review. Food Chemistry. 2015. vol. 171. pp. 315–322. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2014.09.019>.

14 Evdokimov I.A., Titov S.A., Polyansky K.K., Saiko D.S. Ultrafiltration concentrating of curd whey after electroflotation treatment. Foods and Raw Materials. 2017. vol. 5. no. 1. pp. 131–136.

15 Gorlov I.F., Khramtsov A.G., Titov S.A., Glotova I.A. High tech of controlled pumping into whole muscle meat food. Modern Applied Science. 2015. vol. 9. no. 10. pp. 27–33.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Glotova Dr. Sci. (Tech.), professor, Technology of Storage and Processing of Agricultural Products Department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, st. Michurina, 1, Voronezh, 394086, Russia, glotova-irina@yandex.ru

Elena E. Kurchaeva Cand. Sci. (Tech.), associate professor, Technology of Storage and Processing of Agricultural Products Department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, st. Michurina, 1, Voronezh, 394086, Russia, alena.kurchaeva@yandex.ru

Elena Yu. Ukhina Cand. Sci. (Tech.), associate professor, Technology of Storage and Processing of Agricultural Products Department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, st. Michurina, 1, Voronezh, 394086, Russia, uhina@bk.ru

Алина О. Рязанцева аспирант, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1 Воронеж, 394086, Россия., lyutikova_92@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 06.11.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2017

Alina O. Ryazantseva graduate student, Technology of Storage and Processing of Agricultural Products Department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, st. Michurina, 1, Voronezh, 394086, Russia, lyutikova_92@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 11.6.2017

ACCEPTED 12.1.2017

Сравнительная характеристика качественных показателей амарантового и кукурузного силоса

Светлана В. Павленкова	¹	sveta5501pavlenkova@yandex.ru
Галина П. Шуваева	¹	gpshuv@mail.ru
Лидия А. Мирошниченко	²	lidamir@mail.ru
Татьяна В. Свиридова	¹	sviridovtv@yandex.ru
Екатерина А. Мотина	¹	
Ольга С. Корнеева	¹	

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

² ООО «Русская Олива», ул. Лебедева, 4, г. Воронеж, 394014, Россия

Реферат. Силос является основным сочным кормом и источником витаминов для животных в зимне-стойловый период. С целью расширения ассортимента кормовых культур для получения высокобелкового силоса в работе использовали нетрадиционную кормовую культуру амарант, который по содержанию белка, сбалансированного по количеству незаменимых аминокислот (особенно лизина, метионина и триптофана), масла, микро- и макроэлементов, витаминов и биологически активных веществ значительно превосходит традиционные кормовые растения, в том числе и бобовые. Амарант относится к группе трудносилосуемых растений, поскольку уровень сахара в его зеленой массе не превышает минимума, необходимого для процесса силосования, однако применение заквасок, способствующих созданию оптимальных условий для нормального течения процессов брожения, позволяет решить эту проблему. В работе проведена сравнительная характеристика качественных показателей силоса из амаранта метельчатого и из кукурузы, как сырья наиболее распространенного для заготовки зеленых кормов. Установлено, что в фазе молочно-восковой спелости семян амарант имеет лучшие технологические свойства для заготовки силоса, так как общие потери питательных веществ при силосовании амаранта в этой фазе – минимальные. Содержание «сырого» протеина, являющегося важным показателем в условиях дефицита белка в традиционных кормовых культурах, в силосе из амаранта метельчатого практически в 2 раза превышало этот показатель в кукурузном силосе. На основании оценки качества силоса по содержанию сухого вещества, органических кислот, сырого протеина, величине кислотности и органолептическим показателям можно сделать вывод о том, что силос из амаранта является более сбалансированным по всем основным показателям качества по сравнению с кукурузным силосом.

Ключевые слова: силос, амарант, амарантовый силос, кукурузный силос, качественные показатели силоса

Comparative characteristics of qualitative indicators of amaranth and corn silage

Svetlana V. Pavlenkova	¹	sveta5501pavlenkova@yandex.ru
Galina P. Shuvaeva	¹	gpshuv@mail.ru
Lidiya A. Miroshnichenko	²	lidamir@mail.ru
Tatiana V. Sviridova	¹	sviridovtv@yandex.ru
Ekaterina A. Motina	¹	
Olga S. Korneeva	¹	

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

² RusOliva, Lebedeva Str., 4, Voronezh, 394014, Russia

Summary. Silage is the main juicy food and a source of vitamins for animals in the winter-stall period. In order to expand the range of forage crops for the production of high – protein silage in the work used non-traditional forage culture amaranth, which is the content of protein balanced by the number of essential amino acids (especially lysine, methionine and tryptophan), oils, micro – and macro-elements, vitamins and biologically active substances far superior to traditional forage plants, including legumes. Amaranth belongs to the group of plants hard-ensilage because the level of sugar in its green mass does not exceed the minimum required for the silage process, but the use of starter cultures, contributing to the creation of optimal conditions for the normal flow of fermentation processes, can solve this problem. The comparative characteristic of qualitative indicators of a silo from amaranth paniculate and from maize as raw materials of the most widespread for preparation of green forages is carried out in work. It is established that in the phase of milk-wax ripeness of seeds amaranth has the best technological properties for silage harvesting, as the total loss of nutrients in the silage of amaranth in this phase is minimal. The content of "raw" protein, which is an important indicator in the conditions of protein deficiency in traditional fodder crops, in the amaranth silage of paniculata is almost 2 times higher than in the corn silage. Based on the evaluation of the quality of silage on dry matter content, organic acids, crude protein, degree of acidity and organoleptic indicators it can be concluded that the silage of amaranth is more balanced in terms of key indicators of quality compared to corn silage.

Keywords: silage, amaranth, amaranth silage, corn silage, quality indicators of silage

Для цитирования

Павленкова С.В., Шуваева Г.П., Мирошниченко Л.А., Свиридова Т.В., Мотина Е.А., Корнеева О.С. Сравнительная характеристика качественных показателей амарантового и кукурузного силоса // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 220–226. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-220-226

For citation

Pavlenkova S.V., Shuvaeva G. P., Miroshnichenko L.A., Sviridova T.V., Motina E.A., Korneeva O.S. Comparative characteristics of qualitative indicators of amaranth and corn silage. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 220–226. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-220-226

Введение

Большая роль в кормлении сельскохозяйственных животных всех видов принадлежит силосу, от качества которого зависит их продуктивность. Силос является универсальным кормом, обеспечивающим животный организм белками, углеводами и необходимыми витаминами [10]. В условиях Центрально-Черноземного региона в зимне-стойловый период удельный вес силоса в рационах сельскохозяйственных животных достигает по питательности 50% и более [5]. Для большинства регионов страны основной силосной культурой является кукуруза, однако из-за дефицита белка в традиционных кормовых культурах актуальной задачей является поиск новых видов сырья для силосования. Одной из перспективных высокобелковых культур является амарант [4,11]. Амарант относится к аспаргатовым представителям C₄-типа растений и обладает способностью адаптироваться к различным условиям внешней среды. Урожайность амаранта в условиях Центрально-Черноземного региона составляет 20 ц/га семян, биомассы до 600 ц/га [8]. По сбору белка, аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов с единицы площади амарант превосходит традиционные зерновые и зернобобовые культуры [2]. В зеленой массе амаранта в пересчете на абсолютно сухой вес содержится: сырого протеина 15,6–16,75% (а в листьях до 30%), жира – от 2,4 до 2,8%, клетчатки – от 16,1 до 21,7%, кальция 2,1–2,6%, фосфора 0,2–0,21%, каротина 160–200 мг [1, 3]. Для сравнения зеленая масса кукурузы в фазу молочно-восковой спелости зерна содержит 7,5–8% протеина [6], что в 2 раза меньше, чем в амаранте. Белок амаранта входит в число лучших белков растительного происхождения. Если оценить идеальный белок (близкий к яичному) в 100 баллов, то белок кукурузы будет иметь 44 балла, а амаранта – 75 [7]. В связи с этим, использование зеленой массы амаранта для закладки сочных кормов на зимне-стойловый период представляет определенный интерес. Однако силосование амаранта имеет трудности, в связи с низким содержанием сахаров, необходимых для интенсификации молочно-кислого брожения [13]. Для решения этой проблемы используют различные силосные закваски.

Целью данной работы явилось проведение сравнительной характеристики качественных показателей силоса из амаранта метельчатого и из кукурузы, как сырья наиболее распространенного для заготовки зеленых кормов

Материалы и методы

Экспериментальную часть работы проводили на базе кафедры Биохимии и биотехнологии ФГБОУ ВО ВГУИТ.

Исследуемые образцы силоса из амаранта метельчатого (*Amaranthus paniculatus*) и кукурузы были заложены с использованием штаммов молочнокислых бактерий.

Основные органолептические показатели силоса (цвет, запах, цвет индикатора в водной вытяжке силоса) определяли в соответствии с ГОСТ Р 55986-2014 «Силос из кормовых растений. Общие технические условия».

Для определения качества силоса по химическим показателям определяли содержание первоначальной влаги методом высушивания, ГОСТ 1396.3-92; сухого вещества расчетным методом; сырой золы, ГОСТ 26226-95; сырого протеина методом Кьельдаля, ГОСТ 13496.15-94; молочной, уксусной и масляных кислот методом Леппера-Флига ГОСТ Р 55986-2014; сырого жира экстрагированием бензином по Сокслету, ГОСТ 13496.95; сырой клетчатки по Геннебергу и Штоману (модификация), ГОСТ 1396.2-91.

Приготовление силоса в экспериментальных условиях в мини-бегах емкостью 0,5 м³ проводили следующим образом: растения амаранта измельчали до 4 см, затем помещали в подготовленный пакет, спрессовывали, откачивали воздух, создавая вакуум. Силосование амаранта осуществляли в следующие фазы вегетации [12]: в фазе начала цветения (при влажности растений 84,7%), в молочной (80%) и молочно-восковой спелости семян (79%). Через 3 месяца вскрывали мини-беги во всех вариантах опыта и проводили оценку полученного силоса [9].

Результаты и их обсуждение

Использование амаранта для приготовления силоса представляет большой интерес, ввиду того что амарант по содержанию белка, сбалансированного по количеству незаменимых аминокислот (особенно лизина, метионина и триптофана), масла, макро- и микроэлементов, витаминов и биологически активных веществ значительно превосходит традиционные кормовые растения, в том числе и бобовые. Известно, что кормовые культуры по способности к силосованию характеризуются как легко-, трудно- и несилосующиеся. Основным показателем при этом делении считается уровень содержания в них сахара. Обычно содержание сахара в сухом веществе различных растений неодинаково (% в среднем): в кукурузе – 28, в красном клевере – 9, люцерне 5, в амаранте 6,4–7,2.

Амарант, как и многолетние бобовые и другие травы с низким содержанием растворимых сахаров, относится к трудносилосуемым культурам. Согласно теории силосуемости кормов, или теории сахарного минимума, для нормального процесса силосования отношение фактического содержания сахаров к сахарному минимуму должно быть не меньше единицы. Под сахарным минимумом понимается

такое содержание сахара в растениях, которое обеспечивает образование молочной кислоты, в количестве, необходимом для подкисления массы до pH 4,2 при данной буферной емкости сырья. При такой кислотности в корме не развиваются гнилостные бактерии и корм сохраняется [12]. В таблице 1 представлены данные, по которым можно оценить степень силосуемости культур.

Таблица 1.

Показатели силосуемости легко и трудносилосуемых растений

Table 1.

Indicators of capacity for silage of easy- and hard-silage plants

Силосуемое растение Filled plant	Отношение сахар: буферность Sugar: buffering ratio		Отношение сахар: протеин Sugar: protein ratio	
	среднее average	Колебания fluctuation	среднее average	Колебания fluctuation
Амарант Amaranth	0,7	0,6–0,9	0,42	0,37–0,47
Кукуруза Corn	7,8	4–11,6	3,3	1,5–5,0
Люцерна Alfalfa	0,7	0,2–1,2	0,3	0,1–0,5
Зеленый овес Green oats	4,0	2–6	1,8	0,4–3,2
Клевер Clover	1,4	0,5 – 2,2	0,5	0,2–0,9

Значительный интерес представляло определение содержания накапливаемых кислот, протеина, каротина в амарантовом силосе в зависимости от сроков вегетации. В результате эксперимента было установлено, что лучшие технологические свойства для заготовки силоса амарант имел в фазе молочно-восковой спелости семян. Так влажность растений составила 76–78% (против 84–86% в фазе начала цветения), что резко сокращает потери питательных веществ с вытекающим соком. Одновременно ограничивалась и интенсивность брожения.

Содержание протеина, клетчатки, жира, БЭВ в силосе, приготовленном из зеленой

массы амаранта в различные фазы вегетации, представлено в таблице 2.

Качество силоса во многом зависит от соотношения в нем летучих органических кислот (рисунок 1). Установлено, что содержание масляной кислоты в силосе из зеленой массы амаранта метельчатого не обнаружено, также как и в кукурузном силосе. Отсутствие масляной кислоты свидетельствует об отсутствии процессов гниения и характеризует силос как высококачественный. Однако содержание молочной кислоты в амарантовом силосе выше (79,5% против 68,7%), что свидетельствует об интенсивности молочнокислого брожения в силосуемой зеленой массе из амаранта.

Таблица 2.

Содержание питательных веществ в силосе в зависимости от срока уборки

Table 2.

The nutrient content of the silage depending on the term of harvest

Фаза при уборке Phase at harvest	Питательные вещества, % к абсолютно сухому веществу Nutrients,% to absolutely dry substance			
	Протеин Protein	Клетчатка Cellulose	Жир Fat	БЭВ NFE
Бутонизации Budding	16,7	21,5	3,42	36,3
Цветения Flowering	14,8	26,0	3,4	39,4
Молочно-восковой спелости Milk wax ripeness	14,3	27,9	3,2	40,7

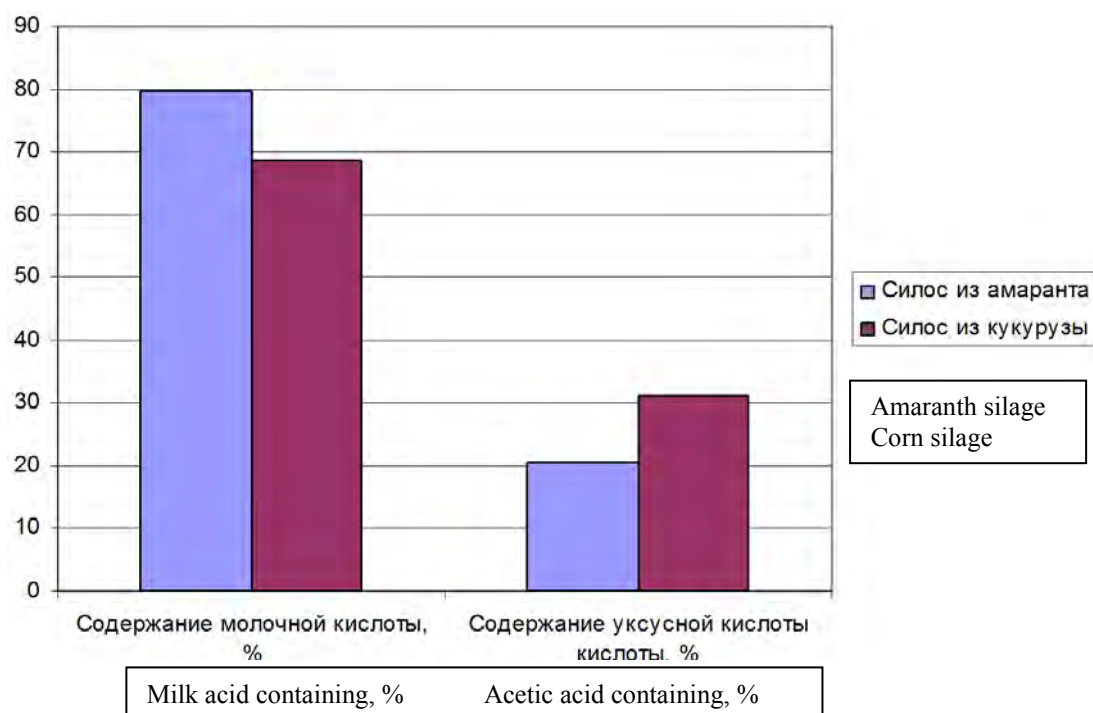


Рисунок 1. Содержание органических кислот в силосе

Figure 1. The content of organic acids in the silage

В таблице 3 представлена органолептическая оценка амарантового и кукурузного силоса. Цвет и структура силоса в обоих вариантах соответствовали требованиям, посторонний запах у силоса отсутствовал, силос имел приятный ароматно-фруктовый запах. Однако силос из амаранта по органолептическим показателям

получил большее количество баллов (12 баллов против 10), что свидетельствует о его более высоком качестве по сравнению с кукурузным силосом.

Результаты химической оценки качества силосов представлены в таблице 4.

Органолептические показатели качества силоса

Таблица 3.

Organoleptic indicators of silage quality

Table 3.

Органолептические показатели качества силоса Organoleptic quality indicators of silage		Силос из кукурузы Silage corn		Силос из амаранта Silage amaranth	
Показатель Score	баллы points	Показатель Score	баллы points	Показатель Score	баллы points
Запах Smell: – приятный ароматно-фруктовый; - pleasant aromatic-fruity; – резкий уксусно-кислый; - sharp acetic acid; – навозный затхлый. - dung musty	2 1 0	приятный ароматно-фруктовый pleasant aromatic-fruity	2	приятный ароматно-фруктовый pleasant aromatic-fruity	2
Цвет силоса Color of silage: – зеленый, коричнево или желто-зеленый; - green, brown or yellow-green; – черный. - the black.	1 0	желто-зеленый yellow-green	1	Зеленый green	1

Цвет индикатора в водной вытяжке силоса The color of the indicator in the water extract of the silage: – карминно-красный (pH = 4,2 и ниже); - carmine red (pH = 4.2 or lower); – красно-оранжевый (pH = 4,2–4,5); - red-orange (pH = 4.2–4.5); – оранжевый (pH = 4,5–4,8); - orange (pH = 4.5–4.8); – желто-зеленый (pH = 4,8–5,5); - yellow-green (pH = 4.8–5.5); – зеленый (pH = 5,5 и выше). - green (pH = 5.5 and above).	9 7 5 2 0	красно-оранжевый red-oange	7	карминно-красный carmine red	9
Качество силоса Quality of silage: – силос отличный; - Silage is excellent; – силос хороший; - silage is good; – силос средний; - medium silage; – силос плохой, непригодный к скармливанию. - silage is bad, unsuitable for feeding	11–12 9–10 5–8 4 и ниже	силос хороший silage is good	10	силос отличный silage is excellent	12

Таблица 4.

Оценка качества силоса по химическим показателям

Table 4.

Assessment of silage quality by chemical parameters

	Потери сухого вещества, % Loss of dry matter, %	Сухое вещество, % Dry matter, %	Влажность, % Humidity, %	Сырой протеин, % Crude protein, %	Сырой жир, % Crude fat, %	Сырая клетчатка, % Crude fiber, %
Силос из кукурузы Silage corn	3,7	19,9	80,1	9,8	4,3	30,7
Силос из амаранта Silage amaranth	2,3	22,3	77,7	17,6	6,45	24,35

Потери сухого вещества амарантового силоса составили 2,3% в то время как у кукурузного силоса 3,7%, что говорит о правильной закладке сырья на силосование. Содержание «сырого» протеина в сухом веществе исследуемого образца силоса составило 17,6%, что практически в 2 раза выше, чем в кукурузном силосе. Концентрация «сырого» жира в амарантовом силосе составила 6,45%, что практически в 1,5 раза выше, чем в силосе из кукурузы. Превосходство амарантового силоса над кукурузным наблюдалось и по показателю содержания «сырой» клетчатки (24,35% по сравнению с 30,7%). В соответствии с ГОСТ Р 55986-2014 данный показатель для качественного силоса не должен превышать 28%.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что лучшие технологические свойства для заготовки силоса амарант имеет в фазе молочно-восковой спелости семян. Общие потери питательных веществ при силосовании амаранта в фазе молочно-восковой спелости семян – минимальные.

Правильно заготовленный силос в течение длительного времени сохранял свои показатели качества. Анализ содержания «сырого» протеина в силосе из амаранта метельчатого и кукурузном, показал высокий белковый потенциал амарантового силоса. Этот показатель является важным, в условиях дефицита белка в традиционных кормовых культурах.

На основании оценки качества силоса по содержанию сухого вещества, органических кислот, сырого протеина, величине кислотности и органолептическим показателям можно сделать вывод о том, что силос из амаранта является более сбалансированным по всем

основным показателям качества по сравнению с кукурузным.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки РФ №40.4149.2017/ПЧ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Андрусенко В.А., Кузнецов И.Ю., Камалова А.Р. Питательность зеленой массы смешанных посевов амаранта на силос // «Наука молодых – инновационных наука молодых инновационному развитию АПК» материалы международной молодежной научно-практической конференции. 2016. С. 12–18.
- 2 Викторов П.И. Повышение протеиновой питательности кормов и белкового питания животных // Зоотехния. 2003. № 3. С. 9–12.
- 3 Высочина Г.И. Амарант (*Amaranthus L.*): химический состав и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья. 2013. № 2. С. 5–14.
- 4 Дегтярева И.А., Гасимова Г.А. Амарант – источник новых пищевых продуктов и кормовых добавок // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2015. № 223. С. 58–61.
- 5 Железнов А.В., Железнова Н.Б., Бурмакина Н.В. Амарант. Научные основы интродукции. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2009. 235 с.
- 6 Иоффе В.Б. Силосование кукурузы. Минск, 2003. 31 с.
- 7 Киселев Ф.А., Саратовский Л.И. Амарант – кормовая культура с фантастическими возможностями // Производство и сбыт. 2010. С. 4.
- 8 Мирошниченко Л.А. Новая продовольственная культура России // Продовольственный рынок Черноземья. 2009. № 02 (44). С. 20.
- 9 Петухова Е.А. Зоотехнический анализ кормов. М.: Агропромиздат, 1989. 239 с.
- 10 Победнов Ю.А., Косолапов В.М. Итоги и основные направления развития теории силосования на современном этапе (обзор) // Проблемы биологии продуктивных животных. 2014. № 1. С. 21–36.
- 11 Цугкиев Б.Г., Чкареули Л.В. Агробιοлогическое изучение коллекционных сортообразцов амаранта метельчатого в условиях РСО-АЛАНИЯ // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. № 2. С. 267–270.
- 12 Шилов В.Н., Хируг С.С., Жарковский А.П., Мадьяров Н.А. и др. Силосуемость амаранта по фазам вегетации // Кормопроизводство. 2008. № 8. С. 29–32.
- 13 Зубрилин А.А. Сахарный минимум как основной фактор силосуемости кормов и метод его определения // Проблемы животноводства. 1937. № 6. С. 74–79

REFERENCES

- 1 Andrusenko V. A., Kuznetsov I. Yu., Kamalova A. R. Nutrition of green mass of mixed amaranth crops on silage. Nauka molodykh – innovatsionnaya nauka molodykh innovatsionomy APK ["Science of young – innovative science of young innovative development of agroindustrial complex"] proceedings of the international youth scientific-practical conference] 2016. pp. 12-18. (in Russian)
- 2 Viktorov P. I. Increase in protein nutritional value of feed and protein animal nutrition. Zootekhnika [Animal science] 2003. no. 3. pp. 9-12. (in Russian)
- 3 Vysochina G. I. Amaranth (*Amaranthus L.*): chemical composition and prospects for utilization (a review). Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of vegetable raw materials] 2013. no. 2. pp. 5-14. (in Russian)
- 4 Degtyareva I. A., Gasimova G. A. Amaranth – a source of new food products and feed additives. Ychenye za piski Kazanskoi gosakademii vetmeditsiny [Scientific notes of the Kazan state Academy of veterinary medicine. n.a. N.E. Bauman] 2015. no. 223. pp. 58-61.
- 5 Zheleznov A. V., Zheleznova N. B., Burmakina N. V. Amaranth Nauchnye osnovy [Amaranth. Scientific basis of introduction] Novosibirsk, GEO, 2009. 235 p. (in Russian)
- 6 Ioffe V. B. Silosovanie kukuzy [Silage corn] Minsk, 2003. 31 p. (in Russian)
- 7 Kiselev F. A., Saratov L. I. Amaranth – feed crop with fantastic features. Proizvodstvo i sbyt [Production and marketing] 2010. pp. 4. (in Russian)
- 8 Miroshnichenko L. A. New food culture in Russia. Prodovol'stvennyi rynek chernozem'ya [Food market of the region] 2009. no. 02 (44). pp. 20. (I Russian)
- 9 Petukhov E. A. Zootekhnicheskii analiz [Zootechnical analysis of fodder] Moscow, Agropromizdat, 1989. 239 p. (in Russian)
- 10 Pobednov Yu. A., Kosolapov V. M. Results and main directions of development of the theory of silage at the present stage (review). Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh [Problems of biology productive animals] 2014. no. 1. pp. 21-36.
- 11 Tsugkiev B. G., Chkareuli L. V. Agrobiological study of the collectible varieties of amaranth paniculate in the conditions of North Ossetia-ALANIA. Izvestiya Gorskogo gosagrouniversiteta [Proceedings of the Gorsky state agrarian University] 2015. vol. 52. no. 2. pp. 267-270. (in Russian)
- 12 Shilov V. N., Khirug S. S., Zharkovskiy A. P., Magyars N. A. et al. Closemode amaranth on phases of vegetation. Kormoproizvodstvo [Forage production] 2008. no. 8. pp. 29-32. (in Russian)
- 13 Zubrilin A. A. Minimum of Sugar as the main factor of celosamente feed and method of estimation. Problemy zhivotnovodstva [Problems of livestock] 1937. no. 6. pp. 74-79

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Светлана В. Павленкова аспирант, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sveta5501pavlenkova@yandex.ru

Галина П. Шуваева к.б.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gpshuv@mail.ru

Лидия А. Мирошниченко к.т.н., инженер, ООО «Русская Олива», ул. Лебедева, 4, г. Воронеж, 394036, Россия, lidamir@mail.ru

Татьяна В. Свиридова к.т.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sviridovavt@yandex.ru

Екатерина А. Мотина к.т.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Ольга С. Корнеева д.б.н., профессор, кафедра биохимии и биотехнологии, 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 08.11.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Svetlana V. Pavlenkova graduate student, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sveta5501pavlenkova@yandex.ru

Galina P. Shuvaeva Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gpshuv@mail.ru

Lidiya A. Miroshnichenko Cand. Sci. (Engin.), engineer, RusOliva, Lebedeva Str., 4, Voronezh, 394036, Russia, lidamir@mail.ru

Tatiana V. Sviridova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sviridovavt@yandex.ru

Ekaterina A. Motina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Olga S. Korneeva Dr. Sci. (Biol.), professor, biochemistry and biotechnology 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 11.8.2017

ACCEPTED 11.30.2017

Экономика и управление

Оригинальная статья/Original article

УДК 005.931.11

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-227-236>

Концептуальные основы превентивного антикризисного управления предприятием

Галина С. Мерзликина¹ merzlikina@vstu.ru

Светлана А. Рыльщикова¹ rsvetlana777@mail.ru

¹ Волгоградский государственный технический университет, пр-т им. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия

Реферат. Начиная с 2014 года наблюдается существенный рост заявлений о признании должника несостоятельным, что в сочетании с низким реабилитационным потенциалом института банкротства актуализирует превентивное антикризисное управление. Кризисы в развитии хозяйственного субъекта неизбежны, к тому же могут иметь и положительные стороны, например, повышение восприимчивости предприятия к прогрессу, предотвращение более серьезных кризисов, поэтому основная задача превентивного антикризисного управления не избегание кризиса, а оптимизация кризисного процесса. Оптимизация процесса включает соотнесение затрат на реализацию превентивных мероприятий и имеющихся ресурсов, чтобы выделенных ресурсов хватило на реализацию всех этапов превентивных антикризисных решений, но в то же время предприятие не понесло неоправданно высокие затраты. Авторами проведен компаративный анализ определений «превентивного антикризисного управления», в процессе которого было уточнено содержания данного понятия. Процесс принятия превентивного антикризисного решения должен быть четко структурирован, поэтому авторами были выделены и подробно рассмотрен процесс принятия превентивных антикризисных решений, который включает 4 этапа: получение информации о внутренней и внешней среде предприятия, этап обработки собранной информации, принятие необходимых превентивных антикризисных решений, реализация принятых решений и установление контроля над процессом их реализации. Современные инструменты превентивного антикризисного управления многообразны, в большей степени учитывают специфику современной российской системы рыночных отношений, поскольку подразумевают анализ внутренней и внешней среды предприятия, количественные и качественные показатели. Авторы предлагают рассматривать инновации как один из возможных инструментов превентивного антикризисного управления.

Ключевые слова: антикризисное управление, превентивное антикризисное управление, инструменты превентивного антикризисного управления, процесс принятия превентивного антикризисного решения, институт банкротства, инновации

Conceptual framework for proactive crisis enterprise management

Galina S. Merzlikina¹ merzlikina@vstu.ru

Svetlana A. Rylshchikova¹ rsvetlana777@mail.ru

¹ Volgograd state technical university, V.I. Lenin Av., 28, Volgograd, 400005, Russia

Summary. There has been a significant increase in requests for recognition of the debtor insolvent, this situation actualize proactive crisis management in combination with low rehabilitation potential of the institution of bankruptcy since 2014. The crises in the development of enterprises are inevitable, moreover it can have positive aspects, for example, increase the company's susceptibility to progress and prevention of more serious crises, so the main objective of proactive crisis management isn't the avoidance of crisis but optimization of the crisis process. Optimization of process involves the correlation of the costs of implementation of preventive measures and available resources to allocated resources are sufficient for implementation of all phases of proactive crisis solutions, but at the same time, the company has not incurred unreasonably high costs. The authors conducted a comparative analysis of definitions of "proactivecrisis management" and specified the content of this concept. The adoptionprocess of proactive crisis solutions should be clearly structured, so the authors highlighted and discussed in detail the process of adoption of proactivecrisis solutions, which includes 4 stages: obtaining information about the internal and external enterprise environment, the stage of processing the gathered information and taking necessary proactive crisis decisions, the implementation of the adopted decisions and control their implementation. Modern tools of proactivecrisis management are varied and take into account the specifics of modern Russian system of market relations, because they include analysis of internal and external enterprise environment, quantitative and qualitative indicators. The authors suggest to consider innovation as one of the possible instruments of preventive crisis management.

Keywords: crisis management, proactive crisis management, proactive crisis management tools, proactive crisis management decision making, bankruptcy, innovations

Введение

Кризис – закономерное явление в жизнедеятельности любого предприятия. Затраты ресурсов на обнаружение кризисных явлений в системе хозяйствующего субъекта будут значительно ниже затрат, необходимых для вывода предприятия из условий уже сформировавшегося кризиса и ликвидации его последствий.

Превентивное антикризисное управление позволяет своевременно распознавать кризисные тенденции, однако, для того, чтобы данная система эффективно функционировала, на предприятии должны, как минимум, быть подсистемы контроллинга внешней и внутренней среды и финансово-экономической деятельности предприятия; подсистема анализа кризисных ситуаций

Для цитирования

Мерзликина Г.С., Рыльщикова С.А. Концептуальные основы превентивного антикризисного управления предприятием // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 227–236. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-227-236

For citation

Merzlikina G.S., Rylshchikova S.A. Conceptual framework for proactive crisis enterprise management. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 227–236. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-227-236

и моделирование их последствий; группа квалифицированных сотрудников, в чьи обязанности входят мониторинг, контроллинг факторов и необходимых показателей, планирование. Все это говорит о том, что формирование системы превентивного антикризисного управления на предприятии должно быть тщательно подготовленным, заблаговременным решением, требующем, в том числе, и значительных ресурсов (финансовых, человеческих, временных).

Актуальность превентивного антикризисного управления

С 2010 года до 2014 статистика дел о банкротстве имела колебательный характер (таблица 1), однако, начиная с 2014 года, наблюдается существенный рост заявлений

о признании должника банкротом. Очевидно, рост числа банкротств в последние несколько лет, также, как и в 2008–2009 годах, обусловлен экономическими причинами – одна из главных – санкции, связанные с ограничением доступа банков к зарубежным кредитам. Отсутствие у банков возможности кредитоваться по низким ставкам вынуждает их принимать жесткие меры в отношении просроченной задолженности, вплоть до банкротства должников. 2014 год примечателен еще и беспрецедентным количеством отзывов лицензий и банкротств банков. Также необходимость увеличения доходов бюджета обусловила активизацию налоговых органов, которые все чаще обращаются в суд с требованием признать должника банкротом [1].

Таблица 1.

Статистика дел о банкротстве за последние 7 лет (изменения указаны относительно предыдущего года) [2]

Table 1.

Bankruptcy statistics for the last 7 years (changes are relative to the previous year) [21]

Поступило заявлений о признании должника несостоятельными Received statements about recognition of the debtor insolvent	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	40 232	33 385(-17%)	40 864(+22%)	31 921(-22%)	41 996(+32%)	50 779(+21%)	67 744(+33%)
из них принято к производству are made to produce	33 270	27 422	33 226	23 351	35 583	41 040	58 653
Количество дел, по которым проводилась процедура финансового оздоровления The number of cases involved in the procedure of financial recovery	91	94	92	67	22	36	41
Количество дел, по которым проводилась процедура внешнего управления The number of cases in which the procedure was carried out external control	908	986	922	803	381	413	365
Принято решений о признании должника банкротом и об открытии конкурсного производства Made decisions on recognition of the debtor the bankrupt and about opening of competitive manufacture	16 009	12 794	14 072	13 144	12 826	13 151	12 238
Завершение производства по делам о несостоятельности, в том числе The conclusion of the proceedings in cases of insolvency, including	31 195	26 132	30 159	23 721	26 264	30 660	31 788
завершено конкурсное производство completed bankruptcy proceedings	13 268	11 863	12 869	10 877	11 518	11 631	10 225
прекращено производство по делу, в т. ч. в связи с утверждением мирового соглашения terminated the proceedings, including in connection with the approval of the settlement agreement	255	376	563	585	598	651	769

Согласно пункту 1 статьи 27 ФЗ от 26.10.2002 г. № 127-ФЗ (ред. от 29.12.2014 г. № 51) «О несостоятельности (банкротстве)» выделяют следующие два вида процедур: ликвидационная процедура (конкурсное производство) и реабилитационные процедуры (финансовое оздоровление, внешнее управление и мировое соглашение); так же в рамках закона различают наблюдение.

Финансовое оздоровление, согласно статистике, применяется крайне редко – в предыдущем году лишь в отношении 41 дела (отрицательная динамика в течение рассматриваемого периода) была введена данная процедура, более половины из которых (56%) закончились признанием должника банкротом и открытии конкурсного производства. В случае, если платежеспособность предприятия-должника возможно восстановить, арбитражным судом вводится процедура внешнего управления. В 2016 году в отношении 365 дел (менее 1% от общего количества дел принятых к производству в этом году; в начале рассматриваемого периода данное решение выносилось относительно 3% дел, принятых к производству) была введена процедура внешнего управления, из них лишь в 22,5% дел было утверждено решение о прекращении производства по делу, в основном же (78,4% или 298 дел) принимались решения о признании должника банкротом и открытии конкурсного производства. Конкурсное производство представляет собой завершающую процедуру банкротства. В абсолютном большинстве случаев 83,5% или 10 225 дел в 2016 году – погашения требований конкурсных кредиторов в полном объеме не произошло, и были вынесены решения о завершении конкурсного производства (в течение анализируемого периода процент дел, по которым выносилось аналогичное решение, колебался от 82 до 92%).

В целом же тенденция следующая – финансовый кризис в России, начавшийся в 2014 году, спровоцировал рост количества заявлений о признании должника банкротом – в 2014 году произошло увеличение на 32%, в 2015 г. на 21%, в 2016 г. уже на 33%.

Статистика демонстрирует крайне низкую эффективность применения процедур банкротства в отечественной экономике реабилитационные процедуры не результативны и как следствие в большинстве случаев должника признают банкротом, эта ситуация осложняет получение долгов кредиторами, препятствует оздоровлению предприятий, ведет к снижению эффективности национального промышленного

производства в целом. Неэффективность антикризисного управления в процедурах банкротства в российской практике может быть обусловлена слабой подготовкой руководителей хозяйствующих субъектов и арбитражных управляющих, отсутствием проработки механизмов управления конфликтными ситуациями и преодоления нестабильности на теоретическом уровне [3]. Все вышесказанное определяет актуальность превентивного антикризисного управления, основной целью которого является предупреждение возникновения кризисных ситуаций.

Существует определенная *связь* между процедурами банкротства и антикризисным управлением. Будем придерживаться классификации А.Н. Ряховской и С.Е. Кована, различающих следующие виды антикризисного управления, каждый из которых соответствует разным степеням развития негативных и кризисных тенденций, угрожающих предприятию [4]: антиципативное, превентивное, реактивное и реактивное арбитражное управление и реабилитационное антикризисное управление. Если говорить предельно обобщенно, можно сказать, что система антикризисного управления работает по двум основным направлениям: предупреждение банкротства и проведение процедур банкротства организаций.

Непосредственно с процедурами банкротства взаимосвязано реактивное арбитражное управление и отчасти реактивное антикризисное управление. Реактивное антикризисное управление (или управление во время кризиса) – разработка и реализация антикризисной стратегии выживания, обеспечения жизнедеятельности, предотвращения несостоятельности при появлении серьезных проблем, симптомов неплатежеспособности и предотвращения возбуждения дела о банкротстве [4]. На наш взгляд, на данном этапе целесообразным может быть применение внесудебных процедур банкротства – речь идет о предусмотренной Законом о банкротстве досудебной санации, предоставляющей предприятию возможность обратиться за финансовой помощью в размере, достаточном для погашения денежных обязательств и обязательных платежей и восстановления платежеспособности. Меры по предупреждению банкротства в зависимости от организационно-правовой формы и совокупности других причин в рамках досудебной стадии могут принимать и другие формы: увеличение уставного капитала за счет дополнительных взносов участников

или третьих лиц, дополнительный выпуск акций, заключение соглашения об отступном (или прекращение обязательств другим способом), частичная продажа имущества и т. д. [5]. Реактивное арбитражное управление – особый вид антикризисного управления, в соответствии с которым реализуется комплекс мер по восстановлению платежеспособности организации-должника, удовлетворению требований кредиторов, путем применения специальных антикризисных методов (или реабилитационных процедур банкротства): графика погашения задолженности, моратория на долги, использования внешних ресурсов и управляющих воздействий (например, назначение внешнего управляющего или временной администрации при банкротстве организаций) и т. д. [4]. Реактивное арбитражное управление в посткризисный период преобразуется в реабилитационное антикризисное управление посредством восстановления платежеспособности организации, сохранения ее бизнеса (т. е. завершением процедуры банкротства).

Неготовность предприятия к кризисной ситуации, неэффективное управление впоследствии могут привести к «ликвидации» хозяйственного субъекта с целью погашения просроченных задолженностей в ходе конкурсного производства и препятствия распространению проблем, поскольку неплатежи обладают ярко выраженной цепной реакцией. Подобный метод решения проблем с неплатежеспособностью хозяйственных субъектов только усугубляет экономическую ситуацию. В будущем следует повысить реабилитационный потенциал института банкротства, направив его на сохранение работоспособности бизнеса и имущественного комплекса должников в процедурах конкурсного производства, а в уже сложившихся условиях целесообразно сконцентрироваться на превентивных мероприятиях, направленных на недопущение банкротства предприятий и смягчение последствий кризиса (не любой кризис приводит к банкротству предприятий).

Антикризисное и превентивное антикризисное управление

Наступление кризиса может быть обусловлено как субъективными факторами (ошибками в стратегии управления, невысоким уровнем конкурентоспособности), так и объективными (колебания рыночной конъюнктуры, циклические потребности в обновлении). Из этого следует, что не всегда существует возможность

предотвратить кризис в развитии предприятия – он (кризис) может быть вызван факторами, не зависящими от предприятия, показывающими циклический характер развития, опять же вполне вероятной является ситуация, когда действующая на предприятии система управления просто устаревает. Однако остроту кризиса можно смягчить, если вовремя предугадать его появление, таким образом, ключевая задача антикризисного управления – не допустить кризиса, вызванный ошибками управления, а в условиях объективно возникающих кризисов – обеспечить их наиболее безболезненное прохождение [4].

Появление термина «антикризисное управление» в российской экономической литературе и деловой практике связано с реформами экономики 90-х гг. XX века и последующим наступлением глубокого и продолжительного экономического кризиса, поэтому сначала в деловой практике антикризисное управление рассматривалось лишь в узком смысле, как управление в условиях уже наступившего кризиса, выход из которого возможен только через банкротство организации с последующей её реорганизацией [6]. Впоследствии, антикризисное управление как научное направление и практическая деятельность активно развивалось. Так, существенно расширился состав объектов антикризисного управления – сейчас в качестве объектов рассматриваются не только предприятия, но социально-экономические системы мезоуровня (интегрированные системы, такие как, корпорации и холдинги; отрасли хозяйства) и макроуровня (экономика государства в целом). В данной статье акцент будет сделан на производственные системы микроуровня (предприятия, организации, фирмы). Одновременно с увеличением объектов произошло расширение задач антикризисного управления от собственно периодов кризиса на периоды докризисного развития объектов управления и их посткризисного восстановления [7]. Авторами подробно будет рассмотрена концепция превентивного антикризисного управления, сущность которой заключается в организационно-управленческом механизме устранения возникающих проблем до того, пока они не стали необратимыми.

Авторами выполнен компаративный анализ (таблица 3), в процессе которого были рассмотрены определения «превентивного антикризисного управления» различных авторов (таблица 2).

Трактовка определения «превентивное антикризисное управление» различными авторами

Table 2.

Interpretation of definitions (proactive crisis management) by different authors

№	Автор, источник Source	Определение Term
1	З. Айвазян, В. Кириченко	Управление, реализуемое постоянно, с целью своевременного выявления возникающих негативных тенденций и активации мер по предотвращению их развития [8]. Management implemented constantly, with the aim of identifying emerging negative trends and activation measures for the prevention of their development [8].
2	Н.А. Неверов	Совокупность целенаправленных, докризисных управленческих воздействий в системе менеджмента хозяйствующего субъекта, при которых возникновение определенного кризисного явления опережается формированием данной системой адекватных ему антикризисных мер [9]. The combination of targeted, pre-crisis management actions in the management system of the business entity in which the emergence of a certain crisis ahead of the formation of this system, adequate anti-crisis measures [9].
3	Е.П. Коптева	Из них принято к производству A set of measures to anticipate and prevent the emergence of enterprise crisis situations [10].
4	И.В. Петров	Количество дел, по которым проводилась процедура финансового оздоровления Control, the essence of which is to prevent the crisis situation on the production, economic and financial criteria, factors and threats and the prevention of financial manifestations as the final crisis [11].
5	К.Д. Бусыгин, А.К. Бусыгин	Количество дел, по которым проводилась процедура внешнего управления The combination of proactive actions and measures aimed at early detection of signals indicating the presence of a local (system) problems in the functioning and development of a business structure and to eliminate these problems before you deploy active phase of the crisis or crisis situation [12].
6	О.В. Федорищева	Принято решений о признании должника банкротом и об открытии конкурсного производства A systematic process to identify internal and external factors and trends that might trigger a crisis, the development and implementation of measures for the prevention of its occurrence [13].
7	Е.А. Щербань	Завершение производства по делам о несостоятельности, в том числе A systematic process to track actions of external and internal factors of the unfolding crisis as well as preventing or overcoming the crisis for conservation, restoration of pre-crisis level and consistent improvement potential opportunities for successful functioning and development of the enterprise [14].

Таблица 3.

Компаративный анализ определений «превентивного антикризисного управления»

Table 3.

Comparative analysis definitions of proactive crisis management

№	Непрерывный процесс A continuous process	Среда, из которой поступают сигналы The environment from which the signals		«Отношение» к кризису Approach to the crisis	
		Внешняя External	Внутренняя Internal	Избегание Avoidance	Взятие под контроль Taking control
1	+	–	–	+	–
2	–	–	–	+	–
3	–	–	–	+	–
4	–	–	+	+	–
5	–	–	+	+	–
6	+	+	+	+	–
7	+	+	+	+	+

Некоторые из рассмотренных определений (имеют больше «–» в третьей таблице), на наш взгляд, являются слишком общими и не отражают всей специфики данного вида антикризисного управления, поэтому нам хотелось бы сделать акцент на том, что превентивное антикризисное управление – это целостная система, все элементы которой направлены на раннее выявление

негативных тенденций для своевременного принятия превентивных антикризисных решений. Все это говорит о том, что формирование системы превентивного антикризисного управления на предприятии должно быть тщательно подготовленным, заблаговременным решением, требующем, в том числе, и значительных ресурсов (финансовых, человеческих, временных).

С учетом изложенного, предлагаем уточнить содержание понятия «превентивное антикризисное управление», как управленческого процесса, реализуемого непрерывно, с использованием специального инструментария, направленного на оперативное выявление и анализ сигналов из внешней и внутренней среды о наличии проблем на предприятии, предполагающего разработку и реализацию оперативных мероприятий по своевременному предотвращению кризисов, вызванных ошибками управления и взятию под контроль (не избегание) прохождения кризисов, возникающих по объективным причинам, нивелированию возможных отрицательных последствий. Хотелось бы отметить, что, по мнению авторов, кризисы требуют управления и регулирования, а не уклонения. Если обратиться к «конфликтологии» и провести аналогию конфликта с кризисом, можно говорить и о положительных сторонах кризисных (конфликтных) явлений, таких как: поощрение инноваций, повышение восприимчивости к прогрессу, предотвращение более серьезных кризисов. Поэтому, на наш взгляд, одна из

главных задач превентивного антикризисного управления – не избегание кризиса, а оптимизация кризисного процесса, т. е. «сглаживание» его отрицательных последствий.

Процесс принятия превентивных антикризисных решений

Процесс принятия превентивного антикризисного решения конечно схож с процессом принятия любого управленческого решения, который обобщенно можно представить как последовательность следующих этапов: формулирование проблемы, получение информации, ее обработка, принятие решений, их реализация и установление контроля за их выполнением на завершающем этапе. Однако превентивное управление носит упреждающий характер, т. е. сформулировать проблему (если она есть) до начала мониторинга (диагностики и т. д.) трудно, поэтому условным первым этапом процесса принятия превентивных антикризисных решений (рисунок 1) обозначим «получение информации о внутренней и внешней среде предприятия», о других особенностях процесса расскажем ниже.

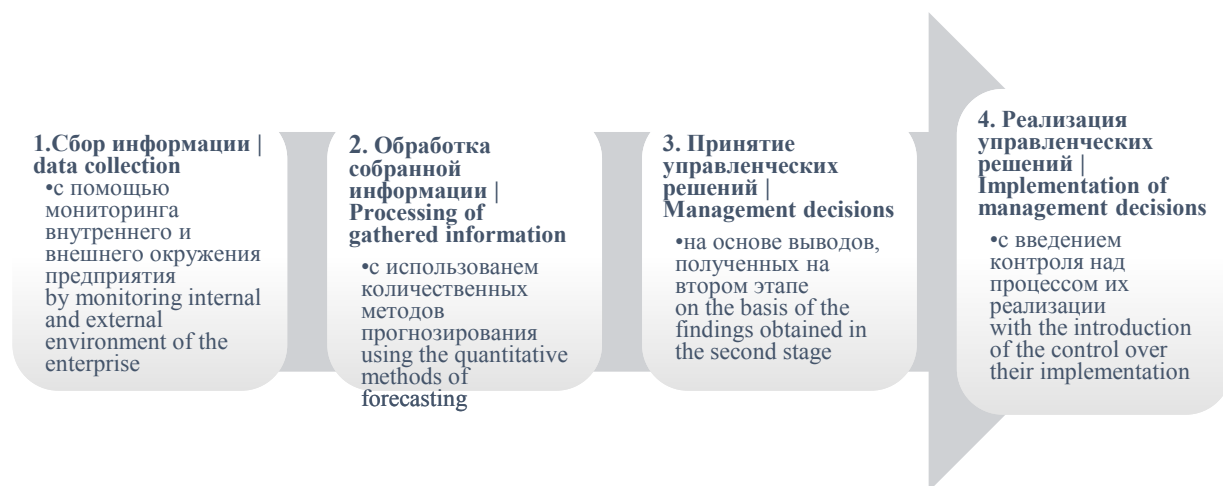


Рисунок 1. Процесс принятия превентивного антикризисного решения

Figure 1. The process of adoption of proactive crisis solutions

На первом этапе – этапе сбора информации – в процессе принятия превентивных антикризисных решений ключевым элементом становится подсистема контроллинга внутренней и внешней среды, финансово-экономической деятельности предприятия. Основной частью процесса становится *мониторинг* внешнего и внутреннего окружения, с помощью которого предприятие сможет отслеживать сигналы о возникновении угроз и возможностей [15].

Бесспорно, любое предприятие находится под влиянием множества факторов, на наш взгляд, следует различать: факторы микро- и макроуровня, региональные, отраслевые и *субъективные* факторы.

Негативными факторами микроуровня могут быть: отсутствие доступа к заемным средствам; зависимость от поставщиков материалов, услуг, оборудования и т. д. Региональные факторы во многом заданы географическими и климатическими условиями, например, состояние регионального бюджета, региональные целевые программы, инвестиционный климат субъекта России, социально-экономическое положение региона, риск стихийных бедствий и т. п. Безусловно, необходимо учитывать специфику отрасли, в которой работает предприятие, иначе говоря, отраслевые факторы. В каждой отрасли свои тенденции развития и свои уникальные факторы. К примеру, показатель

глубины переработки нефтяного сырья за год для нефтегазового сектора. К макроэкономическим факторам относятся: уровень и темп инфляции, норма налогообложения, ключевая ставка ЦБ РФ, социальные условия (общественные ценности и образ жизни, демографическая структура общества) и т. д.; если предприятия реализует продукцию (предоставляет услуги) так же и за рубежом, безусловно, оказывают влияние аналогичные показатели в странах, являющихся конечным рынком сбыта продукции. Вместе с тем, очевидно, существуют кризисы, наступающие под воздействием *субъективных* факторов – к ним относятся качества руководителя, которые могут отрицательно повлиять на принятие управленческого решения, скажем, управленческая некомпетентность руководства, нерешительность инициатора бизнеса, ошибки в стратегии управления и т. д.

Следует выделить еще один немаловажный фактор – ресурсное обеспечение предприятия, которое приобретает особое значение в условиях антикризисного управления. По большей части, именно от его достаточности зависит выбор антикризисной стратегии фирмы – различают стратегии превентивной санации и упреждающей ликвидации предприятия [16]. Если бизнес способен генерировать доходы, имеет дополнительные источники финансирования и т. п. – применяется стратегия превентивной санации, направленная на комплексное экономическое оздоровление предприятия, с целью его перехода на «траекторию» устойчивого развития. В зависимости от достаточности ресурсов, возможны два варианта стратегии превентивной санации – наступательная стратегия (при наличии у предприятия достаточных ресурсов для выхода из кризиса) и оборонительную стратегию (при дефиците ресурсов). В условиях отсутствия ресурсов целесообразна стратегия упреждающей ликвидации, используемая для выхода из кризиса с наименьшими потерями ресурсов, которые впоследствии можно разместить в новые рентабельные проекты. При формировании озвученных стратегий решающую роль играет упреждающая диагностика, позволяющая определить наличие реальных ресурсных возможностей, и оценка ресурсов по финансовым критериям.

Большинство озвученных факторов, за исключением субъективных факторов и некоторых факторов микроуровня, несомненно, находятся вне области контроля субъекта, однако они позволяют отслеживать тенденции развития экономики в целом и предприятия в частности. В отношении контролируемых факторов предприятию необходимо разрабатывать меры по их регулированию. Все приведенные факторы (регулируемые и нерегулируемые) помогают при разработке эффективных мер,

направленных на взятие под контроль кризисных ситуаций или их предотвращение. Притом, чем быстрее данные факторы будут выявлены (в некоторых случаях еще и ликвидированы), тем меньший урон будет нанесен предприятию.

На втором этапе процесса принятия превентивных антикризисных решений – этапе обработки собранной информации – одним из важных элементов становится прогнозирование, которое используется для определения тенденций (направление развития) сигналов и факторов, выявленных на начальном этапе. Необходимо уточнить, что для прогнозирования на макро- и микроуровне следует использовать те подходы, методы и приемы, в которых фактор влияния субъективного сведен к минимуму (или вовсе отсутствует). Т.е. для прогнозирования вероятности наступления кризисных ситуаций оптимальными являются не качественные (экспертные, эвристические, прогнозирование по аналогии), а количественные методы прогнозирования [17] (нормативные, индексные методы – для финансового анализа; анализ временных рядов – для оценки спроса на товары и услуги, оценки потребности в запасах, прогнозирования структуры сбыта или потребности в кадрах; балансовые методы и т. п.). В большинстве своем, для прогнозирования кризисных явлений в практической деятельности используются различные методики расчета набора коэффициентов (как правило, ликвидности, обеспеченности собственными средствами, рентабельности, финансовой устойчивости). Однако, целесообразно осуществлять анализ не только финансово-экономического состояния предприятия, но и всей совокупности внутренних и внешних рискообразующих факторов, например, тенденций развития экономики в целом и бизнеса в частности (в рамках региона, отрасли и т. д.).

На третьем этапе на основе выводов, полученных в результате анализа собранной информации, принимаются необходимые превентивные антикризисные решения и назначаются люди, ответственные за исполнение принятых решений. Выделим несколько важных моментов, характерных для данного этапа: во-первых, необходимо оптимально распределить имеющиеся на предприятии ресурсы. Следует соотнести уровень затрат на превентивные мероприятия и степень угрозы кризиса, т. е. выделенных ресурсов должно хватить на реализацию всех этапов принятых превентивных антикризисных решений, но в то же время, предприятие не должно понести неоправданно высокие затраты. Во-вторых, люди, назначенные для выполнения принятых решений, должны быть специалистами, компетентными в этой области. В идеальном варианте (если достаточно ресурсов) на предприятии должна быть

четкая группа сотрудников, реализующих превентивное антикризисное управление, в чьи функции входит принятие своевременных антикризисных решений (включая, мониторинг, контроллинг, планирование и т. д.). А на заключительном – четвертом этапе – принятые решения реализуются, и вводится контроль над процессом их реализации.

Инструменты превентивного антикризисного управления

Распространенными инструментами превентивного антикризисного управления являются мониторинг и диагностика текущей ситуации, заблаговременная проработка антикризисных мер, предварительное накопление ресурсов [16], система сбалансированных показателей [17], критическая оценка продуктов и процессов, прогноз изменений среды, системный анализ сигналов о возможных изменениях состояния и конкурентного статуса фирмы, постоянный анализ кредитной политики задолженности компании [8]; методы анализа непосредственного окружения предприятия (внешних связей, субъектов рынка), в том числе, анализ рыночной позиции, SWOT-анализ; математико-статистические методы изучения связей, математическое моделирование [19] и т. д. Вместе с тем, эффективным инструментом превентивного антикризисного управления может стать стратегия «управления по слабым сигналам» [18], которая позволит предприятию заблаговременно узнавать о резких изменениях во внешней среде, своевременно реагировать на трудно-предсказуемые события, принимать ответные меры на ранней стадии появления потенциальной опасности (возможности) – что в точности отражает «философию» превентивного антикризисного управления.

Обязательным инструментом диагностики климата предприятия, как было отмечено выше, является анализ финансовых показателей (например, модели прогнозирования вероятности банкротства Э. Альтмана – двухфакторная и пятифакторная модели (1968 и 1983 г.), Ф. Лиса (1972 г.), Р. Таффлера (1977 г.), модель Беликова-Давыдовой (1998 г.) и т. д.), т. к. именно финансовая несостоятельность является одной из главных причин кризиса. Однако озвученные модели во многом устарели, поскольку ориентированы исключительно на финансовую сферу предприятия, не учитывают его отраслевую принадлежность, размер, организационно-правовую форму и, главное, специфику современной российской системы рыночных отношений. Современные методики оценки состояния предприятия объединяют анализ его внешней и внутренней среды, количественные и качественные показатели. Например,

авторы мотивирующей модели оценки экономической состоятельности предприятия [19] рассматривают экономическую состоятельность как совокупность рыночной, производственной и финансовой состоятельности. В качестве инструментов оценки экономической состоятельности предприятия (ЭС) авторы предлагают использовать: перечень признаков ЭС; табулированную форму экспресс-анализа ЭС, включающую профиль ЭС; шкалу соответствия количественных и качественных показателей и их тенденций уровням ЭС; формализованную оценку ЭС (по результатам оценки выносятся итоговое заключение об экономической состоятельности предприятия, представленное в форме краткого или развернутого отчета).

На наш взгляд, еще одним эффективным инструментом превентивного антикризисного управления являются инновации. Целесообразность ориентации предприятий на инновационную стратегию, внедрения организационной культуры, ориентированной на инновации – одним словом эффективность инноваций – доказывались не раз [20–22]. Если принять во внимание, что одна из целей внедрения инноваций на предприятии – предотвращение развития кризиса в организации или обеспечение наиболее безболезненного выхода из уже сложившейся кризисной ситуации (помимо нее к основным целям можно отнести: максимизацию прибыли, совершенствование действующих технологических процессов, повышение конкурентоспособности и др.), можно заключить, что любые инновации (процессные, продуктовые, организационные, маркетинговые, экономические, социальные, информационные и т. д.) могут рассматриваться как «антикризисные инновации», поскольку будут являться эффективным инструментом по нивелированию, взятию под контроль или предотвращению кризисных ситуаций на предприятии. Например, внедрение озвученных выше инструментов, моделей и управленческих механизмов в существующую на предприятии систему менеджмента станет для предприятия организационной инновацией, подразумевающей введение нового организационного метода в деловую практику предприятия (а также в организации рабочих мест и внешних связях).

Современные инструменты превентивного антикризисного управления в большей степени актуальны, поскольку рассматривают не только финансовую сферу хозяйственного субъекта, а подразумевают анализ внутренней и внешней среды предприятия, количественные и качественные показатели. В качестве одного из возможных инструментов превентивного антикризисного управления авторы предлагают рассматривать любые инновации, целью которых

является предотвращение развития кризиса на предприятии, при этом не имеет значение область применения инноваций, причины их возникновения, степень новизны и инновационный потенциал.

Заключение

Кризисы являются неотъемлемой частью жизнедеятельности любой организации, они могут быть инициированы как внешней, так и внутренней средой. По мнению авторов, кризисы требуют управления и регулирования, а не уклонения. Традиционное антикризисное управление предполагает управленческие механизмы «избегания кризиса», превентивное антикризисное управление ориентировано на оптимизацию кризисных процессов, поэтому предполагает грамотное соотношение затрат и результатов в процессе кризиса с сохранением жизнедеятельности хозяйственного субъекта.

В ходе проделанной работы были получены следующие результаты:

1. Проведен компаративный анализ определений «превентивного антикризисного управления», демонстрирующий, что большинство из рассмотренных определений являются слишком общими и не отражают всей специфики данного вида антикризисного управления.

2. Уточнено содержание понятия «превентивное антикризисное управление» как управленческого процесса, реализуемого непрерывно, с использованием специального

инструментария, направленного на оперативное выявление и анализ сигналов из внешней и внутренней среды о наличии проблем на предприятии, предполагающего разработку и реализацию оперативных мероприятий по своевременному предотвращению кризисов, вызванных ошибками управления и взятию под контроль (не избегание) прохождения кризисов, возникающих по объективным причинам, нивелированию возможных отрицательных последствий.

3. Структурирован процесс принятия превентивных антикризисных решений, предполагающий 4 этапа: получение информации о внутренней и внешней среде предприятия; этап обработки собранной информации; принятие необходимых превентивных антикризисных решений; реализация принятых решений и установление контроля над процессом их реализации.

4. Проведен обзор инструментов превентивного антикризисного управления, в результате которого было выявлено, что наиболее перспективными инструментами превентивного управления являются инновационные решения, в том числе организационные.

Таким образом, представляется целесообразным внедрение превентивного антикризисного управления в систему менеджмента любого хозяйствующего субъекта, поскольку оно позволяет принимать своевременные ответные меры на ранней стадии появления потенциальной опасности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Березина Е. Бизнес на марку // Российская Бизнес-газета. 2015. № 985 (6). С. 14.
- 2 Рассмотрение дел о несостоятельности (банкротстве) в 2010–2016 гг. URL: <http://www.arbitr.ru/press-centr/news/totals>.
- 3 Егоров В.Н., Чернова М.В. Концепция антикризисного управления промышленным предприятием в процедурах банкротства // Финансы и кредит. 2013. № 24 (552). С. 58–67.
- 4 Ряховская, А.Н., Кован С.Е. Трансформация антикризисного управления в современных экономических условиях // ЕСМ. 2013. № 5 (80). С. 62–73.
- 5 Меры для предупреждения несостоятельности и банкротства URL: <http://1bankrot.ru/antikrizisnoe-upravlenie/preduprezhdenie-bankrotstva.html>.
- 6 Ретроспективный анализ определений понятий «управление» и «антикризисное управление» URL: <http://www.konspekt.biz/index.php?text=2926>.
- 7 Ряховская А.Н., Кован С.Е. Антикризисное управление: развитие научного направления и практики // Управленческие науки. 2014. № 3 (12). С. 29–37.
- 8 Айвазян З., Кириченко В. Антикризисное управление: принятие решений на краю пропасти // Проблемы теории и практики управления. 2004. № 4. С. 94–100.
- 9 Неверов Н.А. Развитие превентивного управления в системе антикризисного менеджмента предприятием // Вестник Мордовского университета. 2007. № 1. С. 152–155.

10 Коптева Е.П. Современные направления корпоративной финансовой политики: политика адаптации к изменениям внешней среды // УЭК. 2011. № 29. С. 1–15.

11 Петров И.В. Превентивное антикризисное управление в обеспечении экономической безопасности хозяйствующих субъектов // Пространство экономики. 2012. № 1–3. С. 129–132.

12 Бусыгин К.Д., Бусыгин А.К. Особенности управления кризисными ситуациями на предприятиях // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2014. № 4 (20). С. 112–116.

13 Федорищева О.В., Воронина В.М. Реализация алгоритма превентивной антикризисной диагностики как инструмента менеджмента промышленного предприятия // Экономика и предпринимательство. 2012. № 3 (26). С. 318–321.

14 Щербань Е.А. Организационно-методические основы превентивного антикризисного управления промышленным предприятием: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук: (08.00.05). Саратов, 2004. 24 с.

15 Неверов А. Особенности формирования модели превентивного антикризисного управления промышленным предприятием // Российское предпринимательство. 2009. № 10–2. С. 60–66.

16 Овсянников С.В. Достаточность ресурсов как фактор выбора антикризисной стратегии предприятия // Территория науки. 2013. № 2. С. 158–162.

17 Мамонтова О.Е. Антикризисное управление концептуальные подходы // Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2016. № 5–1. С. 128–131.

18 Ансофф И. Стратегический менеджмент. Классическое издание. СПб.: Питер, 2009. 344 с.

19 Мерзликина Г.С. Оценка экономической состоятельности предприятия. Волгоград: Научное издание, 1998. 265 с.

20 Трачук А.В. Практика формирования инновационной стратегии в российских компаниях. Опыт вовлечения сотрудников // ECM. 2014. № 1 (82). С. 64–73.

21 Резник С.И. Совершенствование механизма мотивации промышленных предприятий к безопасному инновационному развитию // ECM. 2012. № 6 (75). С. 72–75.

22 Борисова И.С. Основы инновационного развития предприятий // Известия ПГПУ им. В.Г.Белинского. 2011. № 24. С. 225–229.

REFERENCES

1 Berezina E. Business waste. *Rossiiskaya biznes-gazeta* [Russian Business newspaper] 2015. no. 985 (6). pp. 14. (in Russian)

2 Rassmotrenie del o bankrotstve [Consideration of cases on insolvency (bankruptcy) in 2010–2016] Available at: <http://www.arbitr.ru/press-centr/news/totals> (in Russian).

3 Egorov V.N., Chernova M.V. the The concept of crisis management at industrial enterprise in bankruptcy proceedings. *Finansy I kredit* [Finance and credit] 2013. no. 24 (552). pp. 58–67. (in Russian)

4 Ryakhovskiy, A.N., Kovan, C.E. Transformation of crisis management in modern economic conditions. *ESM* [ECM]. 2013. no. 5 (80). pp. 62–73. (in Russian)

5 Mery dlya preduprezhdeniya [Measures to prevent insolvency and bankruptcy] Available at: <http://1bankrot.ru/antikrizisnoe-upravlenie/preduprezhdenie-bankrotstva.html> (in Russian).

6 Retrospektivnaya analiz opredelenii [Retrospective analysis of definitions of "management" and "crisis management"] Available at: <http://www.konspekt.biz/index.php?text=2926> (in Russian).

7 Ryakhovskaya A.N., Kovan S.E. Crisis management: the development of scientific directions and practices. *Upravlencheskie nauki* [Management science] 2014. no. 3 (12). pp. 29–37. (in Russian)

8 Ayvazyan, Z., Kirichenko V. Crisis management: decision making on the brink. *Problemy teorii I praktiki upravleniya* [Problems of the theory and practice of management] 2004. no. 4. pp. 94–100. (in Russian)

9 Neverov, N. The development of preventive management in the system of crisis management of the enterprise. *Vestnik mordovskogo universiteta*. [Proceedings of Mordoviya university] 2007. no. 1. pp. 152–155. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина С. Мерзликина д.э.н., профессор, кафедра экономики и управления, Волгоградский государственный технический университет, пр-т им. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, merzlikina@vstu.ru

Светлана А. Рылшчикова магистр, кафедра экономики и управления, Волгоградский государственный технический университет, пр-т им. В.И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, rsvetlana777@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Галина С. Мерзликина консультация в ходе исследования
Светлана А. Рылшчикова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 09.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.11.2017

10 Kopteva E.P. Modern trends in corporate financial policy: the politics of adaptation to environmental changes. *UEkS* [MEcS]. 2011. no. 29. pp. 1–15. (in Russian)

11 Petrov I.V. Proactive crisis management in ensuring the economic security of business entities. *Prostranstvo ekonomiki* [Space of economy] 2012. no. 1–3. pp. 129–132. (in Russian)

12 Busygin K.D., Busygin A.K. features of crisis management in enterprises. *Mir* [MID (Modernization. Innovation. Development)]. 2014. no. 4 (20). pp. 112–116. (in Russian)

13 Fedorisheva O.V., Voronina V.M. implementation of the algorithm of proactive crisis diagnostics as a tool of management of industrial enterprise. *Ekonomika I predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship] 2012. no. 3 (26). pp. 318–321. (in Russian)

14 Shcherban' E.A. Organizatsiono-metodicheskie osnovy preventivnogo antikrizisnogo upravleniya [Dissertation thesis: Organizational-methodical bases of preventive anti-recessionary management of the industrial enterprise] Saratov, 2004. 24 p. (in Russian)

15 Neverov A. Features of forming a model of preventive crisis management for industrial enterprise. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian entrepreneurship]. 2009. no. 10–2. pp. 60–66. (in Russian)

16 Ovsyannikov S.V. the Adequacy of resources as a factor in the choice of crisis strategy of an enterprise. *Territoriya nauki* [Territory of science]. 2013. no. 2. pp. 158–162. (in Russian)

17 Mamontova O.E. Crisis management conceptual approaches. *Novaya nauka* [Modern science: is a temporary state and ways of development] 2016. no. 5–1. pp. 128–131. (in Russian)

18 Ansoff I. Strategicheskii menedzhment [Strategic management. Classic edition] Saint-Petersburg, Piter, 2009. 344 p. (in Russian)

19 Merzlikina G.S. Otsenka ekonomicheskoi sostoyat'nosti predpriyatiya [Assessment of the economic viability of the enterprise] Volgograd, Scientific publication, 1998. 265 p. (in Russian)

20 Trachuk A.V. Practice of formation of innovation strategies in Russian companies. Experience in employee engagement. *ESM* [ECM]. 2014. no. 1 (82). pp. 64–73. (in Russian)

21 Resnick S.I. Improving the mechanism of motivation of industrial enterprises to secure innovative development. *ESM* [ECM] 2012. no. 6 (75). pp. 72–75. (in Russian)

22 Borisov I.S. Foundations of innovative development of enterprises. *Izvestiya PGPU im. V.G. Belinskogo* [Proceedings of the PGPU them. V.G. Belinsky] 2011. no. 24. pp. 225–229. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina S. Merzlikina Dr. Sci. (Econ.), professor, economics and management department, Volgograd state technical university, V.I. Lenin Av., 28, Volgograd, 400005, Russia, merzlikina@vstu.ru

Svetlana A. Rylshchikova master student, economics and management department, Volgograd state technical university, V.I. Lenin Av., 28, Volgograd, 400005, Russia, rsvetlana777@mail.ru

CONTRIBUTION

Galina S. Merzlikina consultation during the study
Svetlana A. Rylshchikova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.9.2017

ACCEPTED 11.1.2017

Экономика культуры и культура экономики: институциональный аспект

Владимир В. Тарновский¹ vladimir-tarnovskiy@mail.ru

¹ Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина (филиал РАНХиГС), ул. Радищева, 41, Саратов, 410003, Россия

Реферат. В статье анализируется взаимодействие экономических компонентов культуры и ценностных компонентов экономики в институциональной среде. Анализ взаимодействия исходит из основных постулатов поведенческой экономики. Автор вслед за рядом российских исследователей приходит к выводу, что культура экономики может оказывать влияние на динамику производительности и эффективности труда. Автор, опираясь на институциональный подход, вводит понятия «ловушки культурной деградации» и «культурный мультипликатор», формирующиеся в институциональной среде. Сокращение бюджетных расходов на культуру в долгосрочной перспективе может привести к деформации собственных культурных традиций и институтов. В статье предложен теоретический конструкт взаимодействия экономики культуры и культуры экономики, базирующийся на понятии экономического менталитета. Автор включает в данное понятие ценностно-мотивационное отношение к труду, отношение к богатству, нормы и образцы устоявшегося экономического поведения, национальную ориентацию экономического агента и оценку им своего субъективного экономического благополучия. Автор обосновывает, что низкая культура экономического взаимодействия наносит существенный ущерб качеству рыночных трансакций через рост оппортунистического поведения экономических агентов, экономические преступления и т. д. Выявлена разнонаправленная тенденция, связанная с фиксацией роста посещения театров и музеев на 1000 чел. при снижении среднедушевых месячных доходов населения. Для того чтобы понять, является ли данная тенденция особенностью национального экономического менталитета, или это особенность спроса на культурные блага, которая характерна для них без национальной привязки, автор предлагает провести подобный анализ по другим странам мира. Автор приходит к выводу, что экономический менталитет экономических агентов должен способствовать развитию институтов благотворительности и меценатства, выступающих в качестве дополнительного источника инвестиций в сферу культуры.

Ключевые слова: экономика культуры и культура экономики: институциональный аспект

Economy of culture and culture of economy: institutional aspect

Vladimir V. Tarnovskii¹ vladimir-tarnovskiy@mail.ru

¹ Stolypin Volga Region Institute of Administration (branch of RANEPa), Radishcheva str., 41, 410003, Russia

Summary. The article analyzes the interaction of economic components of culture and of valuable components of the economy in the institutional environment. The analysis of interaction based on basic postulates of the behavioral economy. Following a number of Russian researchers the author comes to the conclusion that the culture economy can influence the dynamics of productivity and labor efficiency. The author based on the institutional approach, and he introduces “the traps of cultural degradation” and “cultural multiplier” concepts which are forming in the institutional environment. Spending of budget reduction on culture in the long time may lead to deformation of one's own cultural traditions and institutions. In the article offers a theoretical construct for interaction between the economy of culture and culture of the economy based on the concept of economic mentality. The author includes in the definition the value-motivational attitude to work, wealth, norms and patterns of established economic behavior, the national orientation of the economic agent and his assessment of his subjective economic wellbeing. The author argues that the low culture of economic interaction causes significant damage to the quality of market transactions through the growth of opportunistic behavior of economic agents, economic crimes, and so on. Opposite tendencies associated with the fixation of the theaters and museums visiting per 1000 people growth while reducing the average per capita monthly household income are revealed. In order to understand whether this is a trend characteristic of national economic mentality, or this is a feature of the demand for cultural goods, which is characteristic for them without national binding, the author suggests that a similar analysis for other countries of the world. The author comes to the conclusion that the economic mentality of economic agents should contribute to the development of charity and philanthropy institutions as an additional source of investment in the sphere of culture.

Keywords: economy of culture, the culture of economy, non-economic factors for economic growth, spending for culture, formal institutions, informal institutions, economic mentality, the economic behavior

Введение

В ситуации замедления темпов экономического роста во многих странах мира особую актуальность приобретает поиск неэкономических факторов экономического роста. Попытки установления зависимостей между экономическим развитием и культурным наследием народов, формальными и неформальными институтами, влиянием культуры на экономический рост интегрировались в направление, занимающееся экономикой культуры. Еще со времен А. Смита экономистов занимал вопрос о том, какую роль играет непроизводительный труд. К непроизводительному труду он относил труд военных,

Для цитирования

Тарновский В.В. Экономика культуры и культура экономики: институциональный аспект // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 237–243. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-237-243

государственных чиновников, а также труд актеров, «паяцев», музыкантов, писателей. В рамках концепции культурного детерминизма институциональная структура, политические, социальные и экономические изменения выступают одной из функций культуры [2, с. 178]. Так, Л. Харрисон пишет, что именно культура, а не политика определяет успех того или иного общества [2, с. 180]. В долгосрочной перспективе сокращение бюджетных расходов на культуру может сказаться на формировании ценностной ориентации экономических агентов, приводя их (в терминах С. Хантингтона) к «вестернизации» [8, с. 75]. Вестернизация представляет собой

For citation

Tarnovskiy V.V. Economy of culture and culture of economy: institutional aspect. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 237–243. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-237-243

процесс деформации и последующего разрушения собственных культурных традиций, сопровождающийся их поверхностной заменой культурными традициями других стран. Данный процесс в условиях глобализации в последние двадцать лет набирал большие обороты. Сейчас в условиях изменения геополитической и экономической ситуации в мире, при нарастании уровня деглобализационных тенденций, данный процесс замедлился, и национальные культуры начинают возвращаться к истинным ценностям и национальным культурным традициям. В подобных условиях большой научный интерес вызывают экономика культуры и культура экономики.

Сейчас можно говорить не только об экономике культуры, но и культуре экономики. Экономика культуры предстает перед нами как дисциплина, которая охватывает большой круг проблем – от экономической теории культурной деятельности и исследования механизмов государственной поддержки культуры в условиях рынка до изучения правовых, финансовых, трудовых отношений в этой сфере. Культура экономики представляет собой совокупность ценностей и норм, связанных с национальным характером, менталитетом, особенностями национального мышления, выражающаяся в определенном экономическом поведении. Роль экономической культуры в экономике, по мнению А. Городецкого, состоит в том, что она будет определять динамику производительности и эффективности труда [1].

Существуют различные определения экономической культуры. И.В. Розмаинский под экономической культурой понимает совокупность

ценностей и норм, а также стереотипов и определенных элементов хозяйственного быта, которые формируют предпочтения людей и оказывают воздействие на неформальные правила [5]. Предпринимаются попытки провести классификацию экономических культур. Например, выделяют аскетические экономические культуры, гедонистические экономические культуры и прочие культуры.

Основная часть

Культура экономики, по нашему мнению, это устоявшийся в рамках данного институционального конструкта набор ценностей и норм, выраженных в национальном экономическом менталитете, которые будут определять тип экономического поведения экономического агента. Экономический менталитет включает в себя нематериальные компоненты цивилизации и культуры. Система экономических ценностей образует внутренний стержень культуры экономики. Е.К. Карпунина и В.В. Андросов дают следующее определение экономического менталитета. Под экономическим менталитетом, с их точки зрения, понимается система социально-психологических механизмов, посредством которых программируется социально-экономическая деятельность экономических агентов, обуславливающая социально-экономическое мышление, формирующее мотивацию экономического поведения [3, с. 47]. На рисунке 1 представлено взаимодействие экономического компонента культуры и ценностного компонента экономики через формальные и неформальные институты, интегрирующиеся в институциональную среду.

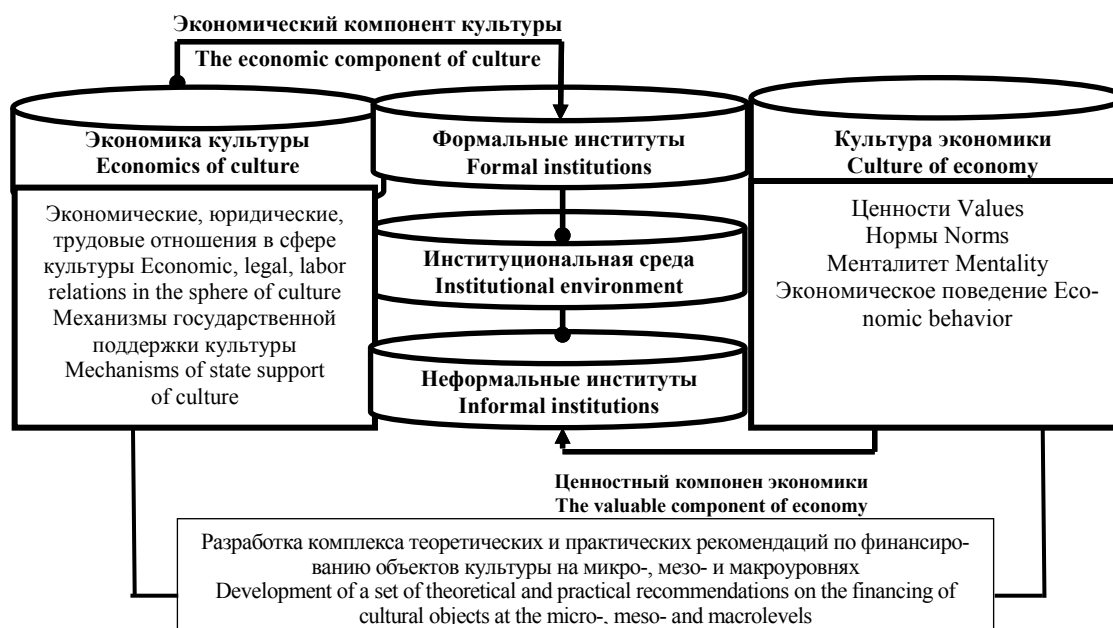


Рисунок 1. Взаимодействие экономики культуры и культуры экономики

Figure 1. Interaction of economy of culture and culture of economy

В монографии под редакцией Р.М. Нурева «Экономические субъекты постсоветской России (институциональный анализ)» приводятся следующие определения экономической ментальности: «особенности экономических ценностей и норм поведения, характерные в той или иной степени для всех представителей какой-либо этнической группы, характеризуют ее национальную экономическую ментальность» [7]. С нашей точки зрения, экономический менталитет включает в себя ценностно-мотивационное отношение к труду, отношение к богатству, нормы и образцы устоявшегося экономического поведения, национальную ориентацию экономического агента и оценку им своего субъективного экономического благополучия.

Экономика культуры – это экономический компонент культурной сферы жизнедеятельности человека, а культура экономики – это нормативный, ценностный компонент экономики как сферы жизнедеятельности человека. Через систему формальных и неформальных институтов экономический компонент культуры и культурный компонент экономики взаимодействуют друг с другом. Данное взаимодействие образует большую часть институциональной среды, в которой функционируют экономические агенты. В отсутствие или при низком качестве экономического компонента резко снижается социальный престиж и репутация деятелей культуры (например, государство платит музыкантам, актерам низкую заработную плату). В то же время, низкая культура экономического взаимодействия наносит существенный ущерб

качеству рыночных трансакций (оппортунистическое поведение, уголовные преступления и т. д.), и, наоборот, деятели культуры при высоком уровне развития данной сферы оказывают положительное влияние на качество культуры экономического взаимодействия, а высококультурная экономика предоставляет дополнительный объем инвестиций в сферу культуры (благотворительность, меценатство, социальная ответственность бизнеса). Поэтому экономика культуры и культура экономики образуют взаимный мультипликационный эффект [4]. Торможение одного оказывает влияние на торможение другого, образуя отрицательную спираль качественной деградации общества. Подобная ситуация, при условии достаточно длительного времени действия, формирует «ловушку культурной деградации». В обратном случае запускается механизм, который условно может быть обозначен как «культурный мультипликатор», выступающий своего рода механизмом морального износа безответственного бизнеса и псевдокультуры.

Экономический менталитет в разных странах носит национальную окраску, а спрос на культурные блага в зависимости от экономического менталитета будет различаться. Для проверки этого положения была проанализирована динамика (темпы прироста) трех показателей государственной статистики РФ, используемых для оценки культуры за период с 2005 по 2014 гг. по РФ и Приволжскому федеральному округу: посещение театров на 1000 чел. населения, посещение музеев на 1000 чел., среднедушевые месячные доходы в руб. (рисунок 2 и 3).

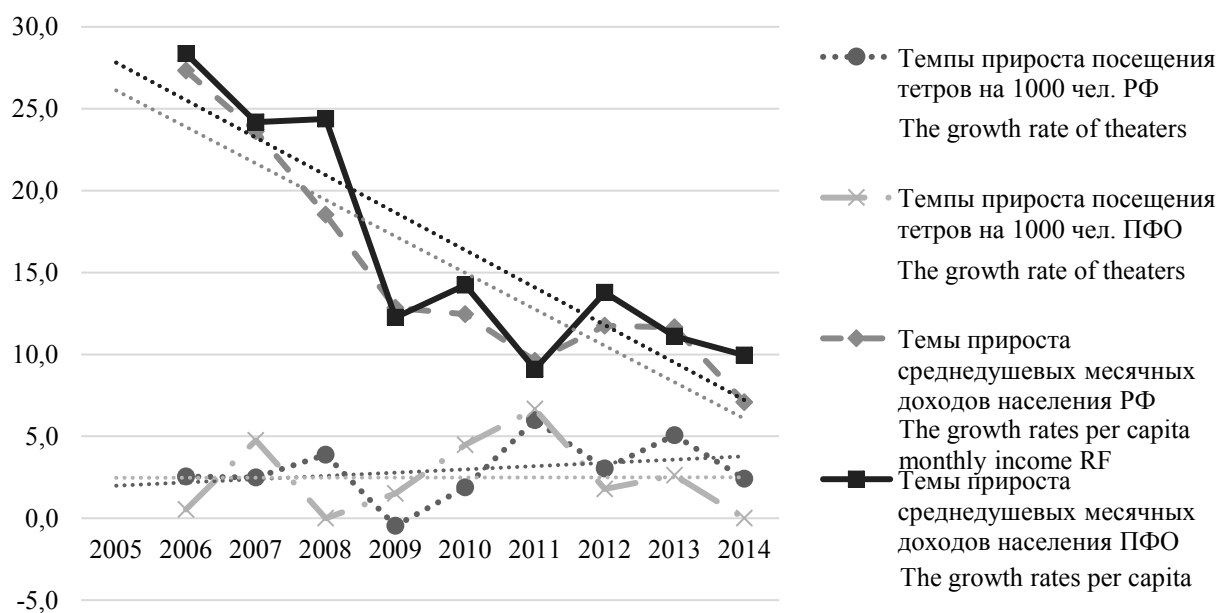


Рисунок 2. Сравнение темпов прироста численности зрителей театров на 1000 чел. населения и среднедушевых месячных доходов по Приволжскому федеральному округу и РФ

Figure 2. Comparison of the growth rates of the number of spectators in theaters by 1000 people. Population and per capita monthly income for the Volga Federal District and the Russian Federation

Как видно из приведенного выше рисунка, имеет место интересная особенность спроса на данный вид культурных благ. В условиях снижения темпов роста среднедушевых месячных доходов и в РФ и в ПФО спрос на посещение театров увеличивается. В классической экономической теории при снижении доходов спрос на культурные блага, в данном случае количество посещений театров, должно сократиться. Проведенные линии трендов на графике показывают разнонаправленность движения темпов прироста среднедушевых месячных доходов и темпов прироста численности посещений театров на 1000 человек. В 2011 году зафиксированы самые высокие темпы прироста посещений театров на 1000 человек как в ПФО, так и РФ, при этом мы видим, что зафиксированы самые низкие темпы прироста среднедушевых месячных доходов. Зафиксированные тенденции характерны как для Приволжского федерального округа, так и для РФ в целом.

Для того чтобы понять, является ли данная тенденция особенностью национального экономического менталитета, или это особенность спроса на культурные блага, которая

характерна для них без национальной привязки, необходимо провести подобный анализ по другим странам мира. На рисунке 3 осуществлен анализ темпов прироста посещений музеев на 1000 чел. и среднедушевых месячных доходов. Как видно из графиков и построенных линейных трендов, здесь прослеживается такая же тенденция, как и при анализе количества посещений музеев. Фиксируется ситуация снижения темпов прироста среднедушевых месячных доходов и увеличения темпов прироста количества посещений музеев.

К сожалению, существующих статистически данных по экономике культуры для полноценного анализа недостаточно, а некоторые данные Росстата не дают реальной картины функционирования данной отрасли. Например, показатель численности пользователей библиотек в условиях, когда развивается сеть электронных библиотек, и есть возможность пользоваться этими ресурсами из дома, данный показатель теряет смысловую нагрузку для оценки эффективности функционирования культуры. Как видно из таблицы 1, характеризующей численность пользователей библиотек, количество пользователей устойчиво снижается.

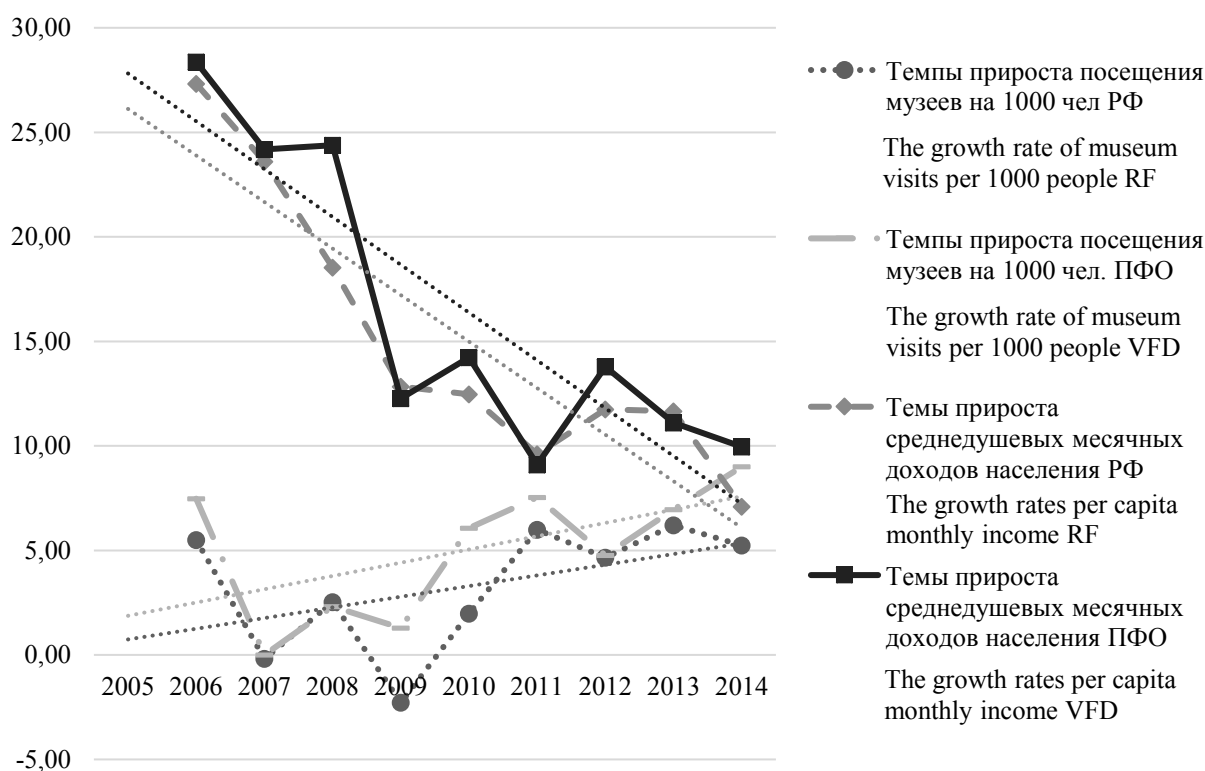


Рисунок 3. Сравнение темпов прироста посещений музеев на 1000 чел. населения и среднедушевых месячных доходов по Приволжскому федеральному округу и РФ

Figure 3. Comparison of the growth rates of museum visits per 1000 people. Population and per capita monthly income for the Volga Federal District and the Russian Federation

Численность пользователей общедоступных библиотек (тыс. чел.)

Table 1.

Number of users of public libraries (thousand people)

	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Российская Федерация Russian Federation	58088	55971	53649	52212	51383	51542
Приволжский федеральный округ Volga Federal District	14011	13365	12915	12385	12166	12380

По Российской Федерации можно зафиксировать снижение числа пользователей общедоступных библиотек с 2005 года на 6 млн. 546 тыс. человек. По Приволжскому федеральному округу с 2005 года зафиксировано снижение числа посетителей на 1 млн. 631 тыс. человек. Изменение данного показателя не говорит о том, что необходимо увеличить или уменьшить финансирование библиотек со стороны государства. Выявленная тенденция свидетельствует об объективных причинах (развитие электронных ресурсов), приводящих к изменению числа посещений. В такой ситуации необходимо переориентировать ресурсы и финансирование библиотек на более эффективную работу с электронными ресурсами и в сети интернет. Все это позволяет сделать вывод о том, что

для выявления особенностей спроса на культурные блага и поиска влияния национального экономического менталитета на спрос необходимо проводить межстрановые сравнения.

Для оценки вклада культуры в экономическое развитие и оценки эффективности функционирования данной сферы необходимо совершенствовать имеющиеся, разрабатывать и внедрять новые показатели оценки эффективности функционирования культуры. Например, В.В. Романов и А.В. Мацкевич в работе «Бюджетные расходы в сфере культуры и кинематографии: анализ состояния и динамики» приводят статистические данные о доле расходов на культуру и кинематографию в России и странах ОЭСР в процентах к ВВП (таблица 2).

Таблица 2.

Расходы на культуру и кинематографию в России и странах, входящих в ОЭСР (% к ВВП) [6, с. 9]

Table 2.

Expenditure for culture and for cinematography in Russia and in the OECD countries (% of GDP) [6, p. 9]

Страна country	2008	2010	2011	2012
Исландия Iceland	1,36	1,25	1,16	1,16
Люксембург Luxembourg	1,21	1,16	1,14	1,13
Эстония Estonia	1,56	1,34	1,25	1,11
Словения Slovenia	0,93	1,04	1,00	0,98
Швеция Sweden	0,62	0,61	0,59	0,57
Финляндия Finland	0,50	0,57	0,57	0,57
Россия Russia	0,60	0,60	0,60	0,60
Германия Germany	0,43	0,44	0,45	0,44
Великобритания United Kingdom	0,39	0,37	0,34	0,33
Греция Greece	0,24	0,23	0,26	0,26
Средняя по ОЭСР Average for OECD	0,68	0,68	0,65	0,64

По итогам анализа данной таблицы они пишут: «...видно, что Российская Федерация занимает весьма скромное положение по сравнению с другими странами» [6, с. 9]. Как видно из приведенной ими таблицы, расходы РФ отличаются весьма незначительно, и при этом 1,16% расходов на культуру Исландии в 2012 г. будут несопоставимы с 0,6% в РФ, поскольку ВВП данных стран весьма отличается друг от друга. На наш взгляд, интереснее было бы

проанализировать темпы прироста этих расходов в абсолютных показателях и провести межстрановое сравнение.

Как видно из рисунка 4, четко прослеживается тренд на снижение доли расходов на культуру и кинематографию в странах ОЭСР. Российская Федерация демонстрирует постоянство доли расходов на культуру и кинематографию в процентах от ВВП: по данным ВШЭ, расходы составляют 0,6% ВВП [6].

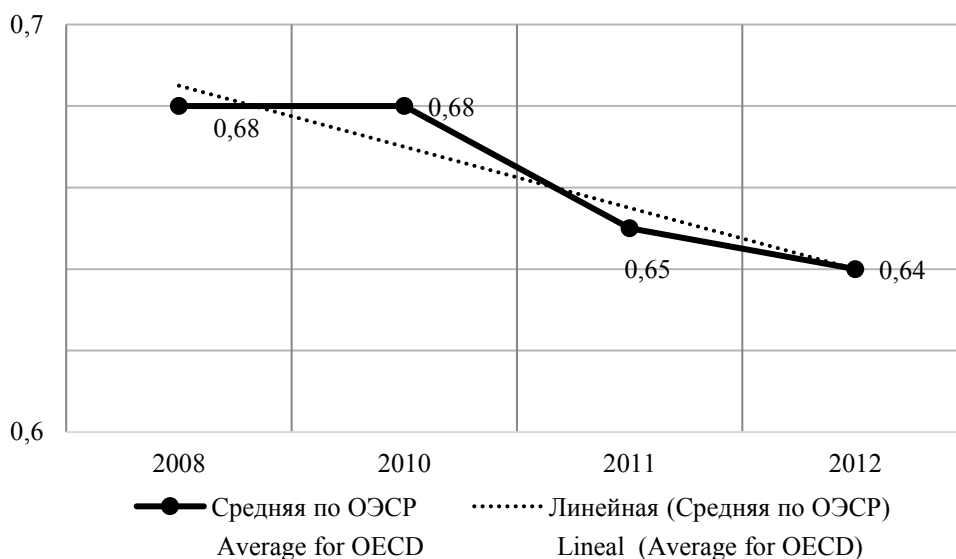


Рисунок 4. Средняя динамика доли расходов на культуру и кинематографию в странах ОЭСР с 2008 по 2012 гг. (в% ВВП)
Figure 4. Expenditures average dynamics for culture and for cinematography in the OECD countries from 2008 to 2012 (% of GDP)

Заклучение

Проведенный анализ позволил выявить разнонаправленную тенденцию, связанную с фиксацией роста посещения театров и музеев на 1000 чел. при снижении среднедушевых месячных доходов населения. Для того чтобы понять, является ли данная тенденция особенностью национального экономического менталитета, или это особенность спроса на культурные

блага, которая характерна для них без национальной привязки, предлагается провести подобный анализ по другим странам мира. В дальнейшем исследовании экономики культуры и культуры экономики предлагается продолжить анализ взаимодействия экономического компонента культуры и ценностного компонента экономики через формальные и неформальные институты.

ЛИТЕРАТУРА

1 Городецкий А. Дух экономики // Прямые инвестиции. 2011. № 2 (106).

2 Ивашковский С. Культура, экономическое поведение и развитие // Экономическая политика. 2014. № 4.

3 Карпунина Е.К., Андросов В.В. Экономическая политика государства: значение национального российского менталитета // Социально-экономические явления и процессы. 2010. № 1 (17).

4 Неверов А.Н., Маркелов А.Ю. «Болезнь цен» в российской науке: миф или реальность? // Психолого-экономические исследования. 2015. Т. 2 (8). № 3. С. 22–46.

5 Розмаинский И.В. Экономическая культура как фактор и барьер экономического роста // Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований). 2012. Т. 4. С. 22–32.

6 Романов В.В., Мацкевич А.В. Бюджетные расходы в сфере культуры и кинематографии: анализ состояния и динамики. М.: ВШЭ, 2014. 71 с.

7 Нуреев Р.М. Экономические субъекты постсоветской России (институциональный анализ). Изд. 2-е, испр. и дополн. Часть 1. Домохозяйства современной России. М.: МОНФ, 2003.

8 Huntington S.P. The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order. Simon & Schuster, 2012. 386 p.

9 Throsby D. Economics and Culture. Cambridge university press, 2001. 194 p.

10 Neil J., Smelser N., Swedberg R. et al. The handbook of economic sociology. Princeton University Press, 2005. 729 p.

11 Throsby D. Regional aspects of heritage economics: analytical and policy issues // Australasian Journal of Regional Studies. 2007. V. 13. № 1. 2007. P. 21–30.

12 Throsby D. The Value of cultural heritage : what can economics tell us? // Capturing the public value of heritage : the proceedings of the London conference. 2006. P. 40–43.

13 Rizzo I., Mignosa A. et al. Handbook on the Economics of Cultural Heritage. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2013. 613 p.

REFERENCES

1 Gorodetskiy A. Spirit of the economy. *Pryamye investitsii*. [Direct investments] 2011. no. (106). (in Russian)

2 Ivashkovskiy S. Culture, Economic Behavior and Development. *Ekonomicheskaya politika* [Economic Policy] 2014. no. 4. (in Russian)

3 Karpunina E.K., Androsov V.V. The economic policy of the state: the importance of the national Russian mentality. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy*. [Socio-economic phenomena and processes] 2010. no. 1 (17). (in Russian)

4 Neverov A.N., Markelov A. Yu. "Disease prices" in Russian science: myth or reality? *Psikhologo-ekonomicheskie issledovaniya*. [Psychological and Economic Studies] 2015. vol. 2 (8). no. 3. pp. 22–46. (in Russian)

5 Rozmainskiy I.V. Economic culture as a factor and barrier of economic growth. *Zhurnal institutional'nykh issledovaniy*. [Journal of Institutional Studies] 2012. vol. 4. pp. 22-32. (in Russian)

6 Romanov V.V., Matskevich A.V. Byudzhetye raskhody v sfere kul'tury i kinematografii: analiz sostoyaniya i dinamiki. [Budget expenditures in the sphere of culture and cinematography: analysis of the state and dynamics] Moscow, VShE, 2014. 71 p. (in Russian)

7 Nureev R.M. Ekonomicheskie subjekty postsovet'skoy Rossii (institutsional'nyy analiz). Chast' 1. Domokhozyaystva sovremennoy Rossii [Economic subjects of post-Soviet Russia (institutional analysis). Households of modern Russia.] Moscow, MONF, 2003. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир В. Тарновский соискатель, Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина (филиал РАН-ХиГС), ул. Радищева, 41, Саратов, 410003, Россия, vladimir-tarnovskiy@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Владимир В. Тарновский Полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2017

8 Huntington S.P. The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order. Simon & Schuster, 2011. 386 p.

9 Throsby D. Economics and Culture. Cambridge university press, 2001. 194 p.

10 Neil J., Smelser N., Swedberg R. et al. The handbook of economic sociology. Princeton University Press, 2005. 729 p.

11 Throsby D. Regional aspects of heritage economics: analytical and policy issues. *Australasian Journal of Regional Studies*. 2007. vol. 13. no.1. 2007. pp. 21-30.

12 Throsby D. The Value of cultural heritage : what can economics tell us? Capturing the public value of heritage : the proceedings of the London conference. 2006, pp. 40-43.

13 Rizzo I., Mignosa A. et al. Handbook on the Economics of Cultural Heritage. Cheltenham, Edward Elgar Publishing Limited 2013, 613 p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir V. Tarnovskii applicant, Stolypin Volga Region Institute of Administration (branch of RANEPa), Radishcheva str., 41, 410003, Russia, vladimir-tarnovskiy@mail.ru

CONTRIBUTION

Vladimir V. Tarnovskii Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.12.2017

ACCEPTED 11.30.2017

Формирование основ управленческой культуры у магистрантов направления «Педагогическое образование»

Аркадий Б. Панькин ¹	connotation@mail.ru
Айбар Б. Мурзабеков ¹	aibar_alasha@mail.ru
Наталья А. Шагаева ¹	natalya-shagaeva@yandex.ru

¹ Калмыцкий Государственный университет имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия

Реферат. В статье рассматриваются вопросы управленческой культуры, ее актуальности и формирования основ данной культуры у будущих руководителей образовательных учреждений. Изменения в жизни общества выявляют множество проблем. Большинство из них связано с поиском механизмов, повышающих эффективность регулирования социальных процессов, в том числе и управление ими. В условиях изменений, велика потребность в руководителе, способном осуществлять такое управление, которое направлено на согласование личностных ценностей и смыслов, прав и обязанностей членов коллектива, на гармонизацию отношений между участниками процесса. Раскрыто понятие «управленческая культура» и сделан литературный обзор по работам российских и зарубежных педагогов. По мнению авторов, управленческая деятельность требует специфических личностных качеств, так как управление всегда связано с людьми и может быть направлено как на самого себя, так и на другого человека или группу людей. В качестве исследовательской задачи авторы определили попытку оценить проблему формирования культуры управления среди магистрантов в качестве будущих руководителей образовательных учреждений. Описан опыт работы, направленный на развитие их рефлексивной сферы как основы управленческой культуры. При исследовании были использованы анкеты авторского и апробированного характера. Представлены диагностические материалы, а также подготовлена специальная анкета, связанная с определением уровня сформированности основ культуры управления у магистрантов педагогических направлений подготовки. Прослежена динамика работы с магистрантами и даны комментарии учитывая особенности направления обучения магистрантов. Так же был определен образ успешного руководителя с глазами магистрантов будущих руководителей образовательных учреждений.

Ключевые слова: культура управления, профессиональная культура, саморазвитие, образовательные учреждения, терминальные ценности, инструментальные ценности, ценностные ориентации, ответственность, успешный лидер, коммуникативные навыки

Formation of the basics of management culture in masters – future leaders of educational institutions

Arkadii B. Pan'kin ¹	connotation@mail.ru
Aibar B. Murzabekov ¹	aibar_alasha@mail.ru
Natal'ya A. Shagaeva ¹	natalya-shagaeva@yandex.ru

¹ Kalmyk State University named after B. Gorodovikova, 11 Pushkina St., Elista, 358000, Russia

Summary. The article examines the issues of administrative culture, its relevance and formation of the foundations of this culture in future heads of educational institutions. Changes in the life of society reveal many problems. Most of them are connected with the search for mechanisms that increase the effectiveness of social processes regulation, including their management. In conditions of change, there is a great need for a leader capable of implementing such management, which is aimed at harmonizing personal values and meanings, rights and duties of team members, and harmonizing relations among the participants in the process. The notion of "management culture" is opened and a literary review on the work of Russian and foreign teachers is made. According to the authors, management activities require specific personal qualities, since management is always connected with people and can be directed both to oneself and to another person or group of people. As a research task, the authors defined an attempt to assess the problem of forming a management culture among undergraduates as future heads of educational institutions. Described work experience aimed at developing their reflective sphere as the basis of administrative culture. Authorship and approbated questionnaires were used during the research. Diagnostic materials are presented, as well as a special questionnaire related to determining the level of formation of the foundations of a management culture among undergraduates of pedagogical areas of training. The dynamics of work with undergraduates is traced and a comment is given, taking into account the peculiarities of the direction of master's training. The image of a successful leader with the eyes of undergraduates of future heads of educational institutions was also defined.

Keywords: culture of management, professional culture, self-development, educational institutions, terminal values, instrumental values, value orientations, responsibility, successful leader, communication skills

Для цитирования

Панькин А.Б., Мурзабеков А.Б., Шагаева Н.А. Формирование основ управленческой культуры у магистрантов направления «Педагогическое образование» // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 244–252. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-244-252

For citation

Pankin A.B., Murzabekov A.B., Shagaeva N.A. Formation of the basics of management culture in masters – future leaders of educational institutions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 244–252. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-244-252

Введение

В условиях кардинально меняющегося мира, масштабных общественных реформ и модернизации управленческих структур особую актуальность приобретают качества личности руководителя, способного быть проводником таких изменений. Сегодня изменения и их инициация – это основной инвариант его деятельности и объективный управленческий факт. Говоря об изменениях в образовательной организации, нужно иметь в виду сложный набор разного рода систем, которые пугают своим разнообразием. Возникает вопрос о готовности будущих руководителей образовательных учреждений к работе с этими различными системами в условиях нестабильности, противоречивости, инновационных задач. Вопрос этот, очевидно, адресован, в первую очередь, высшей школе.

Существует достаточно богатый опыт подготовки менеджеров образования в вузах нашей страны. Эта подготовка ведется на разных уровнях и в разных формах. В основном, упор в разработке образовательных программ для будущих руководителей делается на формирование компетенций, на освоение функций. Но, как отмечается в исследованиях, по-прежнему остается неразрешенным противоречие между потребностью современных образовательных организаций в компетентных специалистах и эффективной практикой подготовки такого специалиста. На наш взгляд, в подготовке специалистов, чья профессиональная деятельность в будущем будет связана с управлением, важно обратить внимание не столько на их функциональные компетентности, сколько на их способность к формированию управленческой культуры. Невозможно обучить всему, что необходимо для успешного менеджмента, как говорится, на все случаи, но можно сформировать основы культуры руководителя, которые позволят находить оптимальные решения тех или иных проблем и осуществлять развивающее управление. Именно управленческая культура должна стать «содержательным ядром» образования будущих менеджеров.

Управление, как известно, является важнейшей формой социализации, организации, координации человеческого опыта на всех этапах человеческой истории. Именно культура является краеугольным камнем и оказывает непосредственное воздействие на все сферы деятельности любой организации. Возрастание роли культурного фактора в управлении одно из важнейших требований современной ситуации.

В зарубежных исследованиях G. Jago, I. Lapiņa, I. Kairiša, D. Aramina, K. Samuelsson, S. Lindblad, S. Strese, D.R. Adams, T.C. Flatten, M. Brettel, P. Thanomwan, P. Buncha, посвященных управленческой культуре, отмечается, что это понятие сложное, многоаспектное [1–5]. В исследованиях Л.Д. Андреевой, Н.В. Кузнецовой, В.В. Кузнецова, Н.В. Лизиной, Е.В. Павловой, А.Б. Панькина, К.Ю. Сидоровского, И.А. Чугуновой, Н.А. Чумака [6–15] управленческая культура рассматривается в соотношении с субъектом управления и с личностными характеристиками. Управленческая культура представлена как часть профессиональной культуры и отражает степень усвоения культурного опыта человечества [10]. Управленческая культура – это «интериоризированный социальный управленческий опыт», выраженный в управленческих знаниях, в опыте осуществления различных видов управленческой деятельности, а также это опыт ценностного отношения в процессе управленческого взаимодействия, предполагающий знания о нормах отношения и навыки в соблюдении этих норм. В.В. Кузнецов рассматривает управленческую культуру руководителя как целостную динамическую систему, которая представлена компонентами, характеризующими личность, общение и профессиональную деятельность [8]. Культура социального управления трактуется как совокупность ценностей, установок, убеждений, ориентаций и выражающих их символов, способов воздействия; именно это служит упорядочению управленческого опыта, регулированию поведения всех членов общества» [9]. Также управленческую культуру можно представить, как совокупность ценностей, взглядов, взаимоотношений, единых для всего профессионального коллектива, устанавливающих нормы их поведения [16].

Руководитель все время находится в центре социально-экономических преобразований и изменений, координирует, направляет, побуждает к деятельности и мотивирует труд членов коллектива. Особое значение имеет не только квалификационный уровень и выполнение функциональных обязанностей, но, главным образом, культура управления руководителя, для которой важна ценностная составляющая. Культура управления выступает как совокупность общей культуры, норм, поведения, ценностей, которые формируют отношение руководителя к окружающей действительности, к последствиям своей деятельности, и это требует его определенных личностных качеств, позволяющих осуществлять такую деятельность [11, с. 13].

Культура управления – это феномен, определяющий явления, которые не всегда могут лежать на поверхности. Разные авторы вносят свое понимание данного феномена, что позволяет увидеть эту самую глубину. Различным аспектам профессиональной культуры (культура делового общения, научно-исследовательская культура, педагогическая культура) руководителей образовательных учреждений посвящены исследования В.А. Сластенина, В.П. Каширина [12].

В своем исследовании мы определяем управленческую культуру как уровень мышления и свойство личности, обеспечивающие решение проблем и задач, которые возникают в процессе управления и в ситуациях, требующих управленческого воздействия с использованием знаний и учебного опыта, ценностей, способностей и наклонностей. Именно культура позволяет руководителю не только управлять системой организации, но, что очень важно, вдохновлять сотрудников, поддерживать их профессионально-личностное развитие, в трудной профессиональной ситуации. И с таких позиций управленческая деятельность предстает как работа с человеком.

В сфере образования остро стоят вопросы реализации культурологического подхода к оценке и анализу работы руководителя образовательных учреждений, его функций. От руководителя образовательного учреждения требуется комплекс управленческих знаний, умений и опыта, а также профессионально значимых личностных качеств лидерской и творческой направленности. Мастерство управления состоит в умении выбирать наиболее эффективные для данного конкретного момента времени и сложившихся обстоятельств методы управленческой деятельности. Помимо наличия у руководителя профессионального образования, особое значение имеет его способность к самосовершенствованию, самовоспитанию, к постоянному развитию общей культуры, культуры управления. В связи с этим возникает необходимость таких способов образования будущих руководителей, которые обеспечивают данную способность.

Среди основных компонентов управленческой культуры выделяют: 1) мировоззренческий: убеждения, интересы, предпочтения, ориентации руководителя; 2) аксиологический: ценности управленческого труда руководителя; 3) практический: характер взаимодействия руководителя с подчиненными, методы, формы планирования, организации, мотивации, контроля, управленческие приемы и технологии, уровень владения информационными технологиями,

документированием; 4) творческий: способности руководителя нестандартно подходить к вопросам планирования, организации, мотивации и контроля; 5) рефлексивно-проектировочный: способность мыслить рефлексивно и осуществлять самореализацию своих сущностных сил [8, с. 42–46].

Управленческая культура, как доказано в исследованиях, не может существовать вне человека, вне его личной, профессиональной культуры и его субъектности, вне коллектива, в котором он пребывает. И здесь на первый план выходит вопрос об осознании субъектом управления своего собственного мировоззрения, своих отношений, своего внутреннего мира и многочисленных внешних связей. В связи с этим необходимо в подготовке руководителей образовательных учреждений обращать внимание на такое содержание образования, которое позволяет, с одной стороны, изучать все многообразие внешних факторов и правленческих задач, с другой – всю многомерность собственной субъектной реальности и себя как носителя профессиональной культуры. Это содержание, в котором могут быть гармонично представлены все указанные выше компоненты – мировоззренческий, аксиологический, практический, творческий, рефлексивно-проектировочный.

В нашей работе с магистрантами – будущими руководителями образовательных организаций, которую мы ведем на базе Калмыцкого государственного университета, мы акцентируем внимание именно на эти компоненты. В разрабатываемом нами содержании такой работы включаются разнообразные материалы, кейсы, виды деятельности магистрантов, которые могли бы изучать специфику и все многообразие организационной культуры, с чем они впоследствии могут иметь дело. Организационную культуру в данном случае, мы рассматриваем как набор коллективных базовых представлений, обретаемых группой при разрешении проблем адаптации к изменениям внешней среды и внутренней интеграции, эффективность которого оказывается достаточной для того, чтобы считать его ценным и передавать его новым членам группы в качестве правильной системы восприятия и рассмотрения названных проблем.

Актуальным становится подготовка будущего руководителя в процессе базового профессионального образования, в рамках которого происходит формирование его общей культуры, интеллекта, мышления, способности к межличностному диалогу и профессиональной коммуникации, ценностной ориентации на са-

мореализацию и саморазвитие. Педагогическое содержание становления управленческой культуры в вузовском образовании обусловлено целями и задачами современного этапа развития общества и определяется нами как становление и развитие адаптивной личности, способной к активной преобразующей профессиональной деятельности. Нужны в этом случае, как показывают наши исследования, программы, имеющие многоуровневую структуру, включающие разные аспекты содержания образования и отражающие разные грани управленческой культуры магистрантов.

Мы в нашей работе с магистрантами опирались на Федеральный Государственный стандарт высшего профессионального образования, который дает возможность, в вариативную часть содержания образования, включать ряд профессиональных дисциплин, позволяющих осваивать навыки, знания и умения, формирующие основы управленческой культуры. Формирование данной культуры мы рассматриваем как педагогическую проблему в системе подготовки магистрантов по направлению «Педагогический менеджмент». Формирование основ управленческой культуры происходит средствами дисциплин профессионального цикла управленческого блока. Среди них: «Теория менеджмента (история управленческой мысли)», «Теория менеджмента (теория организации)», «Теория менеджмента (организационное поведение)».

Работа, которую мы проводим с магистрантами, включает диагностику сформированности у них основ культуры управления, которую мы рассматриваем на разных уровнях: мотивационно-ценностном – интерес к управленческой деятельности и принятие ценности управленческих знаний; когнитивном – знание основ управления; коммуникативном – способность к диалогу; деятельностно-практическом – участие в проектах; рефлексивно-управленческом – способность к рефлексии и управлению своим развитием. Данные компоненты были выделены нами на основе исследований проблем образования и формирования культуры личности с позиции компетентностного подхода [18, 20].

Нами подобраны и разработаны такие диагностические методики, которые не только позволяют проводить мониторинг результатов обученности будущих руководителей, но и являются обучающе-информационным материалом. Сами вопросы и ответы разных анкет и тестов выступают в качестве информации для коллективного обсуждения, которое способствует формированию управленческой культуры магистрантов.

Так, нами было проведено анкетирование магистрантов 2 курса, направлений «Химическое образование», «Педагогический менеджмент» и «Технологическое образование». И по результатам этого анкетирования была организована встреча студентов, которые уже в устной форме обсуждали свои ответы на вопросы. Это тот самый случай, когда «вопрос важнее ответа». Анкета, которая была предложена, направлена на выявление у магистрантов степени осознанности ими своих знаний, умений и возможностей, связанных с управленческой деятельностью.

В анкету входили следующие вопросы:

1. Насколько процентов вы хорошо информированы о возможных изменениях в законодательстве об образовании, составе правительства, о международных событиях и какое влияние все они могут оказать на вашу организационную деятельность?

- А. 50 %
- В. 75 %
- С. 1–10 %
- Д. 100 %

2. Как вы считаете, насколько у вас хорошо развита способность понимать чувства и реакцию других людей?

- А. Понимаю чувства и реакцию всех
- В. Понимаю чувства и реакцию не всех
- С. Никого не понимаю
- Д. Невступаю в контакты

3. Что является для вас серьезным препятствием в принятии решений?

- А. Страх разочарования
- В. Страх не правильности действий
- С. Обратная связь
- Д. У меня нет препятствий

4. Испытываете ли вы трудности в общении с людьми?

- А. Да, всегда
- В. Да, частично
- С. Нет, я хорошо вступаю в контакт
- Д. Нет, использую специальные возможности

5. Что вы предпринимаете при возникновении конфликтных ситуаций?

- А. Решаю самостоятельно
- В. Прибегаю к помощи знакомых
- С. Стараюсь обходить конфликтные ситуации

Д. Ссорюсь и защищая свои права, решаю в свою пользу

6. Чем вы занимаетесь, чтобы избавиться от ощущения напряженности, волнения, усталости?

- А. Сохраняю спокойствие
- В. Не стараюсь избавляться от таких ощущений
- С. Медитирую
- Д. Пью чай

7. Умеете ли вы проявлять инициативу?

- А. Да В. Нет С. Иногда Д. Не уверен в себе

8. Что более характерно для вас – активная или пассивная деятельность?

- А. Активность
 В. Пассивность
 С. Нейтральность
 Д. Спокойствие
9. Насколько вы сочетаете в своей деятельности теоретические и практические знания?
 А. Всегда
 В. Частично
 С. Теоретические знания, которое я получил не пригодны к практике

- Д. Нет условий применения в практике
10. Что вы предпринимаете для повышения уровня саморазвития?
 А. Читаю книги
 В. Общаюсь интеллигентней
 С. Стараюсь часто применять навыки развития
 Д. Не занимаюсь саморазвитием.
- По итогам анкетирования были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты анкетирования

Table 1.

The results of the survey

Варианты Options	Вопросы и ответы, % Questions and answers, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	14,3	47,6	19,1		33,3	71,4	61,9	61,9	66,7	38,1
В	33,3	47,6	33,3	38,1	14,3				33,3	28,6
С		4,8		57,1	52,4	28,6	38,1	38,1		33,3
Д	52,4		47,6	4,8						

Анализ результатов анкетирования показал, что магистранты направления «Химическое образование» более склонные проявлять инициативу в любых начинаниях. По сравнению со студентами других направлений, они реже применяют теоретические знания в практике. Что касается результатов анкетирования магистрантов направления «Педагогический менеджмент», то многие отметили, что следят за изменениями в законодательстве и за международными событиями, что ведут более активный образ жизни и умеют находить компромисс в любых неожиданных ситуациях. Также многие ответили, что стараются часто применять навыки саморазвития и развивать коммуникативные навыки. Ответы магистрантов направления «Технологическое образование» были более разнообразны. Они дали разносторонние ответы на многие вопросы. Это объясняется тем, что они более творческие личности. Анализируя ответы, мы обращали внимание на способность магистрантов адекватно оценивать самих себя. Нам важно было в устной беседе уточнить, что они понимают под саморазвитием или коммуникативными навыками. Кроме того, мы обращали внимание на саму способность осуществлять рефлекссию – оценивать себя «со стороны».

Следует заметить, что наша работа не ограничивается диагностической стороной, и нам важно обращение к материалу анкет, чтобы организовать живые беседы. Вот на них-то и происходит столкновение мнений, более детальное прояснение понятий, более осознанное восприятие многих явлений. Работа с диагностическим материалом нами видится в качестве

одной из форм взаимодействия с магистрантами, которое развивает их рефлексивную сферу и, как следствие, степень осознанности. Без формирования рефлексивности и осознанности не может быть культуры, на что указывают исследования, касающиеся гуманитарного фактора образования. Речь о способности личности быть в диалоге с собой, анализировать свою субъективную реальность (внутренний мир), осознавать себя как субъекта сознания, общения и деятельности [18].

Нами был разработан адаптированный тест на основе методики М. Рокича [19] с учетом формирования необходимых качеств культуры руководителя. Магистрантам был задан вопрос «Какие ценностные ориентации по вашему мнению должны быть у современного руководителя образовательного учреждения?». М. Рокич различает два класса ценностей:

1) терминальные – убеждения в том, что конечная цель индивидуального существования стоит того, чтобы к ней стремиться;

2) инструментальные – убеждения в том, что какой-то образ действий или свойство личности является предпочтительным в любой ситуации.

Испытуемым предлагалось проранжировать карточки с наименованием ценностей обозначенные «Т» (терминальные) или «И» (инструментальные).

Список «Терминальных ценностей»:

- активная деятельная жизнь (полнота и эмоциональная насыщенность жизни);
- жизненная мудрость (зрелость суждений и здравый смысл, достигаемые жизненным опытом);

- здоровье (физическое и психическое);
- интересная работа;
- материально обеспеченная жизнь;
- общественное признание (уважение окружающих, коллектива, товарищей по работе);
- познание (возможность расширения своего образования, кругозора, общей культуры);
- равенство (братство, равные возможности для всех);
- самостоятельность как независимость в суждениях и оценках;
- свобода как независимость в поступках и действиях;
- счастливая семейная жизнь;
- творчество;
- уверенность в себе;
- Список «Инструментальных ценностей»:
- аккуратность (чистоплотность), умение содержать в порядке вещи, порядок в делах;
- воспитанность (хорошие манеры);
- высокие запросы (высокие требования к жизни и высокие притязания);
- жизнерадостность (чувство юмора);
- исполнительность (дисциплинированность);
- независимость (способность действовать самостоятельно, решительно);
- непримиримость к недостаткам в себе и других;
- образованность (широта знаний, высокая общая культура);
- ответственность (чувство долга, умение держать свое слово);
- рационализм (умение здраво и логично мыслить, принимать обдуманные, рациональные решения);
- самоконтроль (сдержанность, самодисциплина);
- смелость в отстаивании своего мнения, взглядов;
- твердая воля (умение настоять на своем, не отступать перед трудностями);
- терпимость (к взглядам и мнениям других, умение прощать другим их ошибки и заблуждения);
- широта взглядов (умение понять чужую точку зрения, уважать иные вкусы, обычаи, привычки);
- честность (правдивость, искренность);
- эффективность в делах (трудолюбие, продуктивность в работе);
- чуткость (заботливость).

Карточки с наименованием ценностей предлагались общим набором в беспорядке, сначала «терминальные», затем «инструментальные».

Доминирующая направленность ценностных ориентаций четко фиксировалась как определенная жизненная позиция по критериям уровня вовлеченности, с одной стороны в сферу труда, а с другой – общей культуры руководителя. Анализ результатов исследования дал нам возможность оценить жизненные идеалы, иерархию жизненных целей, ценностей средств или представлений о нормах поведения, которые магистрант рассматривает в качестве эталона для культуры руководителя.

По результатам проведенного опроса, в блоке «Т» (терминальные ценности) 50 % опрошенных в первую очередь указали по очередности на жизненную мудрость и интересную работу. 30 % респондентов главной ценностью по очередности указывают здоровье, познание, как возможности расширения своего образования 20 % испытуемых на первое место ставят материально-обеспеченную жизнь, а дальше указали интересную работу. В блоке «И» (инструментальных ценностей) 55 % испытуемых указывают честность, ответственность и широту взглядов. 25 % – терпимость, эффективность в делах и воспитанность. А 20 % отмечают воспитанность, самоконтроль и твердую волю в любых начинаниях.

Полученные ответы могут быть ранжированы и можно на основе их представить картину ценностных ориентаций магистрантов. Но в нашем случае этого недостаточно, чтобы судить о сформированности их управленческой культуры. Мы здесь ищем возможности определить уровень осознанности будущих руководителей и заинтересованности в саморазвитии. Нам важна «постдиагностическая диагностика»: когда магистранты анализируют собственные ответы на вопросы и определяют степень заинтересованности в: будущей деятельности (профессии); собственном образовании; своей жизни (интерес к своим жизненным целям). И здесь можно говорить уже о новых формах работы с магистрантами. Встречи «за круглым столом», поводом для которых является обсуждение вопросов и ответов, касающихся деятельности руководителя образовательного учреждения, стали необходимой частью работы по формированию основ управленческой культуры.

Ответы магистрантов мы в нашей работе используем как повод и основу для диалога об управлении образовательной организацией, о различиях между менеджером и руководителем. Магистранты в подобных диалогах приходят к выводу, что менеджерские способности связаны с выбором в процессе управления организацией оптимальных вариантов из имеющихся альтернатив, а роль руководителя шире и его личность важна в целостном развитии систем, которыми он управляет. Они учатся примерять на себя личностные характеристики руководителя.

Важным аспектом работы с магистрантами мы считаем разные формы их публичных выступлений с последующим самоанализом. Например, стало уже традиционным проводить так называемые «Обращения к народу с речью Макнамары», которые будущие руководители делают, выходя «в люди»: перед хурулом (буддистский храм), на площади города. Магистранты учат эту речь наизусть и выступают перед прохожими. Эффект такой формы огромен.

Среди основных параметров, которые мы отслеживаем в ходе наблюдений за магистрантами во время всех видов работы с ними: интерес к занятиям, активность в обсуждении, проявление инициативы, участие в социальных проектах, культура речи, персонифицированность и авторство сообщений. Как показал наш опыт, количество магистрантов, которые начали проявлять данные качества, существенно увеличилось между первыми опросами и последующими (в интервале года), когда была проведена новая волна диагностико-обучающих методик.

Через год магистрантам, с которыми мы вели работу по формированию основ управленческой культуры, было предложено написать мини-сочинение (эссе) на темы: «Как я вижу образ успешного руководителя» и «Каким я вижу себя как руководителя образования». Многие из участвующих в эксперименте указали, что успешный руководитель должен быть общительным и держать дистанцию с подчиненными, быть добрым и в одном лице строгим, заботиться не только о себе, но и коллективе. В подавляющем большинстве работ было подробно описаны личностные качества руководителя. Подчеркивалось, что основная обязанность успешного руководителя – это научиться управлять

своим характером, эмоциями, словами и поступками. Объем и характер текстов, которые мы проанализировали, позволил нам сделать вывод о том, что магистранты более осознанно воспринимают себя в роли будущих руководителей образования. В текстах стало меньше общих фраз, штампованных суждений, встречаются примеры из личной жизни. Но главным показателем того, что у магистрантов отмечается динамика в области освоения основ управленческой культуры, является повышение их успеваемости, проявление лидерских качеств, а также участие в вузовских и региональных социальных проектах. Как показал анализ ответов, общения, поведения и продуктов деятельности магистрантов, увеличилось число тех, кто проявляет себя на деятельностно-практическом (проявление инициатив, участие в социальных проектах) и рефлексивно-управленческом уровнях (создание программа саморазвития).

Заключение

Формирование основ культуры управления у магистрантов как будущих руководителей образовательных учреждений видится нам как сложный и многоаспектный процесс. Он включает в себя в качестве необходимой составляющей работу по развитию субъектности и рефлексивной сферы. Его эффективность зависит от создания среды, в которой у будущих менеджеров есть возможность проявлять свои управленческие умения, анализировать себя как субъекта управленческих действий и участвовать в проектных делах. В связи с этим возрастает важность исследований, позволяющих уточнить особенности формирования управленческой культуры с позиций гуманитарно-антропологического подхода и междисциплинарного знания, учитывающих всю многомерность человеческой реальности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Jago G. A contrarian view: Culture and participative management // *European Management Journal*. 2017. V. 35. № 5. P. 645–650.
- 2 Lapiņa I., Kairiša I., Aramina D. Role of Organizational Culture in the Quality Management of University // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. V. 213. P. 770–774.
- 3 Samuelsson K., Lindblad S. School management, cultures of teaching and student outcomes: Comparing the cases of Finland and Sweden // *Teaching and Teacher Education*. 2015. V. 49. P. 168–177.
- 4 Strese S., Adams D.R., Flatten T.C., Brettel M. Corporate culture and absorptive capacity: The moderating role of national culture dimensions on innovation management // *International Business Review*. 2016. V. 25. № 5. P. 1149–1168.
- 5 Thanomwan P., Buncha P. Relationship between Organization Culture and Sufficiency School Management // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. V. 116. P. 796–801.

- 6 Андреева Л.Д. Психолого-педагогическое сопровождение молодого учителя в управленческой культуре // *Успехи современного естествознания*. 2011. № 1. С. 170–172.

- 7 Кузнецова Н.В. Роль навыков общения в управленческой культуре будущего специалиста // *Социально-гуманитарное знание: традиции и инновации: сборник научных статей. кафедра социальной работы и социального права Российского государственного социального университета*. 2015. С. 47–51.

- 8 Кузнецов В.В., Орловская О.В. Управленческая культура руководителя: управление в постиндустриальном обществе. М.: Эвес, 2013. 177 с.

- 9 Лизина Н.В. Управленческая культура как качественный показатель управленческой деятельности. URL: http://elibrary.ru/elib/books/Files/pv2006_01/pdf/231lizina.pdf

- 10 Павлова Е.В. Управленческая культура: состояние, проблемы, перспективы развития // *Идеи и идеалы*. 2016. Т. 2. № 1 (27). С. 146–152.

11 Панькин А.Б. Суггестивное управление. Элиста: Изд-во Калм.ун-та, 2013. 119 с.

12 Слостенин В.А., Каширин В.П. Психология и педагогика. М., 2015.

13 Сидоровский К.Ю. Организационно-управленческие способности менеджера как фактор влияния на культуру организации // Вестник МГУКИ. 2012. № 4 (48). С. 222–225.

14 Чугунова И.А. Педагогическая креативность в управленческой культуре педагога // Психология и педагогика: современные методики и инновации, опыт практического применения: сборник материалов XIV-й международной научно-практической конференции. 2016. С. 189–192.

15 Чумак Н.А. Трансформационные процессы в современной российской управленческой культуре // Социально-гуманитарные знания. 2017. № 4. С. 312–316.

16 Кортунова Е.П. Управленческая культура руководителя образовательного учреждения в современных условиях // Духовная ситуация времени. Россия XXI век. 2016. № 2. С. 94–96.

17 Троянская С.Л. Основы компетентностного подхода в высшем образовании: учебное пособие. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. 176 с.

18 Слободчиков В.И., Исаев Е.И. Психология человека. Введение в психологию субъектности. Изд-во ПС-ТГУ, 2013.

19 Гарванова М.З., Гарванов И.Г. Исследование ценностей в современной психологии // Современная психология: материалы III Междунар. науч. конф. Казань: Бук, 2014. С. 5–20.

20 Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении. М.: Издательство «Эйдос»; Издательство Института образования человека, 2013. 73 с.

REFERENCES

1 Jago G. A contrarian view: Culture and participative management. *European Management Journal*. 2017. vol. 35. no. 5. pp. 645–650.

2 Lapiņa I., Kairiša I., Aramina D. Role of Organizational Culture in the Quality Management of University. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. vol. 213. pp. 770–774.

3 Samuelsson K., Lindblad S. School management, cultures of teaching and student outcomes: Comparing the cases of Finland and Sweden. *Teaching and Teacher Education*. 2015. vol. 49. pp. 168–177.

4 Strese S., Adams D.R., Flatten T.C., Brettel M. Corporate culture and absorptive capacity: The moderating role of national culture dimensions on innovation management. *International Business Review*. 2016. vol. 25. no. 5. pp. 1149–1168.

5 Thanomwan P., Buncha P. Relationship between Organization Culture and Sufficiency School Management. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. vol. 116. pp. 796–801.

6 Andreeva L.D. Psychological and pedagogical accompaniment of a young teacher in administrative culture. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science] 2011. no. 1. pp. 170–172. (in Russian)

7 Kuznetsova N.V. The role of communication skills in the managerial culture of a future specialist. *Sotsial'no-gumanitarnoe znanie: traditsii i innovatsii* [Social and humanitarian knowledge: traditions and innovations: a collection of scientific articles. Department of Social Work and Social Law of the Russian State University] 2015. pp. 47–51. (in Russian)

8 Kuznetsov V.V., Orlovskaya O.V. *Upravlencheskoaya kul'tura rukovoditelya* [Managerial culture of the head: management in a postindustrial society] Moscow, Egves, 2013. 177 p. (in Russian)

9 Lizina N.V. *Upravlencheskaya kul'tura kak kachestvennyi pokazatel'* [Management culture as a qualitative indicator of management activity] Available at: http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2006_01/pdf/231lizina.pdf. (in Russian)

10 Pavlova E.V. Administrative culture: concept, essence, basic features. *Idei i ideal'y* [Ideas and Ideals] 2015. no. 10. pp. 1059–1061. (in Russian)

11 Pankin A.B. *Suggestivnoe upravlenie* [Suggestive management] Elista, Publishing house of Kalmykiya university, 2013. 119 p. (In Russian)

12 Slastenin V.A., Kashirin V.P. *Psikhologiya i pedagogika* [Psychology and pedagogy] Moscow, 2015. (in Russian)

13 Sidorovskii K.Yu. Organizational and managerial abilities of the manager as a factor of influence on the culture of the organization. *Vestnik MGUKI* [Proceedings of MSUCA] 2012. no. 4 (48). pp. 222–225. (in Russian)

14 Chugunova I.A. Pedagogical creativity in the administrative culture of the teacher. *Psikhologiya i pedagogika: sovremennye metodiki i innovatsii* [Psychology and pedagogy: modern methods and innovations, experience of practical application: a collection of materials of the XIV-th international scientific-practical conference] 2016. pp. 189–192. (in Russian)

15 Chumak N.A. Transformational processes in the modern Russian administrative culture. *Sotsial'no-gumanitarnye znaniya*. [Social and humanitarian knowledge] 2017. no. 4. pp. 312–316. (in Russian)

16 Kortunova E.P. Managerial Culture of the Head of an Educational Institution in Modern Conditions. *Dukhovnaya situatsiya vremeni* [The spiritual situation of time. Russia XXI century.] 2011. no. 6. vol. 2. pp. 94–96. (in Russian)

17 Trojanskaya S.L. *Osnovy kompetentnostnogo podkhoda v vysshem obrazovanii* [Fundamentals of the competence approach in higher education: a textbook] Izhevsk, Publishing Center "Udmurt University", 2016. 176 p. (in Russian)

18 Slobodchikov V.I., Isaev E.I. *Psikhologiya cheloveka* [Human psychology. Introduction to the psychology of subjectivity] PS-TSU Publishing House, 2013. (in Russian)

19 Garvanova M.Z., Garvanov I.G. Study of Values in Modern Psychology. *Sovremennaya psikhologiya* [Contemporary Psychology: Materials III Intern. sci. Conf.] Kazan, Buk, 2014. pp. 5–20. (in Russian)

20 Khutorskoy A.V. *Kompetentnostnyi podkhod v psikhologii* [Competence approach in training. Scientific and methodical manual] Moscow, Publishing house "Eidos", Publishing house of the Institute of Education, 2013. 73 pp. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Аркадий Б. Панькин д.п.н., профессор, кафедра педагогики, Калмыцкий Государственный университет имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия, connotation@mail.ru

Айбар Б. Мурзабеков магистрант направления «Химическое образование», кафедра химии, Калмыцкий Государственный университет имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия, aibar_alasha@mail.ru

Наталья А. Шагаева к.п.н., доцент, кафедра педагогики, Калмыцкий Государственный университет имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия, natalya-shagaeva@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 09.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Arkadii B. Pan'kin Dr. Sci. (Ped.), professor, Department of Pedagogics, Kalmyk State University named after B. Gorodovikov, Pushkina St., 11, Elista, 358000, Russia, connotation@mail.ru

Aibar B. Murzabekov master student of direction "Chemical Education", Department of Chemistry, Kalmyk State University named after B. Gorodovikov, Pushkina St., 11, Elista, 358000, Russia, aibar_alasha@mail.ru

Natal'ya A. Shagaeva Cand. Sci. (Ped.), associate professor, Department of Pedagogics, Kalmyk State University named after B. Gorodovikov, Pushkina St., 11, Elista, 358000, Russia, natalya-shagaeva@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 9.9.2017

ACCEPTED 11.10.2017

Роль человеческого капитала в современной экономике и показатели ее оценки

Надежда А. Серебрякова	¹	nad.serebryakova@mail.ru
Светлана А. Волкова	²	svetlan_volkova@mail.ru
Ольга О. Шендрикова	²	oli-shendro@yandex.ru
Татьяна А. Волкова	³	volkovata14@mail.ru

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

² Воронежский государственный технический университет, Московский пр т, 179, г. Воронеж, 394066, Россия

³ Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса, 67а, г. Воронеж, 394030, Россия

Реферат. Развитие современной экономики, повышение ее конкурентоспособности невозможно без накопления и развития человеческого капитала, поскольку фундаментом трансформации экономической системы в инновационную экономику является человеческий капитал. В этой связи первостепенное значение приобретает уровень развития и эффективность использования человеческого капитала. В настоящем исследовании предпринята попытка оценить эффективность использования человеческого капитала по его вкладу в экономику страны. Авторами подчеркивается, что современная экономика предъявляет новые требования к работникам, поэтому необходимо постоянно осуществлять накопление человеческого капитала, его развитие посредством непрерывного обучения, что позволит обеспечить выход отечественной экономики на траекторию устойчивого экономического роста. Подчеркнута необходимость создания условий для всестороннего повышения уровня развития человеческого капитала. Предложен авторский подход оценки уровня развития и эффективности использования человеческого капитала на основе показателей: индекс производительности труда, доля высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП, прирост числа высокопроизводительных мест, инновационная активность организаций, доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП, коэффициент изобретательской активности. В статье представлены результаты исследования человеческого капитала в Российской Федерации. Изучена и обоснована роль человеческого капитала в экономическом развитии страны. Проанализированы ключевые показатели эффективности использования человеческого капитала. Показаны тенденции развития человеческого капитала в Российской Федерации за 2011–2016 годы. Результаты оценки позволяют выявить проблемы в формировании и использовании человеческого капитала и определить основные направления и необходимые условия для повышения вклада человеческого капитала в экономику.

Ключевые слова: человеческий капитал, компетентностный подход, уровень развития человеческого капитала, эффективность использования человеческого капитала, производительность труда, инновационная активность организаций

The role of human capital in the modern economy and indicators of its evaluation

Nadezhda A. Serebryakova	¹	nad.serebryakova@mail.ru
Svetlana A. Volkova	²	svetlan_volkova@mail.ru
Olga O. Shendrikova	²	oli-shendro@yandex.ru
Tatyana A. Volkova	³	volkovata14@mail.ru

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

² Voronezh state technical university, Moscow av., 179, Voronezh, 394066, Russia

³ Russian Economic University. G.V. Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx, 67a, Voronezh, 394030, Russia

Summary. The development of a modern economy, increasing its competitiveness is impossible without the accumulation and development of human capital, since the foundation of the transformation of the economic system into an innovation economy is human capital. In this regard, the level of development and effectiveness of the use of human capital is of paramount importance. In this study, an attempt is made to assess the effectiveness of the use of human capital for its contribution to the economy of the country. The authors emphasize that the modern economy makes new demands on workers, therefore it is necessary to constantly accumulate human capital, its development through continuous training, which will allow the domestic economy to exit on the trajectory of sustainable economic growth. The need to create conditions for a comprehensive increase in the level of development of human capital was stressed. The authors propose an author's approach to assess the level of development and efficiency of the use of human capital on the basis of indicators: the index of labor productivity, the share of high-technology and knowledge-intensive industries in GDP, the increase in the number of high-productivity jobs, the innovative activity of organizations, the share of domestic expenditure on research and development in GDP, the coefficient of inventive activity. The article presents the results of the study of human capital in the Russian Federation. The role of human capital in the economic development of the country has been studied and justified. Key indicators of the effectiveness of the use of human capital are analyzed. Trends in the development of human capital in the Russian Federation for 2011–2016 are shown. The analysis of the results of the assessment will reveal problems in the formation and use of human capital and determine the main directions and necessary conditions for increasing the contribution of human capital to the economy.

Keywords: human capital, competence approach, level of human capital development, efficiency of human capital use, labor productivity, innovative activity of organizations

Для цитирования

Серебрякова Н.А., Волкова С.А., Шендрикова О.О., Волкова Т.А. Роль человеческого капитала в современной экономике и показатели ее оценки // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 253–259. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-253-259

For citation

Serebryakova N.A., Volkova S.A., Shendrikova O.O., Volkova T.A. The role of human capital in the modern economy and indicators of its evaluation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 253–259. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-253-259

Введение

В условиях современной экономики определяющую роль в повышении ВВП играет человеческий капитал. Это самый ценный воспроизводимый фактор производства. Качество человеческого капитала формируется за счет инвестиций в сферы образования, здравоохранения, науку, искусства и др.

В настоящем исследовании остановимся на повышении роли человеческого капитала в развитии и повышении эффективности экономики. Еще в недавнем времени достаточно было выпускникам вузов овладеть знаниями, умениями и навыками и с определенной периодичностью повышать квалификацию для того, чтобы в полной мере соответствовать занимаемой должности. Современная экономика характеризуется повышением запроса работодателей к компетенциям работников. Объем функциональных обязанностей сотрудников возрастает, вследствие чего статичное владение знаниями, умениями и навыками является недостаточным. Тенденции развития экономики таковы, что каждые 3–5 лет появляются новые профессии. Министерство труда Российской Федерации утвердило в 2015 году «Справочник востребованных на рынке труда, новых и перспективных профессий» для того, чтобы настоящие и потенциальные работники лучше ориентировались на рынке труда. Кроме того, в Российской Федерации ведется активная работа по разработке профессиональных стандартов и адаптации системы образования к их требованиям.

Сегодня рынок труда нуждается в кадрах, которые стремились бы к обучению на протяжении всей своей жизни. Современные профессиональные образовательные учреждения пересматривают свою роль в формировании человеческого капитала. Как утверждает ректор Томского государственного университета Э. Галажинский: «...Университет сегодня должен формировать не профессионала, а трансфессионала – человека, способного жить поверх профессиональных границ, менять профессию вместе с собой, меняться вместе с профессией, которая трансформируется» [6]. Соответственно, освоение нового должно происходить постоянно. Непрерывное образование позволит наращивать человеческий капитал, от чего выиграет и экономика, и общество.

Основная часть

По-нашему мнению, эффективность использования человеческого капитала можно оценить и по его вкладу в экономику страны. Критериями оценки вклада являются следующие показатели: индекс производительности труда, доля высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВВП, прирост числа высокопроизводительных мест, инновационная активность организаций, доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП, коэффициент изобретательской активности.

Так, производительность труда в Российской Федерации остается невысокой, динамика показателя приведена на рисунке 1.

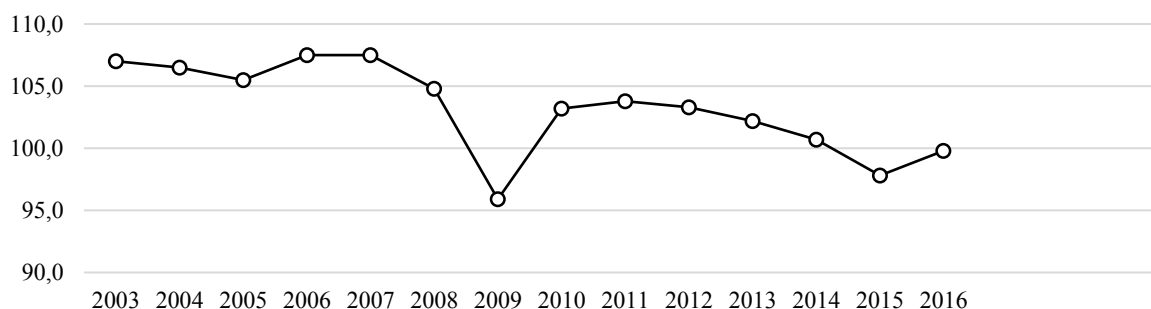


Рисунок 1. Индекс производительности труда по России за период 2003–2016 гг., в процентах к предыдущему году [4]

Figure 1. Labor productivity index for Russia for the period of 2003–2016, in percent to the previous year [4]

С 2003 г. по 2007 г. отмечался рост индекса производительности труда, а в период кризиса он резко снизился, вследствие падения доходов организаций. К 2010 г. произошло восстановление показателя, но затем он неуклонно снижался до 2015 года. Лишь в 2016 году отмечается рост, что следует характеризовать как положительное явление, так как труд работников предприятий стал более эффективным.

Межстрановые сравнения производительности труда показывают, что Российская Федерация отстает по данному показателю от ведущих промышленно развитых стран. Отставание от США составляет 3,6 раза, от Японии – в 2,7 раза, от Германии – в 2,6 раза. Вместе с тем, происходит опережение по эффективности труда ведущих развивающихся стран. Так, рост производительности труда

в Российской Федерации выше в 1,3 раза, чем в Бразилии, в 1,9 раза, чем в Китае, в 2,5 раза превосходит показатель Индии [5].

Наряду с невысокой производительностью труда, отмечается тенденция роста количества приобретенных организациями новых технологий (технических достижений), программных средств

(рисунок 2), что необходимо для обеспечения роста производительности труда в экономике.

Исследование показателя «Доля высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики в ВВП» отражает поступательный рост индикатора (рисунок 3).

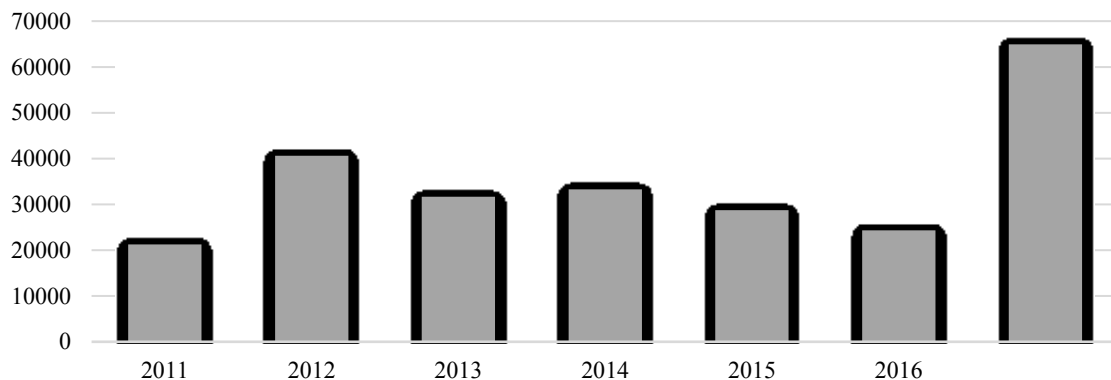


Рисунок 2. Количество приобретенных организациями новых технологий (технических достижений), программных средств, единиц [4]

Figure 2. The number of new technologies (technical achievements) acquired by organizations, software, units [4]

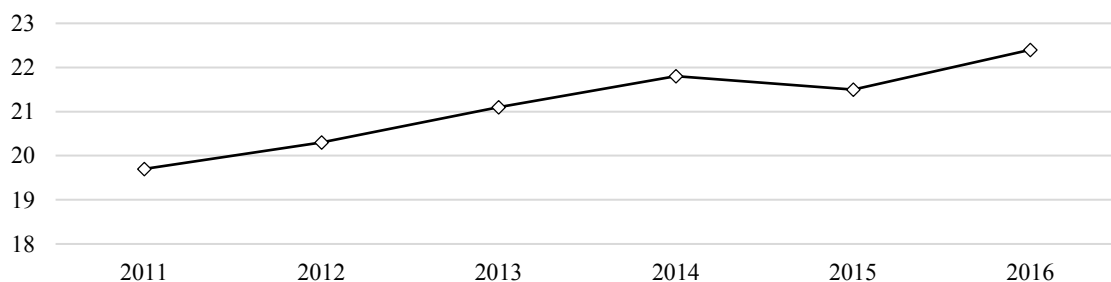


Рисунок 3. Доля высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики в ВВП, % [4]

Figure 3. The share of high-tech and knowledge-intensive industries in GDP, % [4]

В международной статистике под высокотехнологичной продукцией понимается продукция аэрокосмической, радиоэлектронной промышленности, химико-фармацевтической промышленности, производство электронных вычислительных машин (ЭВМ), офисного оборудования и программного обеспечения к нему, медицинская техника, оптоэлектронная техника, а также промышленность средств связи [7]. Развитие высокотехнологичных отраслей экономики – ведущее конкурентное преимущество государств [2]. В соответствии со Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, ключевыми индикаторами достижения инновационного пути развития являются:

- увеличение доли России на мировых рынках высокотехнологичных товаров и услуг (согласно Стратегии, к высокотехнологичным отраслям относятся: атомная энергетика, авиатехника, космическая техника и др.) до 5–10% в 5–7 секторах экономики к 2020 году;

- рост доли экспорта российских высокотехнологичных товаров в общем мировом объеме экспорта высокотехнологичных товаров до 2% в 2020 году;

- предполагается, что устойчивый прирост экспорта высокотехнологичной продукции должен составлять до 10% в год [1].

Достижение поставленных задач отражают статистические данные, согласно которым в сегменте высокотехнологичной продукции отмечается рост по пяти видам продукции. Увеличивается объем экспортных поставок результатов интеллектуальной собственности. Наибольшее количество соглашений достигнуто в секторах инжиниринговых услуг (до 34,4%) и научных исследований (29,4%) [8].

Важным показателем оценки использования человеческого капитала считаем прирост числа высокопроизводительных мест в экономике (рисунок 4).

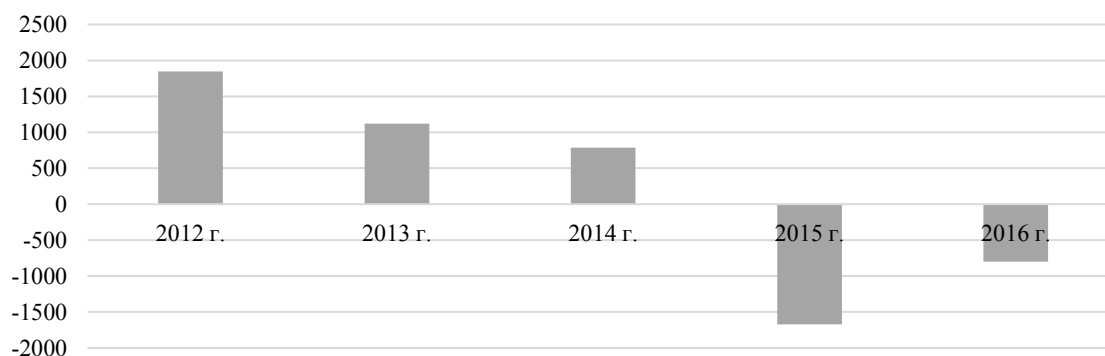


Рисунок 4. Динамика прироста числа высокопроизводительных рабочих мест в экономике Российской Федерации, единиц [4]

Figure 4. Dynamics of growth in the number of high-productivity jobs in the economy of the Russian Federation, units [4]

Анализ приведенных статистических данных позволяет сделать вывод, что динамика прироста числа высокопроизводительных рабочих мест отрицательна. Наибольшее снижение показателя пришлось на 2015 год, когда темп снижения превысил уровень 9%. В 2016 году темп снижения числа высокопроизводительных мест замедлился до 4,8%. Исследование показателя в разрезе отраслей экономики показало, что наиболее значительное снижение индикатора в таких отраслях как: обрабатывающие производ-

ства, строительство, а также в здравоохранении, образовании, связи, что является тревожным фактом. При общей отрицательной динамике небольшое увеличение показателя в 2016 году произошло в сфере научных исследований и в сфере предоставления услуг по организации отдыха и развлечений, культуры и спорта.

Показателем оценки эффективности использования человеческого капитала следует считать инновационную активность предприятий (рисунок 5).

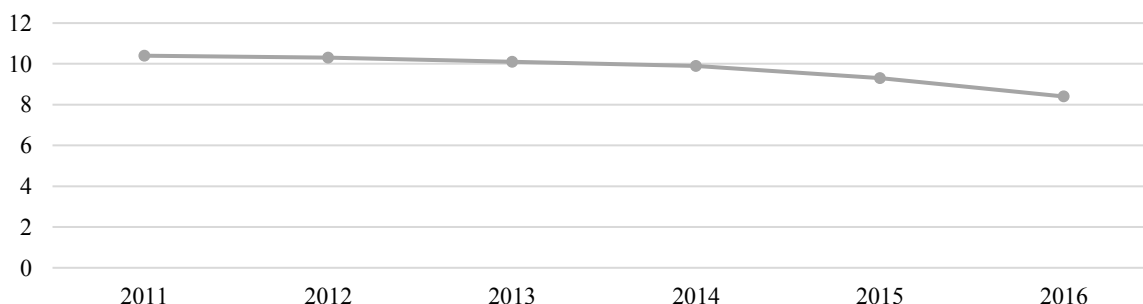


Рисунок 5. Динамика инновационной активности организаций (удельный вес организаций, осуществляющих технологические, организационные, маркетинговые инновации в общем числе обследованных организаций), по Российской Федерации, % [4]

Figure 5. Dynamics of innovative activity of organizations (specific weight of organizations implementing technological, organizational, marketing innovations in the total number of organizations surveyed), in the Russian Federation, % [4]

Число инновационно-активных организаций Российской Федерации за период с 2011 по 2016 годы имеет отрицательную динамику (рисунок 5), что позволяет сделать вывод о неэффективном использовании человеческого капитала, о замедлении процесса перехода к инновационной экономике. Это во многом обусловлено объективными причинами, в частности, кризисными явлениями в отечественной экономике.

Рассмотрим динамику доли внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП (рисунок 6).

Доля внутренних затрат на исследования и разработки в 2016 году по сравнению с 2011

годом выросла на 108,9. Прослеживается рост затрат не только на прикладные, но и на фундаментальные исследования. Увеличивается и количество организаций, осуществляющих научные исследования и разработки: за период 2011–2016 гг. прирост составил 9,5%. Исследование показателя в разрезе видов экономической деятельности позволило выявить приоритетные направления финансирования исследований и разработок. Так, ведущими секторами, получающими значительное финансирование по данной статье, являются: обрабатывающие производства (рост составил в 2016 году по отношению к 2011 году 439,4%), здравоохранение и предоставление социальных услуг (174,9%), образование (162,6%).

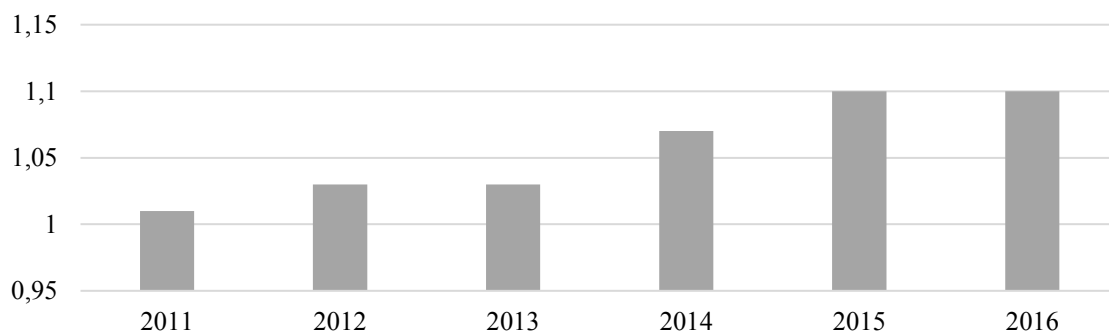


Рисунок 6. Доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП, % [4]

Figure 6. Share of domestic expenditure on research and development in GDP, % [4]

Уровень развития человеческого капитала по его вкладу в экономику страны отражает также показатель «Коэффициент изобретательской активности» (рисунок 7).

Отмечается неустойчивая динамика показателя. Существенное снижение числа по-

данных заявок на изобретения в расчете на 10 тыс. человек населения произошло в 2014 году, что обусловлено кризисными явлениями в экономике и изменениями в законодательстве, усложнившими получение патентов.

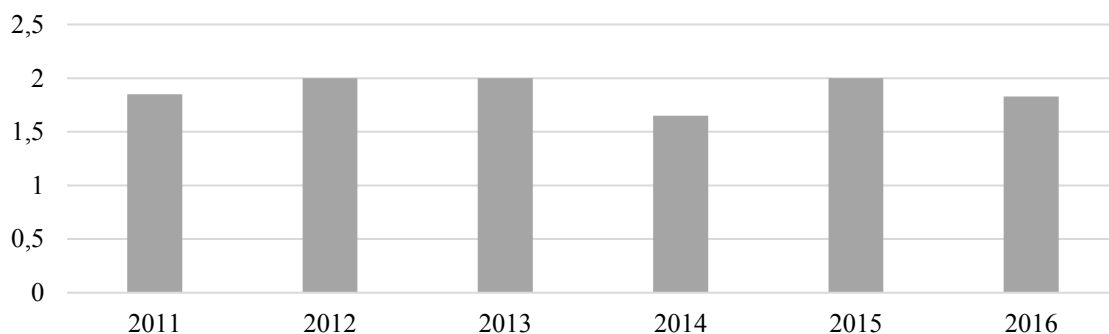


Рисунок 7. Коэффициент изобретательской активности (число отечественных заявок на изобретения, поданных в России, в расчете на 10 тыс. человек населения), единиц [4]

Figure 7. The coefficient of inventive activity (the number of domestic applications for inventions filed in Russia, counting on 10 thousand people of the population), units [4]

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

Человеческий капитал в России отличается полярностью и асимметричностью развития и пока не способен обеспечить устойчивый экономический рост. Вместе с тем, становление и развитие творческой личности, умение внедрять и принимать инновации в своей работе и является одним из ключевых ресурсов успешного и быстрого развития экономики. Предпринимательские способности как руководителя, так и отдельно взятого сотрудника оказывают определяющее влияние не только на результативность деятельности отдельного предприятия, но и на общество в целом, на ускорение темпов научно-технического прогресса и развитие инновационной экономики.

Без создания условия для развития человеческого капитала любая современная экономическая

система не сможет быть конкурентоспособной на мировой арене [9–14]. Анализ уровня развития человеческого капитала по его вкладу в экономику показал недостаточно эффективное использование имеющегося потенциала. Учитывая тот факт, что Российская Федерация по-прежнему остается в числе мировых лидеров по уровню образования, реализация потенциала и эффективность использования человеческого капитала невысока. В этой связи представляется, что государству необходимо и в дальнейшем отдавать приоритет созданию условий для дальнейшего наращивания человеческого капитала и эффективного его использования [3]. Необходима реализация комплекса мер по всесторонней поддержке развития инновационной инфраструктуры, развитию социальной сферы, поддержке предпринимательской инициативы, предоставлению преференций организациям, реализующим инновационные проекты.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации № 2227-р от 8 декабря 2011 года). URL: http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/innovations/doc20120210_04
- 2 Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf>
- 3 Волкова С.А., Волкова Т.А. Инновационная деятельность в современной России // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 4 (13). С. 49–50
- 4 Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/>
- 5 Кондратьев В.Б. Россия в мировой экономике: о различиях в производительности труда и их причинах // Перспективы. Электронный журнал. 2016. № 1 (5). URL: http://www.perspektivy.info/rus/ekob/rossija_v_mirovoj_ekonomike_o_razlichijah_v_proizvoditelnosti_truda_i_ih_prichinah_2015-07-08.htm
- 6 Субботина А. Как подготовить «трансфессионала» XXI века. // Наука и жизнь. 2017. № 1. URL: <https://www.nkj.ru/open/32497/>
- 7 Khorev A.I., Salikov Y.A., Serebryakova N.A. /Conceptual features of the balanced development of business organizations //Asian Social Science. 2015. V. 11. № 20. P. 22–28.
- 8 Якушев Н.О. Высокотехнологичный экспорт России и его территориальная специфика // Проблемы развития территории. 2017. № 3 (89). С. 62–77
- 9 Варламов М.Г. Развитая инновационная среда как фактор экономической безопасности // Вестник ВГУИТ. 2017. №79(2). С. 231-234. doi: 10.20914/2310-1202-2017-2-231-234
- 10 Martin B. C., McNally J. J., Kay M. J. Examining the formation of human capital in entrepreneurship: A meta-analysis of entrepreneurship education outcomes //Journal of Business Venturing. 2013. V. 28. №. 2. P. 211-224.
- 11 Nyberg A. J. et al. Resource-based perspectives on unit-level human capital: A review and integration //Journal of Management. 2014. V. 40. №. 1. P. 316-346.
- 12 Fitzsimons P. Human capital theory and education // Encyclopedia of educational philosophy and theory. 2015. P. 1-4.
- 13 Леонтьева А.Г. Дифференциация социальных расходов в российских регионах и меры по ее снижению // Вестник ВГУИТ. 2017. №79(2). С. 380-389. doi: 10.20914/2310-1202-2017-2-380-389
- 14 Hanushek E. A. Economic growth in developing countries: The role of human capital // Economics of Education Review. 2013. V. 37. P. 204-212.

REFERENCES

- 1 Strategiya innovatsionnogo razvitiya RF na period do 2020 [Strategy of innovative development of the Russian Federation for the period up to 2020 (Government Decree No. 2227-r of December 8, 2011)] Available at: http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/innovations/doc20120210_04 (in Russian)
- 2 Prognoz dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya RF [Forecast of long-term socio-economic development of the Russian Federation until 2030]. Available at: <http://static.government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf> (in Russian)
- 3 Volkova S.A., Volkova T.A. Innovative activity in modern Russia. *Ekonomika. Innovatsii. Upavlenie kachestvom* [Economy. Innovation. Quality control] 2015. no. 4 (13). pp. 49–50 (in Russian)
- 4 Ofitsial'nyi sait FSGS [Official site of the Federal Service of State Statistics]. Available at: <http://www.gks.ru/> (in Russian)
- 5 Kondratiev V.B. Russia in the world economy: on the differences in labor productivity and their causes. *Perspektivy*. [Prospects. Electronic journal] 2016. no. 1 (5). Available at: http://www.perspektivy.info/rus/ekob/rossija_v_mirovoj_ekonomike_o_razlichijah_v_proizvoditelnosti_truda_i_ih_prichinah_2015-07-08.htm (in Russian)
- 6 Subbotina A. How to prepare the "transfessional" of the XXI century. *Nauka I zhizn'* [Science and life] 2017. no. 1. Available at: <https://www.nkj.ru/open/32497/> (in Russian)
- 7 Khorev A.I., Salikov Y.A., Serebryakova N.A. Conceptual features of the balanced development of business organizations. *Asian Social Science*. 2015. vol. 11. no. 20. pp. 22–28. (in Russian)
- 8 Yakushev N.O. High-tech exports of Russia and its territorial specificity. *Problemy razvitiya territorii* [Problems of territory development] 2017. no. 3 (89). pp. 62–77 (in Russian)
- 9 Varlamov M.G. Developed innovative environment as factor of economic safety. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the VSUET] 2017. no. 79(2). pp. 231-234. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-231-234 (in Russian)
- 10 Martin B.C., McNally J.J., Kay M.J. Examining the formation of human capital in entrepreneurship: A meta-analysis of entrepreneurship education outcomes. *Journal of Business Venturing*. 2013. vol. 28. no. 2. pp. 211-224.
- 11 Nyberg A. J. et al. Resource-based perspectives on unit-level human capital: A review and integration. *Journal of Management*. 2014. vol. 40. no. 1. pp. 316-346.
- 12 Fitzsimons P. Human capital theory and education. *Encyclopedia of educational philosophy and theory*. 2015. pp. 1-4.
- 13 Leonteva A.G. Differentiation of social expenditures in the Russian regions and its measures of reduction. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the VSUET] 2017. no. 79(2). pp. 380-389. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-380-389 (in Russian)
- 14 Hanushek E. A. Economic growth in developing countries: The role of human capital. *Economics of Education Review*. 2013. vol 37. pp. 204-212.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Надежда А. Серебрякова д.э.н., профессор, кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nad.serebryakova@mail.ru

Светлана А. Волкова к.э.н., доцент, кафедра экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский пр т, 179, г. Воронеж, 394066, Россия, svetlan_volkova@mail.ru

Ольга О. Шендрикова к.э.н., доцент, кафедра экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский пр т, 179, г. Воронеж, 394066, Россия, oli-shendro@yandex.ru

Татьяна А. Волкова к.э.н., доцент, кафедра экономики и экономической безопасности, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса, 67а, г. Воронеж, 394030, Россия, volkovata14@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 05.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nadezhda A. Serebryakova Dr. Sci. (Econ.) professor, theory of economics, commodity research and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nad.serebryakova@mail.ru

Svetlana A. Volkova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management at the machine building enterprise department, Voronezh state technical university, Moscow av., 179, Voronezh, 394066, Russia, svetlan_volkova@mail.ru

Olga O. Shendrikova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management at the machine building enterprise department, Voronezh state technical university, Moscow av., 179, Voronezh, 394066, Russia, oli-shendro@yandex.ru

Tatyana A. Volkova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and economic security department, Russian Economic University. G.V. Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx, 67a, Voronezh, 394030, Russia, volkovata14@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 10.5.2017

ACCEPTED 11.29.2017

Государственно-частное партнерство: аспекты применения в аграрной сфере

Элина Р. Закирова¹ erzakirova@inbox.ru

¹ Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, Екатеринбург, 620144, Россия

Реферат. Актуальность исследования определяется важностью использования механизма государственно-частного партнерства в агропромышленном комплексе, который позволяет на условиях взаимной выгоды для государства и бизнеса расширить ресурсную базу и направить неиспользованные ресурсы на устойчивое развитие сельского хозяйства. Цель статьи: изучить теоретические подходы и обосновать практические рекомендации, направленные на совершенствование механизма государственно-частного партнерства в российском аграрно-промышленном комплексе. При подготовке статьи использовались общенаучные методы исследования: анализ и синтез, обобщение, сравнение, классификация. Результаты. Исследован механизм государственно-частного партнерства в современных условиях, проанализированы его определения и сущность, определено его значение как эффективной формы реализации инвестиционной деятельности. Автором систематизированы выгоды от реализации проектов государственно-частного партнерства для государства, бизнеса и экономики в целом. Выделены ключевые риски для участников государственно-частного партнерства. Проанализирован зарубежный опыт реализации совместных проектов государства и бизнеса. Рассмотрены особенности государственно-частного партнерства в Российской Федерации, определены тенденции его развития. Установлено, что агропромышленный комплекс как сфера применения государственно-частного партнерства нуждается в особом внимании, поскольку отвечает за жизнеобеспечение и обеспечивает продовольственную безопасность страны. Проанализирован программно-целевой подход, который реализуется в виде Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия РФ. Определены выгоды государства от инвестирования в развитие агропромышленного комплекса. Выделены направления методической работы в сфере реализации государственно-частных проектов. Сделан вывод, что государственно-частное партнерство в аграрной сфере способно стать главным направлением увеличения конкурентоспособности России.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, импортозамещение, продовольственная безопасность

State-private partnership: aspects of application in the agricultural sphere

Elina R. Zakirova¹ erzakirova@inbox.ru

¹ Ural state university of economics, 8 Marta Str., 62, Ekaterinburg, 620144, Russia

Summary. The relevance of the study is determined by the importance of using the mechanism of public-private partnership in the agro-industrial complex, which allows, under conditions of mutual benefit for the state and business, to expand the resource base and channel untapped resources to sustainable agricultural development. The aim of the article is to study theoretical approaches and substantiate practical recommendations aimed at improving the mechanism of public-private partnership in the Russian agro-industrial complex. In preparing the article, general scientific methods of research were used: analysis and synthesis, generalization, comparison, classification. Results. The mechanism of public-private partnership in modern conditions is investigated, its definitions and essence are analyzed, its importance as an effective form of realization of investment activity is defined. The benefits of implementing public-private partnership projects for the state, business and the whole economy are systematized. Key risks for participants of public-private partnership are highlighted. The foreign experience of realization of joint projects of the state and business is analyzed. Features of public-private partnership in Russia are considered, tendencies of its development are determined. It is established that the agro-industrial complex as a sphere of application of public-private partnership needs special attention, since it is responsible for life support and ensures food security of the country. The program-targeted approach is analyzed, which is implemented in the form of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Foodstuffs of the Russian Federation. The government benefits from investing in the development of the agro-industrial complex are determined. The directions of methodical work in the sphere of the implementation of public-private projects are singled out. It is concluded that state-private partnership in the agrarian sphere is capable of becoming the main direction of increasing the competitiveness of Russia.

Keywords: public-private partnership, agriculture, agro-industrial complex, import substitution, food security

Введение

На фоне экономического кризиса бюджетное финансирование разных направлений государственной политики сокращается, что приводит к необходимости искать новые источники внебюджетных средств для осуществления инфраструктурных проектов. Зарубежный и российский опыт свидетельствует, что механизм государственно-частного партнерства (ГЧП) выступает одним из способов расширить ресурсную базу и направить неиспользованные ресурсы на экономическое развитие и повышение эффективности управления государственной собственностью.

В современных условиях ГЧП приобретает особую актуальность и для государства, и для бизнеса: для государства, вынужденного экономить бюджетные средства, ГЧП служит дополнительным источником финансирования необходимой инфраструктуры, а бизнес получает возможность реализовать свои проекты при сокращающемся спросе и обеспечить долгосрочный доход.

Цель настоящего исследования состоит в изучении теоретических подходов и обосновании практических рекомендаций по совершенствованию механизма государственно-частного партнерства в России, в частности в агропромышленном комплексе (АПК).

Для цитирования

Закирова Э.Р. Государственно-частное партнерство: аспекты применения в аграрной сфере // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 260–266. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-260-266

For citation

Zakirova Je.R. State-private partnership: aspects of application in the agricultural sphere. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 260–266. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-260-266

Множество существующих определений ГЧП объединяет общее понимание этого механизма как совокупности разнообразных форм взаимодействия государства и бизнеса, позволяющих взаимовыгодно решать общественно значимые задачи. Ведущая роль в нем отводится государству.

Всемирный банк трактует ГЧП как «соглашения между публичной и частной сторонами по поводу производства и оказания инфраструктурных услуг, заключаемые с целью привлечения дополнительных инвестиций и, что еще более важно, как средство повышения эффективности бюджетного финансирования» [1, с. 7].

В российской практике общепринято следующее понимание: ГЧП – это «юридически закрепленная форма взаимодействия между государством и частным сектором в отношении объектов государственной и муниципальной собственности, а также услуг, оказываемых государственными и муниципальными органами, учреждениями и предприятиями в целях реализации общественно-значимых проектов в широком спектре видов экономической деятельности» [2, с. 18].

В качестве объекта ГЧП рассматривается имущество как компонент энергетической, социальной, коммунальной, транспортной и других видов инфраструктуры, а также функции, выполняемые государством (госуслуги).

Предметом ГЧП выступают отношения государства и бизнеса, которые возникают при реализации конкретного проекта. Этим отношениям свойственны следующие характеристики [3]:

- выгода государства от привлечения в проект частных инвестиций;
- выделение инвестиционной и доходной стадий проекта;
- долгосрочность (как правило, ГЧП-проекты длятся более 10 лет);

- возмездность (договорная основа);
- распределение рисков;
- более эффективное использование бюджетных средств.

Сегодня ГЧП – одна из наиболее эффективных форм инвестиционной деятельности. В этом аспекте государство выступает не только как партнер, располагающий многими ресурсами, но и как организатор, регулятор и заказчик инвестиционного взаимодействия. Частный капитал в ГЧП-проектах увеличивает инвестиционную привлекательность страны, повышает уровень жизни населения, способствует социально-экономическому развитию [4–6].

Федеральные и региональные власти в качестве публичного партнера представляют общественно значимые интересы при реализации функций государственного управления. В свою очередь, частный партнер, участвуя в развитии инфраструктурных объектов, принадлежащих государству, нацелен получить максимальную прибыль при оптимальном распределении рисков и предоставлении льгот, гарантий, преференций от государства. Именно распределение рисков способно разрешить значительную часть противоречий, возникающих в рамках ГЧП. При этом предполагается, что партнер, который имеет больше возможностей и более компетентен в оценке специфичных для проекта рисков, способен их контролировать и минимизировать, принимает эти риски на себя [7].

Основная часть

Схема распределения социально-экономической выгоды при реализации проектов ГЧП приведена на рисунке 1.

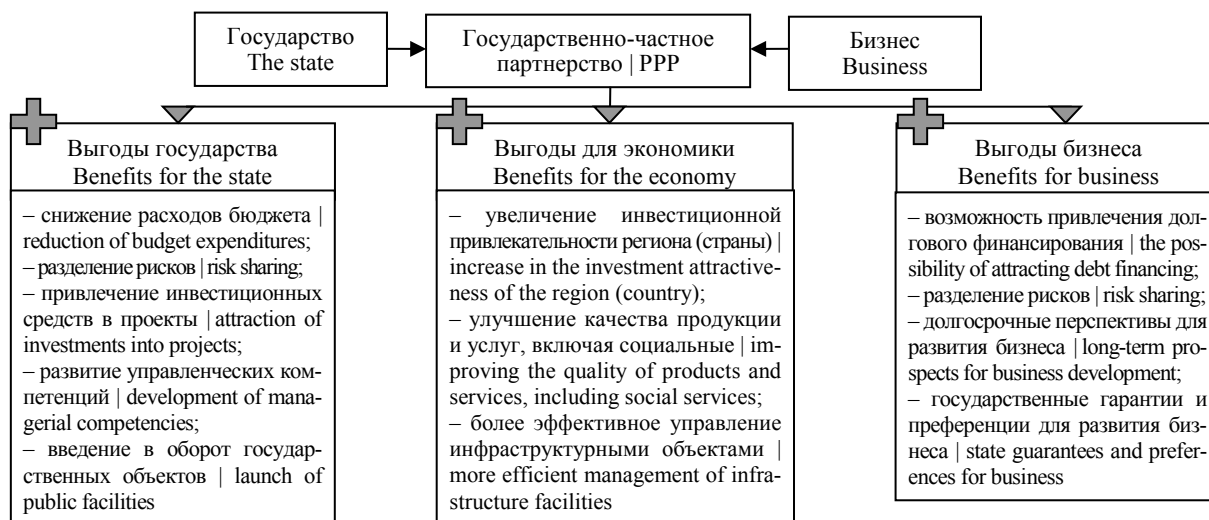


Рисунок 1. Выгода от реализации ГЧП для партнеров и экономики в целом

Figure 1. Benefits from the implementation of PPP for partners and the economy as a whole

Использование ГЧП позволяет государству привлекать компетенции, опыт и средства инвесторов к развитию инфраструктуры и разных секторов экономики, обеспечению общественной стабильности. Государство не только экономит бюджетные средства и обеспечивает модернизацию инфраструктуры, но и получает дополнительные налоговые поступления в бюджет.

Привлекательность ГЧП для бизнеса обусловлена возможностью возврата вложенных средств, приобретения опыта осуществления ГЧП-проектов, что положительно влияет на репутацию и в перспективе позволит участвовать в более масштабных проектах.

Помимо очевидной выгоды такого механизма реализация проектов в сфере ГЧП всегда сопровождается рисками.

Потенциальные риски для инвесторов делятся на три группы: 1) политические (риск отмены на этапе проведения конкурсных процедур, низкий уровень координации, неэффективность государственного управления, сложные разрешительные процедуры); 2) финансовые (риск невозврата инвестиций из-за недостаточной рентабельности проекта, риск неисполнения обязательств местными властями при компенсации инвестиций из регионального бюджета, высокая стоимость кредитных ресурсов); 3) законодательные, связанные с изменением законодательства.

Для государства риски связаны с потенциальной ненадежностью частного партнера, его недостаточной компетентностью, низкой заинтересованностью в долгосрочных инвестициях. Кроме того, затруднения могут быть связаны с тем, что создание акционерных обществ и передача им на баланс имущества государственных предприятий (ГУП, МУП) существенно повышает социальные риски: государственные предприятия выполняют важную социальную функцию, и увеличение прибыли для них, в отличие от частных предприятий, является второстепенной целью.

Проекты на принципах ГЧП разрабатываются и реализуются во многих странах. Наибольших успехов достигли развитые государства, прежде всего США, где проекты ГЧП осуществляются во многих отраслях экономики, в инфраструктуре, строительстве, здравоохранении, образовании. В Евросоюзе наибольшее количество ГЧП-проектов в стоимостном выражении приходится на транспорт (более 60% суммарной рыночной стоимости всех проектов), далее следуют здравоохранение и образование. По числу завершенных проектов по итогам 2015 г. лидировало образование, транспорт и здравоохранение заняли второе и третье места соответственно [8].

Более 40% европейских ГЧП-проектов, завершенных в 2015 г., финансировались институциональными инвесторами (страховыми компаниями, пенсионными фондами), общая сумма вложений составила около 1,2 млрд евро (в 2,3 раза меньше, чем в 2014 г.) [8, 9]. В то же время организации Евросоюза, правительства и государственные финансовые учреждения европейских стран вносят не меньший вклад в финансирование ряда проектов [8].

Таким образом, в зарубежной практике ГЧП используется как действенный механизм, позволяющий оптимизировать бюджетные расходы и успешно решить социальные задачи посредством привлечения капитала и компетенций частного партнера.

Следует отметить, что сложившийся в России подход к реализации ГЧП-проектов отличается от мировой практики. Зарубежные инвестиционные проекты приобретают статус ГЧП, если частный партнер вкладывает средства в строительство либо управляет государственными объектами при условии разделения рисков и софинансирования. Иными словами, в объекты госсобственности инвестирует частный партнер, а не публичный. В то же время государство должно гарантировать возврат вложенных бизнесом инвестиций. В нашей стране, как правило, бизнес инвестирует объекты частной собственности, а государство – объекты публичной собственности. Инвестиционный фонд Российской Федерации и особые экономические зоны (ОЭЗ) работают именно по такому принципу. По этой причине некоторые исследователи считают, что в России государственно-частное партнерство в таком смысле, в каком оно используется за рубежом, отсутствует [10].

Сегодня в российских регионах действует две формы ГЧП: обеспечивающие инвестиционный рост путем финансирования крупных инфраструктурных и иных проектов (Инвестиционный фонд РФ, Российский фонд прямых инвестиций, концессии) и обеспечивающие экономический инновационный рост (особые экономические зоны, венчурные фонды, хозяйственные общества).

По состоянию на начало 2017 г. в РФ прошли стадию принятия решения о реализации 2 446 инфраструктурных проектов в рамках ГЧП, предусматривающих привлечение частных инвестиций (рисунок 2). При этом более 480 проектов находятся в проработке органов власти; 1 000, по экспертным оценкам, структурируются частным партнером для запуска с использованием механизма «частной инициативы».

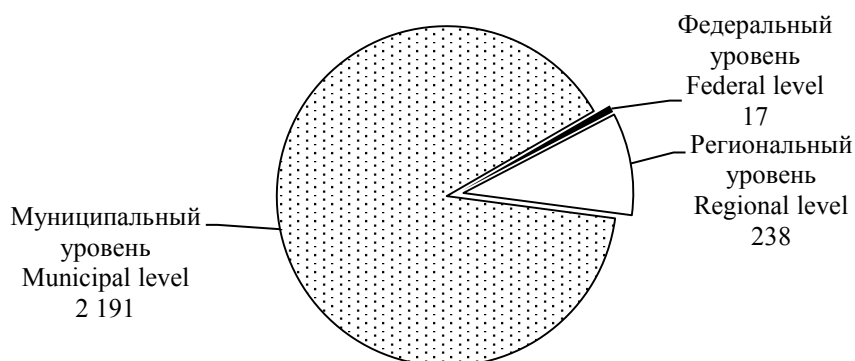


Рисунок 2. Распределение по уровням проектов, прошедших стадию принятия решения о реализации, на 1 января 2017 г. (составлено по данным [11])

Figure 2. The distribution according to the levels of projects that passed the decision-making stage of implementation as of January 1, 2017 (compiled according to the data of [11])

В свою очередь, стадию коммерческого закрытия (т. е. подписания соглашений, договоров) прошли 2 183 ГЧП-проекта, совокупные инвестиционные обязательства по которым составили более 2 трлн р., из них обязательства частных партнеров – 1,336 трлн р. (65,4%).

Итак, в России экономический институт ГЧП развивается достаточно активно с учетом отечественных условий. В течение 2014–2015 гг. общее число проектов ГЧП по сравнению с 2013 г. увеличилось почти десятикратно. Однако механизм ГЧП необходимо улучшать, совершенствовать с целью повышения рентабельности проектов, что обеспечит более активное участие бизнеса и позволит системно задействовать существующие институты развития ГЧП (госкорпорации, ОЭЗ, центры передачи технологий, технопарки и др.).

В современном развитии российского ГЧП можно выделить ряд тенденций. Во-первых, постепенно выделяются приоритетные сферы развития ГЧП в соответствии с потребностями общества. Так, по итогам 2016 г. лидером остается

жилищно-коммунальная сфера – 194 реализованных проекта (33,1%), за ней с близкими значениями следуют социальная сфера – 165 проектов (28,2%) и энергетика – 163 проекта (27,8%), наименьшую долю занимает транспорт, где реализовано 64 проекта (10,9%) [11].

Еще одна отмеченная нами закономерность в российском ГЧП: чем выгоднее проект, тем меньше доля государственных инвестиций. Частный бизнес более охотно вкладывает средства в те отрасли, где государство гарантирует прибыль (рисунок 3). В отрасли, не привлекательные для бизнеса, вынуждено вкладывать преимущественно государство.

АПК – одна из пяти отраслей экономики, в которых реализуется наибольшее количество ГЧП-проектов (рисунок 3). Государственно-частное партнерство в аграрной сфере выступает как система, элементы которой посредством разных форм и методов воздействуют на развитие отрасли, обеспечивают выпуск конкурентоспособной продукции и способствуют ее продвижению на внутренний и внешний рынки.



Рисунок 3. Распределение инвестиций в проекты ГЧП в 1998–2016 гг. (среднее значение), % (составлено по данным [11])

Figure 3. Distribution of investments in PPP projects in 1998–2016. (mean value), % (compiled according to the data of [11])

Наиболее емкое определение ГЧП в аграрной сфере дано Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО): это «формализованное партнерство между государственными учреждениями и частными партнерами, нацеленное на решение задач устойчивого развития сельского хозяйства, при этом четко определены выгоды государства от партнерства, инвестиции и риск распределены между партнерами, все стороны активно участвуют в реализации ГЧП-проекта на протяжении его жизненного цикла» [12, р. 3].

Привлекательность вложения средств в развитие сельского хозяйства для публичного партнера объясняется множеством преимуществ, среди наиболее значимых отметим следующие:

- внедрение и реализация социально значимых проектов за счет привлечения частных финансовых средств и прочих ресурсов;
- использование отлаженного механизма управления комплексными программами в сельском хозяйстве;
- повышение технологического и финансового потенциала АПК;

— продвижение российских производителей на глобальные рынки;

— расширение доступа к современным аграрным технологиям и новым рынкам.

— Частный бизнес имеет также определенные мотивы для участия в ГЧП в сельском хозяйстве:

- весомая государственная поддержка;
- долговременное размещение инвестиций под госгарантии;
- новые возможности для развития инновационного бизнеса;
- получение налоговых льгот в аграрных проектах.

В аграрной сфере важным инструментом выступает программно-целевой подход, который реализуется в виде Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, действовавшей в 2008–2012 гг. и пролонгированной на 2013–2020 гг. (рисунок 4).

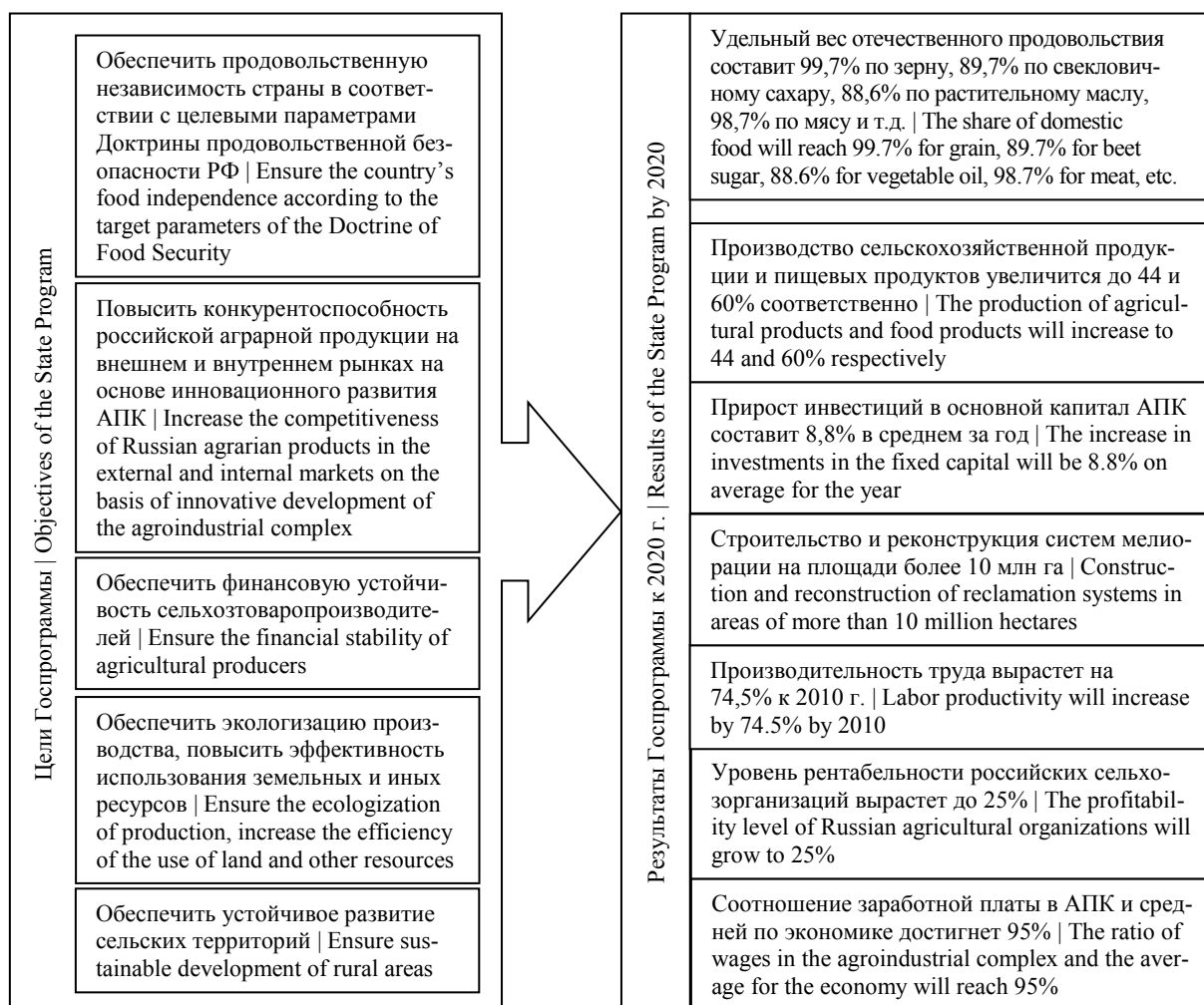


Рисунок 4. Цели и результаты Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. (составлено по: [13])

Figure 4. Goals and results of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Foodstuffs for 2013–2020. (compiled from: [13])

Государство обеспечивает развитие АПК путем организации и координирования разработки целевых программ и проектов, посредством формирования инновационной инфраструктуры, при этом не берет на себя функции агробизнеса [13].

Современная аграрная политика нашей страны нацелена на увеличение производства российского продовольствия и замещение продуктового импорта. В обновленной программе сохранились все ключевые меры поддержки сельского хозяйства (стимулирование роста производства, регулирование рынков, поддержка сельских территорий), однако наметились и новые направления. Так, прямое субсидирование заменено косвенной поддержкой, значительное внимание уделяется взаимодействию государства и бизнеса.

Заключение

Разработанный правительством страны пул программных мероприятий, нацеленных на реформирование и поддержку аграрной сферы, законодательно закрепляет применение механизма ГЧП. Поскольку ведение деятельности в сельском хозяйстве весьма рискованно [14], необходим тщательный анализ принимаемых мер и усилий, прикладываемых к их реализации, прежде всего в отдаленной перспективе [15–17]. ГЧП как социально-экономические отношения, с присущими им свойствами и функциями, является моделью управления ресурсами, которая объединяет в себе конкурентные и инновационные преимущества. Именно поэтому ведомствам, курирующим реализацию ГЧП в аграрной сфере, следует изучать лучший зарубежный инструментарий и разрабатывать собственные методические приемы реализации ГЧП-проектов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Delmon J. Private Sector Investment In Infrastructure: Project Finance, PPP Projects and Risk. Washington: World Bank Publications, 2009. 672 p.
- 2 Варнавский В.Г., Клименко А.В., Королев В.А. и др. Государственно-частное партнерство: теория и практика. М.: ГУ–ВШЭ, 2010. 287 с.
- 3 Шилкина О.А. Государственно-частное партнерство как эффективная форма партнерских отношений власти и бизнеса // Научный альманах. Экономические науки. 2015. № 7(9). С. 219–221.
- 4 Сивакова С.Ю., Шеломенцева М.В. Пути повышения инвестиционной привлекательности Смоленской области // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. № 3(16). URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/55evn313.pdf>
- 5 Басаргин В.Ф. Региональные инвестиционные проекты – хороший шанс для ускорения выхода регионов из кризиса // Российская газета. 2010. С. 3.
- 6 Акинина В.П., Абасов Р.Г. Государственно-частное партнерство как катализатор инновационных процессов // Финансы и кредит. 2013. № 9. С. 45–50.

При этом необходимо с методической точки зрения необходимы:

- разработка методологии и систематизация направлений государственной поддержки;
- определение факторов, воздействующих на АПК при использовании ГЧП;
- классификация и структурирование зарубежных моделей партнерства в АПК;
- создание организационно-экономического механизма управления ресурсами АПК;
- обоснование показателей и разработка методов оценки результатов ГЧП в АПК.

Правительство законодательно закрепило за государственно-частным партнерством статус одного из важнейших направлений развития агропромышленного комплекса страны. Для отечественных сельскохозяйственных организаций ГЧП является относительно новой сферой деятельности. Вместе с тем следует помнить, что АПК отвечает за жизнеобеспечение, ведь преобладающая часть продуктов первой необходимости создается за счет именно сельскохозяйственного сырья.

Экономическое благополучие страны во многом зависит от функционирования агропромышленного комплекса, поэтому для России в настоящее время особенно важно развивать механизм взаимодействия государства и бизнеса именно в сфере сельскохозяйственного производства. Приоритетом в сфере ГЧП должны стать не высоколиквидные отрасли, дающие быструю прибыль (нефтеперерабатывающая и газовая), а медленно окупаемые и социально значимые проекты, прежде всего в АПК. Это позволит успешно решить проблему импортозамещения и обеспечить продовольственную безопасность страны.

7 Кочеткова С.А., Моисеева И.В. Структурная модель государственно-частного партнерства в стратегическом управлении регионом. М.: Изд. дом Академии естествознания, 2016. 160 с.

8 Market Update: Review of the European PPP Market in 2015 // European PPP Expertise Centre. 2016. URL: http://www.eib.org/eppec/library/eppec_market_update_2015_en2

9 Market Update: Review of the European PPP Market in 2014 // European PPP Expertise Centre. 2015. 8 p. URL: http://www.eib.org/eppec/resources/eppec_market_update_2014_h1_en.pdf

10 Исследование «Государственно-частное партнерство в России 2016–2017: текущее состояние и тренды, рейтинг регионов». Ассоциация «Центр развития ГЧП». М.: Ассоциация «Центр развития ГЧП», 2016. 32 с.

11 Платформа поддержки инфраструктурных проектов. URL: <http://www.pppi.ru/projects>

12 Public-Private Partnerships for Sustainable Agricultural Development. Paris: OECD, 2014. URL: https://www.oecd.org/site/agrfcn/Session%204_FAO%20ITT%20PPP%20Presentation%20Final.pdf

13 О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы: постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 // ГАРАНТ. URL: <http://gov.garant.ru/document?id=70110644&byPara=1>

14 Ростовцев К.В. К вопросу о привлечении инвестиций в агропромышленный комплекс России // Российский электронный научный журнал. 2014. № 8(14). С. 83–88. URL: <http://journal.bsau.ru/directions/08-00-00-economic-sciences/481/>

15 Паюсов А.А. Модель оценки инвестиционной привлекательности хозяйствующего субъекта // Формирование Евразийского экономического союза: финансово-правовой аспект: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 231–236.

16 Закирова Э.Р. Зарубежный и отечественный опыт стимулирования инвестиционной привлекательности аграрного сектора экономики // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2016. № 2(25). С. 10–16.

17 Глазьев С.Ю. Жребий брошен: о создании прозрачного механизма государственно-частного партнерства для модернизации и экономического развития России: извлечение // Эксперт. 2013. № 17–18. С. 24–26.

REFERENCES

1 Delmon J. Private Sector Investment In Infrastructure: Project Finance, PPP Projects and Risk. Washington: World Bank Publications, 2009. 672 p.

2 Varnavsky V.G., Klimenko A.V., Korolev V.A. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo [Public-private partnership: theory and practice] Moscow, GUVShE, 2010. 287 p. (in Russian)

3 Shilkina O.A. Public-private partnership as an effective form of partnership between government and business. *Nauchnyi al'manakh* [Scientific almanac. Economic sciences] 2015. no. 7 (9). pp. 219–221. (in Russian)

4 Sivakova S.Yu., Shelomentseva M.V. Ways to increase the investment attractiveness of the Smolensk region. *Naukovedenie* [Internet-journal "Science of science"] 2013. no. 3 (16). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/55evn313.pdf> (in Russian)

5 Basargin V.F. Regional investment projects - a good chance to accelerate the emergence of regions from the crisis. *Rossiyskaya Gazeta*. [Russian magazine] 2010. pp. 3. (in Russian)

6 Akinina V.P., Abasov R.G. Public-private partnership as a catalyst for innovation processes. *Finansy i kredit* [Finance and credit] 2013. no. 9. pp. 45–50. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Элина Р. Закирова к.э.н., зав. кафедрой, кафедра финансового менеджмента, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, Екатеринбург, 620144, Россия, erzakirova@inbox.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Элина Р. Закирова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.11.2017

7 Kochetkova S.A., Moiseeva I.V. Strukturalnaya model' gosudarstvenno-chastnogo partnerstva [Structural model of public-private partnership in strategic management of the region] Moscow: Izd. house of the Academy of Natural Sciences, 2016. 160 p. (in Russian)

8 Market Update: Review of the European PPP Market in 2015. European PPP Expertise Centre. 2016. Available at: http://www.eib.org/eppec/library/eppec_market_update_2015_en2

9 Market Update: Review of the European PPP Market in 2014. European PPP Expertise Centre. 2015. 8 p. Available at: http://www.eib.org/eppec/resources/eppec_market_update_2014_h1_en.pdf

10 Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v Rossii 2016–2017 [Research "Public-Private Partnership in Russia 2016–2017: Current Status and Trends, Regions' Rating". Association "PPP Development Center"] Moscow: Association for the Development of PPPs, 2016. 32 p. (in Russian)

11 Platforma podderzhki infrastrukturykh proektov [Platform for supporting infrastructure projects] Available at: <http://www.pppi.ru/projects> (in Russian)

12 Public-Private Partnerships for Sustainable Agricultural Development. Paris, OECD, 2014. Available at: https://www.oecd.org/site/agrfcn/Session%204_FAO%20ITT%20PPP%20Presentation%20Final.pdf

13 On the State Program for Agricultural Development and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Foodstuffs for 2013–2020: Decree of the Government of the Russian Federation No. 717 of July 14, 2012. *GARANT* [GUARANTEE] Available at: <http://gov.garant.ru/document?id=70110644&bPar=1> (in Russian)

14 Rostovtsev K.V. On the issue of attracting investment in the agro-industrial complex of Russia. *Rossiiskii elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Russian electronic scientific journal] 2014. no. 8 (14). pp. 83–88. Available at: <http://journal.bsau.ru/directions/08-00-00-economic-sciences/481/> (in Russian)

15 Payusov A.A. Model of an estimation of investment appeal of the managing subject. Formirovanie Evropeiskogo ekonomicheskogo soyuza. Sbornik statei [Formation of the Euroasian economic union: financial and legal aspect: the collection of articles of the All-Russia scientifically-practical conference] 2015. pp. 231–236. (in Russian)

16 Zakirova E.R. Foreign and domestic experience in stimulating the investment attractiveness of the agrarian sector of the economy. *Vektor nauki Tolyatinskogo gosuniversiteta* [Vector of science of Togliatti State University. Series: Economics and Management] 2016. no 2 (25). pp. 10–16. (in Russian)

17 Glaz'ev S.Yu. The lot was cast: on creating a transparent mechanism of public-private partnership for modernization and economic development of Russia: extraction. *Ekspert* [Expert] 2013. no. 17–18. pp. 24–26. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elina R. Zakirova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, financial management department, Ural state university of economics, 8 March, 62, Ekaterinburg, 620144, Russia, erzakirova@inbox.ru

CONTRIBUTION

Elina R. Zakirova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2017

ACCEPTED 11.23.2017

Обобщенный показатель платежеспособности и ликвидности промышленных предприятий

Александр И. Хорев	¹	al.khorev@gmail.com
Екатерина И. Мянновская	¹	ekaterina.myanovskaya@mail.ru
Сергей В. Бухарин	¹	svbuharin@mail.ru
Владимир В. Дудчак		

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

² АО Концерн Созвездие, г. Воронеж, 39400, Россия

Реферат. Одним из ключевых вопросов обеспечения экономической безопасности предприятия является оценка степени близости к банкротству. Существует несколько известных методов такой оценки, среди которых выделяется метод скорингового анализа, учитывающий принципы построения современных экспертных систем и дающий рейтинговую оценку финансового состояния в целом. Однако актуальной является задача поиска метода предварительной экспресс-оценки, позволяющей быстро получить представление о финансовом состоянии. Предложено использовать для этой цели обобщенный показатель ликвидности – рейтинговое число, использующее наиболее информативные признаки платежеспособности и ликвидности (показатель общей платежеспособности, коэффициент абсолютной ликвидности, коэффициент текущей ликвидности, долю оборотных активов в балансе, коэффициент покрытия СОС оборотных активов). Весовые коэффициенты рейтингового числа (вектор приоритетов) определяются современным методом анализа иерархий Т. Саати. Приведены данные балансов десяти отечественных предприятий, для которых рассчитаны финансовые коэффициенты платежеспособности и ликвидности. После их нормировки на границы нормальных ограничений введены новые переменные – признаки ликвидности, исходя из условия максимальной информативности. Рассчитаны обобщенные показатели ликвидности для исследуемых предприятий и сравниваются с результатами скорингового анализа финансового состояния в целом, выраженными как сумма баллов рентабельности совокупного капитала, коэффициента текущей ликвидности и коэффициента автономии. Проведен корреляционный анализ степени близости результатов обоих методов на основе критериев Пирсона и Спирмена. Установлена тесная корреляционная связь полученных результатов (коэффициент корреляции Пирсона $k = 0.799$, коэффициент ранговой корреляции Спирмена $\rho = 0.824$), что позволяет рекомендовать расчет обобщенного показателя ликвидности как экспресс-метод предварительной оценки финансового состояния.

Ключевые слова: платежеспособность и ликвидность, обобщенный показатель, метод анализа иерархий, скоринговый анализ, коэффициент корреляции

Generalized indicator and classification structures of the capital of the industrial enterprises

Aleksandr I. Khorev	¹	al.khorev@gmail.com
Ekaterina I. Myanovskaya	¹	ekaterina.myanovskaya@mail.ru
Sergei V. Bukharin	¹	svbuharin@mail.ru
Vladimir V. Dudchak		

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

² JSC Sozvezdie, Voronezh, 394000, Russia

Summary. One of key questions of support of the enterprise economic safety is assessment of a level of closeness to bankruptcy. There are several known methods of such assessment among which the method of the scoring analysis considering the principles of creation of the modern expert systems and giving a rating assessment of a financial status in general is selected. However the task of search of a method of the preliminary express assessment allowing to gain quickly an impression about financial status is relevant. It is offered to use for this purpose the generalized liquidity indicator – the rating number using the most informative signs of solvency and liquidity (an index of the general solvency, absolute liquidity index, coefficient of the current liquidity, a share of reverse assets in balance, coefficient of a covering of current assets by SOS). Weight factors of rating number (vector of priorities) are defined by the modern method of the analysis of hierarchies of T. Saati. Data of balances of ten domestic enterprises for which financial coefficients of solvency and liquidity are calculated are provided. After their normalization by boundaries of normal restrictions new variables – signs of liquidity, proceeding from a condition of the maximum informativeness are entered. The generalized liquidity indicators for the researched enterprises are calculated and are compared to the results of scoring financial analysis in general expressed as the score of profitability of the cumulative capital, coefficient of the current liquidity and coefficient of autonomy. Correlation analysis of a level of closeness of results of both methods on the basis of Pearson and Spirmen's criteria is carried out. Close correlative connection of the received results is established (Pearson's correlation coefficient $k = 0.799$, coefficient of grade correlation of Spirmen $\rho = 0.824$) that allows to recommend calculation of the generalized liquidity indicator as the preliminary express valuation method of a financial status.

Keywords: solvency and liquidity, the generalized index, method of the analysis of hierarchies, scoring analysis, correlation coefficient

Для цитирования

Хорев А.И., Мянновская Е.И., Бухарин С.В., Дудчак В.В. Обобщенный показатель платежеспособности и ликвидности промышленных предприятий // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 267–273. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-267-273

For citation

Horev A.I., Myanovskaya E.I., Buharin S.V., Dudchak V.V. Generalized indicator and classification structures of the capital of the industrial enterprises. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 267–273. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-267-273

Введение

Финансовое состояние предприятия определяется совокупностью показателей платежеспособности и ликвидности, степени покрытия запасов источниками их формирования, структуры капитала, рентабельности, деловой активности и др. [1–5]. Актуальной задачей является поиск эффективных методов достоверной оценки финансового состояния. Большая часть современных методов основана на использовании рейтинговых чисел или балльных оценок [6, 7].

Одним из таких методов является скоринговый анализ Д. Дюрана, учитывающий современные принципы теории экспертных систем: выделение наиболее информативных признаков, нормировка признаков на границы нормальных ограничений, научно обоснованное определение вектора весовых коэффициентов.

В работе [3] был введен обобщенный показатель структуры капитала и исследованы его корреляционные связи с вектором балльных оценок скорингового анализа с целью обоснования возможности проведения предварительного анализа финансового состояния предприятия.

Целью данной работы является введение обобщенного показателя платежеспособности и ликвидности J , определение его корреляционных связей по критериям Пирсона и Спирмена с вектором баллов скоринга финансового состояния, выбор наиболее информативных коэффициентов ликвидности и обоснование метода экспресс-анализа финансового состояния на основе расчета показателя J для ряда отечественных предприятий.

Обобщенный показатель ликвидности

Для устранения неопределенности в оценке ликвидности необходимо перейти к рейтинговой оценке, т. е. «свернуть» набор всех исследуемых частных финансовых показателей в один комплексный показатель J , по значению которого можно судить о степени благополучия предприятия.

Формула обобщенного показателя:

$$J = \sum_{i=1}^m V_i \hat{x}_i / \sum_{i=1}^m V_i, \quad (1)$$

где x_i – переменные, называемый признаками (в нашем случае – финансовые коэффициенты платежеспособности L_i); $\hat{x}_i$ – признаки, нормированные на соответствующие границы нормальных ограничений; V_i – весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность отдельных признаков; m – количество выбранных признаков.

Используемые финансовые коэффициенты L_i и нормальные ограничения $L_i^{норм}$ имеют следующий вид:

1 Общий показатель платежеспособности

$$L_1 = \frac{A1 + 0,5A2 + 0,3A3}{П1 + 0,5П2 + 0,3П3}, \quad (2)$$

где $A1$ – наиболее ликвидные активы; $A1$ – быстро реализуемые активы; $A3$ – медленно реализуемые активы; $П1$ – наиболее срочные обязательства; $П2$ – краткосрочные пассивы; $П3$ – долгосрочные пассивы.

Нормальное ограничение $L_1 \geq 1$.

2 Коэффициент абсолютной ликвидности

$$L_2 = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Денежные} \\ \text{средства} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Краткосрочные финансовые} \\ \text{вложения} \end{array} \right)}{\text{Текущие обязательства}}, \quad (3)$$

Нормальное ограничение $L_2 \geq 0,2$.

3 Коэффициент «критической оценки»

$$L_3 = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Денежные} \\ \text{средства} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Текущие фин.} \\ \text{вложения} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Краткосрочная} \\ \text{деб. задолженность} \end{array} \right)}{\text{Текущие обязательства}}, \quad (4)$$

Нормальное ограничение $L_3 \geq 1$.

4 Коэффициент текущей ликвидности

$$L_4 = \frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Текущие обязательства}}, \quad (5)$$

Нормальное ограничение $L_4 \geq 2$.

5 Коэффициент маневренности (функционирующего капитала)

$$L_5 = \frac{\text{Медленно реализуемые активы}}{\left(\begin{array}{c} \text{Оборотные} \\ \text{активы} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Текущие} \\ \text{обязательства} \end{array} \right)}, \quad (6)$$

Нормальное ограничение: уменьшение показателя в динамике.

6 Доля оборотных средств в активах

$$L_6 = \frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Валюта баланса}}, \quad (7)$$

Нормальное ограничение $L_6 \geq 0,5$

7 Коэффициент обеспеченности собственными средствами

$$L_7 = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{Собственный} \\ \text{капитал} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Внеоборотные} \\ \text{активы} \end{array} \right)}{\text{Оборотные активы}}. \quad (8)$$

Нормальное ограничение $L_7 \geq 0,1 - 0,4$.

Как известно [8, 9], практика хозяйствования и экономика российских предприятий существенно отличается от зарубежных. Поэтому рассчитаем финансовые коэффициенты платежеспособности и ликвидности для 10 отечественных предприятий, данные балансов которых представлены далее. В отличие от

работы [3], в которой были приведены данные лишь о разделах балансов, при оценке платежеспособности и ликвидности требуется более полная информация. Воспользуемся сокращенной

формой представления данных баланса, опустив названия соответствующих статей и приведем лишь номера строк показателей (таблица 1).

Таблица 1.

Данные статей балансов сравниваемых предприятий за 2016 год, млн руб.

Table 1.

Data of articles of balances of the compared enterprises for 2016, millions rub

Строки баланса Lines of balance	Оргнефтехим заводы	БКМЗ	Чугунолитейный БКМЗ	МЭЗ Лискинский	Хлебозавод № 1	Воронежская кондитерская фабрика	Каширская земля	Разноопторг	Хлебозавод № 2	Газпром газораспреде- ние Воронеж
1150	231,3	41,3	67,3	264,5	62,7	496,88	26,015	15,34	46,09	3,974
1100	247,5	43,7	67,6	338,2	74,2	2636,4	31,33	15,34	47,55	4037,9
1210	626,2	46,9	35,8	278,6	19,2	346,98	0,875	—	10,31	262,69
1220	1,1	—	2,1	0,942	0,183	0,072	—	—	—	0,027
1230	1230,2	5,3	13,5	987,1	27,4	235,08	3,759	23,99	20,24	682,3
1240	0,2	—	3	384,6	—	2	—	9,92	—	—
1250	3,2	14,6	1,6	2,2	3,3	9,854	0,085	0,013	3,416	376,3
1260	14,7	0,66	—	4,2	0,415	1,724	3,631	—	0,248	1,374
1200	1875,6	67,5	55,9	1657,7	50,4	595,75	8,35	33,93	36,855	1322,7
1300	539,2	98,5	85,5	196,2	76,04	1734,69	15,828	44,08	36,753	3771
1400	278,9	0,24	13,2	3,2	31,6	28,88	—	—	12,404	40,349
1510	540,6	—	0,017	1460,5	—	—	10,624	—	—	—
1520	763,3	12,4	24,3	249,1	11,95	1440,53	13,231	5,134	28,775	760,56
1530	0,007	—	0,555	—	—	—	—	—	—	485,25
1540	1,01	—	—	3,5	4,99	28,083	—	—	6,475	303,5
1550	—	—	—	83,5	—	—	—	0,054	—	—
1600	2123,1	111,2	24,8	1995,9	124,6	3232,2	39,683	49,27	35,25	5360,7

Затем перейдем к расчету нормированных признаков $\hat{x}_i$, используемых в формуле (1) для обобщенного показателя платежеспособности и ликвидности. От учета L_3 откажемся по следующим причинам. Во-первых, в числитель формулы для L_3 входит краткосрочная дебиторская задолженность, часть которой может быть погашена с большей задержкой. Во-вторых, дебиторская задолженность учитывается и в показателе текущей ликвидности L_4 , и поэтому дважды учитывать ее нецелесообразно.

Коэффициент маневренности (функционирующего капитала) L_5 также использовать нецелесообразно по двум причинам. Во-первых, нормальное ограничение (уменьшение показателя в динамике) весьма расплывчато. Во-вторых, с математической точки зрения он построен крайне неудачно: в знаменатель входит разность оборотных активов и текущих обязательств. При совпадении этих двух величин показатель обращается в бесконечность, а при малой величине разности и ее дальнейшем уменьшении неограниченно возрастает по абсолютной величине.

С учетом изложенного, в качестве используемых коэффициентов выберем наиболее информативные (L_1, L_2, L_4, L_6, L_7). Поэтому нам нужно ввести только 5 признаков $x_1 - x_5$:

$$x_1 = L_1, x_2 = L_2, x_3 = L_4, x_4 = L_6, x_5 = L_7 \quad (9)$$

Произведем нормировку всех признаков x_i делением на соответствующие границы нормальных ограничений. Значение этой нормировки состоит в следующем: исходные финансовые коэффициенты (L_i) и соответствующие признаки (x_i) могут иметь различные интервалы изменения, а при достижении признаком границы, соответствующая нормированная величина $\hat{x}_i$ станет равной 1,0, что является индикатором нормальности. Итак, положим

$$\begin{aligned} \hat{x}_1 &= x_1 / L_1^{\text{норм}} = L_1 / 1; \\ \hat{x}_2 &= x_2 / L_2^{\text{норм}} = L_2 / 0,2; \quad \hat{x}_3 = x_3 / L_4^{\text{норм}} = L_4 / 2; \\ \hat{x}_4 &= x_4 / L_6^{\text{норм}} = L_6 / 0,5; \\ \hat{x}_5 &= x_5 / L_7^{\text{норм}} = L_7 / 0,4. \end{aligned} \quad (10)$$

Для рассматриваемых предприятий рассчитанные значения нормированных признаков сведены в таблицу (таблица 2), а последний столбец – рассчитанный показатель J .

Нормированные признаки платежеспособности и ликвидности

Table 2.

Rated signs of solvency and liquidity

Предприятия Enterprises	Нормированные признаки Rated signs					Обобщенный показатель J
	$\hat{x}_1$	$\hat{x}_2$	$\hat{x}_3$	$\hat{x}_4$	$\hat{x}_5$	
	Референтные данные известных предприятий					
1. Оргнефтехимзаводы Orgneftekhimzavod	0,7257	0,0130	0,7192	1,7668	0,3888	1,1624
2. БКМЗ BKMZ	2,5294	5,8925	2,7229	1,2139	2,0318	6,1789
3. Чугунолитейный БКМЗ .IronfoundryBKMZ	0,7997	0,9505	1,1517	0,9056	0,8013	1,7042
4. МЭЗ Лискинский Liskinskii	0,9437	1,0785	0,4623	1,6610	-0,2143	1,6937
5. Хлебозавод № 1 Bakery№ 1	0,9980	1,3665	2,1088	0,8094	0,0933	2,2542
6. Воронежская кондитерская фабрика VoronezhConfectionaryFactory	0,1584	0,0410	0,2068	0,3686	-3,7840	-0,1643
7. Каширская земля Kashira ground	0,1788	0,0180	0,1750	0,4208	-4,6423	-0,2592
8. Разнооптторг Raznooptorg	4,2489	9,5730	3,2696	1,3772	2,1178	9,5548
9. Хлебозавод № 2 Bakery № 2	0,4849	0,5935	0,6404	0,8732	-0,7325	0,9424
10. Газпром газораспределение Воронеж GazpromGasDistributionVoronezh	0,7894	2,4740	0,8696	0,4934	-0,5045	2,1369 (прогноз)

Вектор весовых коэффициентов V , используемый в формуле (1), определяет относительную значимость признаков $\hat{x}_i$ и называется вектором приоритетов. Возможны два пути его определения: 1) приближенно, на основе интуиции экспертов; 2) строго научный подход на основе метода анализа иерархий Т. Саати. Воспользуемся последним методом и, на основе расчетов с применением программы на языке MathCad получим вектор весовых коэффициентов:

$$V = (0,787 \ 0,494 \ 0,301 \ 0,183 \ 0,116). \quad (11)$$

Рассчитаем для исследуемых предприятий значения обобщенного показателя платежеспособности и ликвидности, используя выражение

(11) и значения нормированных признаков $\hat{x}_i$ (таблица 2):

$$J = (1,162 \ 6,178 \ 1,704 \ 1,694 \ 2,254 \ -0,164 \ -0,259 \ 9,555 \ 0,942 \ 2,137) \quad (12)$$

Разделим полученные значения на сумму весовых коэффициентов, входящую в знаменатель формулы (1), и равную 1,881. Кроме того, ограничим максимальные значения показателя уровнем 2.0 и в результате получим

$$J = (0,618 \ 2,000 \ 0,906 \ 0,901 \ 1,198 \ -0,087 \ -0,138 \ 2,000 \ 0,501 \ 1,136) \quad (13)$$

Представим полученные результаты графически (рисунок 1).

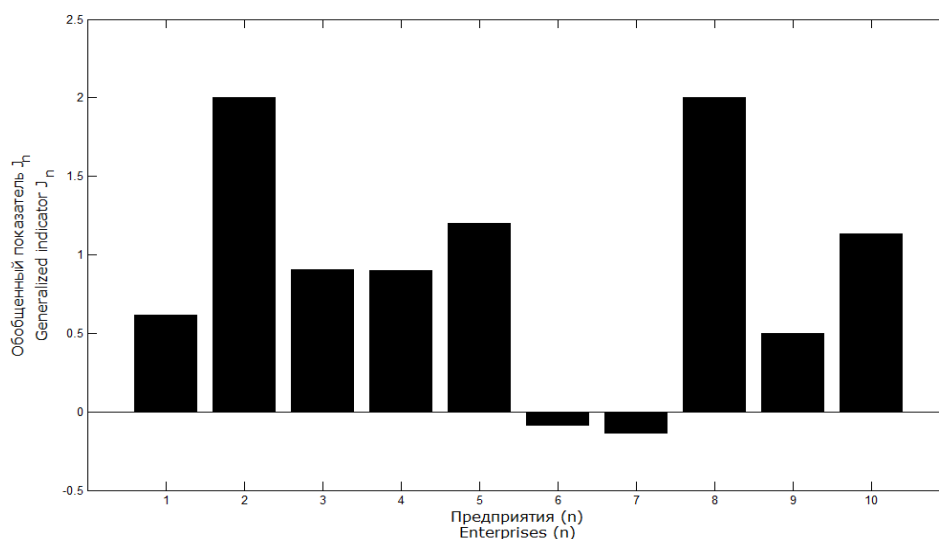


Рисунок 1. Обобщенный показатель платежеспособности и ликвидности

Figure1. The generalized indicator of solvency and liquidity

Как видим, некоторые предприятия (2) и (8), обладают высокой степенью ликвидности, а некоторые (1), (6), (7) и (9) – недостаточной.

Для выяснения степени влияния обобщенного показателя J на общее финансовое состояние предприятия, произведем его оценку на основе перспективного метода скорингового анализа [10].

Скоринговый анализ

Интегральная оценка финансового состояния предприятия может быть осуществлена методом скорингового анализа Д. Дюрана, осуществляемого на основе учета всего трех, но наиболее важных показателей: рентабельности совокупного капитала R_4 , коэффициента текущей ликвидности L_4 и коэффициента финансовой независимости (автономии) U_3 .

В работе [3] приведена таблица границ упомянутых показателей для 5 классов финансового состояния, 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.

Примечательно, что скоринговый анализ Д. Дюрана учитывает все достижения современной теории экспертных систем: выбираются только наиболее информативные признаки, признаки нормируются на границы нормальных ограничений, а используемые при построении рейтингового числа весовые коэффициенты

$$V_s = (0,5 \quad 0,3 \quad 0,2), \quad (14)$$

практически совпадают со значениями, полученными современным методом анализа иерархий.

Итак, выберем в качестве признаков объектов экспертизы: y_1 – рентабельность совокупного капитала, %; y_2 – коэффициент текущей ликвидности; y_3 – коэффициент финансовой независимости.

Анализируя границы финансовых показателей $y_{i,sp}$ для 1-го класса и соответствующее количество баллов $B_{i,sp}$ [3, стр. 191], можно ввести формулы для расчета конкретных значений этих показателей и их балльной оценки:

$$\hat{y}_{i,sp} = y_i / y_{i,sp}, \quad B_i = B_{i,sp} \hat{y}_i, \quad i=1,2,3, \quad (15)$$

где $\hat{y}_i$ – 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 :

$$B = \sum_i B_i = 50\hat{y}_1 + 30\hat{y}_2 + 20\hat{y}_3 \quad (16)$$

Воспользовавшись рассчитанными значениями нормированных признаков платежеспособности и ликвидности (таблица 2) и формулами (15), (16), рассчитаем значения новых признаков скорингового анализа $\hat{y}_i$ и соответствующих им балльных оценок B_i для десяти сравниваемых предприятий (таблица 3). Представим результаты графически (рисунок 2).

Таблица 3.

Результаты скорингового анализа

Table 3.

Result of the scoring analysis

Предприятия Enterprises	$\hat{y}_1$ (rated R_4)		$\hat{y}_2$ (rated L_4)		$\hat{y}_3$ (rated U_3)		$\sum B_i$
	Число, %	Балл	Число	Балл	Число	Балл	
1. Оргнефтехим заводы Orgneftekhim zavod	4,481 %	7,48	1,438	21,57	0,254	7,26	36,31
2. БКМЗ BKMZ	3,306 %	5,52	5,446	30,00	0,886	20,00	55,52
3. Чугунолитейный БКМЗ Ironfoundry BKMZ	4,184 %	6,98	2,303	30,00	0,692	19,77	56,76
4. МЭЗ Лискинский Liskinskii	0,322 %	0,00	0,921	13,82	0,098	0,00	13,82
5. Хлебозавод № 1 Bakery № 1	4,758 %	7,95	4,217	30,00	0,610	17,43	55,38
6. Воронежская кондитерская фабрика Voronezh Confectionary Factory	5,732 %	9,57	0,413	0,00	0,536	15,31	24,88
7. Каширская земля Kashira ground	-6,022 %	0,00	0,350	0,00	0,399	11,39	11,39
8. Разнооптторг Raznoopttorg	5,101 %	8,52	6,539	30,00	0,895	20,00	58,52
9. Хлебозавод № 2 Bakery № 2	7,289 %	12,17	1,262	18,93	0,436	12,45	43,55
10. Газпром газораспределение Воронеж Gazprom Gas Distribution Voronezh	8,364 %	13,96	1,739	26,08	0,704	20,00	60,04

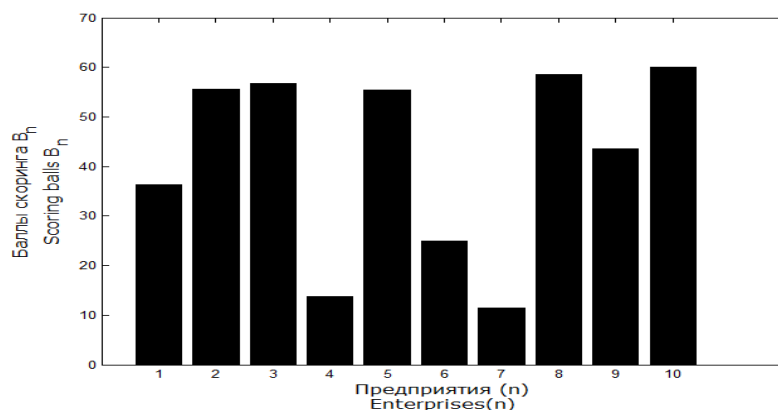


Рисунок 2. Баллы скорингового анализа финансового состояния в целом

Figure2. Points of the scoring analysis of a financial state in general

Сравнивая результаты анализа обобщенного показателя платежеспособности и ликвидности J (формула (13) и скорингового анализа финансового состояния (последний столбец табл. 3) видим, что они дают качественно похожую картину разделения предприятий на «нормальные» и «неудовлетворительные». Оценим сходство полученных результатов количественно.

1. Вычислим коэффициент корреляции Пирсона показателей J и B :

$$k = \text{corr}(J, B) = 0,726, \quad (17)$$

что свидетельствует о сильной корреляционной связи.

2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена ρ используется в экономике для выявления и оценки тесноты связи между двумя рядами сопоставляемых количественных показателей. В том случае, если ранги показателей, упорядоченных по степени возрастания или убывания, совпадают (большему значению одного показателя соответствует большее значение другого показателя), делается вывод о наличии прямой корреляционной связи. Коэффициент Спирмена для N предприятий определяется по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N(N^2 - 1)} = 0,773, \quad (18)$$

где d – разности рангов каждой пары сопоставляемых значений.

Таким образом, связь между показателями – прямая, теснота (сила) связи по шкале Чеддока – весьма высокая. Зависимость признаков статистически значима.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ngoc N.B. 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: реалізації. Науковий журнал. 2015. № 4 (20). С. 52–58. URL: <http://economics.opu.ua/files/archive/2015/n4.html>

3. При том же векторе приоритетов (11) рассмотрим другой порядок учета нормированных признаков ликвидности с целью определения их информативности:

$$\hat{x}_3, \hat{x}_2, \hat{x}_1, \hat{x}_4, \hat{x}_5 \quad k = 0,799; \rho = 0,824 \quad (19)$$

$$\hat{x}_3, \hat{x}_1, \hat{x}_2, \hat{x}_4, \hat{x}_5 \quad k = 0,793; \rho = 0,758. \quad (20)$$

Как видим, по сравнению с формулами (17), (18) наилучшие результаты получены во втором варианте (19). Следовательно, в качестве основного признака с наибольшим весовым коэффициентом 0,787 нужно выбирать признак текущей ликвидности.

Выводы

1. Установлена сильная корреляционная связь между вектором обобщенного показателя платежеспособности и ликвидности J и вектором баллов B скорингового анализа финансового состояния предприятий (коэффициент корреляции Пирсона $k = 0,726 - 0,799$, коэффициент ранговой корреляции Спирмена $\rho = 0,758 - 0,824$).

2. Это позволяет считать обобщенный показатель J одним из основных определяющих показателей финансового состояния предприятия в целом, а расчет обобщенного показателя J – экспресс – методом его оценки.

3. Для уточнения прогноза финансового состояния можно использовать обобщенный показатель структуры капитала, введенный в работе [3], имеющий несколько более высокие оценки коэффициентов корреляции.

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.

REFERENCES

1 Ngoc N.B. 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-realiichasu* [Economics: realities of time] 2015. no. 4 (20). pp. 52–58. Available at: <http://economics.opu.ua/files/archive/2015/n4.html> (in Ukrainian)

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

Екатерина И. Мянновская студент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ekaterina.myanovskaya@mail.ru

Сергей В. Бухарин д.т.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, svbuharin@mail.ru

Владимир В. Дудчак д.э.н., профессор, заместитель генерального директора, АО Концерн Созвездие, г. Воронеж, 394000, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.11.2017

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. *Innovatsionnayanauka* [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

Aleksandr I. Khorev Dr. Sci. (Econom.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

Ekaterina I. Myanovskaya student, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ekaterina.myanovskaya@mail.ru

Sergei V. Bukharin Dr. Sci. (Techn.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, svbuharin@mail.ru

Vladimir V. Dudchak Dr. Sci. (Econom.), professor, deputy director general, JSC Sozvezdie, Voronezh, 394000, Russia

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.29.2017

ACCEPTED 11.22.2017

Инновационные проекты, ориентированные на устойчивое развитие (опыт России и Санкт-Петербурга)

Ольга А. Кальченко¹ o.kaltchenko@mail.ru
Антон Ф. Тихомиров¹ antontikh@mail.ru
Светлана А. Евсеева¹ yevsvetlana@mail.ru

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия

Реферат. Целью данной работы является анализ инновационных проектов, ориентированных на устойчивое развитие России в целом и Санкт-Петербурга в частности. Проведен литературный обзор международных и российских публикаций, посвященных актуальности инновационных проектов, ориентированных на устойчивое развитие. Данная работа подтверждает гипотезу о том, что важнейшая ответственность и отправная точка устойчивого развития заключается в управлении технологиями и инновациями с уделением особого внимания важности действий и руководств, относительно внешней среды. Приведены концептуальные документы, отражены 17 Целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций и социо-эколого-экономические приоритеты для России. Представлены результаты рейтинга чистоты российских регионов Общероссийской общественной организации «Зеленый патруль». Санкт-Петербург, впервые за годы составления отчета попал в первую пятерку регионов «Экологического рейтинга». Изложены предварительные итоги (инновационные проекты и мероприятия) 2017 года экологии для России и Санкт-Петербурга. Проанализированы инновационные проекты, ориентированные на устойчивое развитие Санкт-Петербурга. Широкий спектр проектов и мероприятий направлен на охрану окружающей среды и формирование комфортной для жизни городской среды, включает более 70 направлений: работа по совершенствованию системы переработки опасных отходов, программы по ремонту и реконструкции тепловых сетей, реконструкция котельных и другие. Проведено соответствие инновационных проектов и мероприятий, ориентированных на устойчивое развитие Санкт-Петербурга Целям устойчивого развития Организации Объединенных Наций. Материал статьи может быть полезен для ученых и практиков, заинтересованных в мерах по обеспечению устойчивого развития посредством реализации инновационных проектов.

Ключевые слова: инновационные проекты, устойчивое развитие, 2017 год экологии в России, Санкт-Петербург, экологический рейтинг

Sustainability-oriented innovative projects (experience of Russia and Saint-Petersburg)

Olga A. Kalchenko¹ o.kaltchenko@mail.ru
Anton F. Tikhomirov¹ antontikh@mail.ru
Svetlana A. Evseeva¹ yevsvetlana@mail.ru

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Polytechnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia

Summary. The aim of the paper is to analyse innovative projects oriented to sustainable development of Russia in general and Saint-Petersburg in particular. A literature review of international and Russian publications devoted to the relevance of innovative projects oriented to sustainable development was conducted. The paper confirms the hypothesis that the most important responsibility and starting point for sustainable development lies in the technology and innovation management, with particular attention to the importance of actions and guidelines relative to the external environment. Conceptual documents are presented and 17 Sustainable Development Goals of the United Nations. Socio-ecological and economic priorities for Russia are reflected. The results of the Russian regions purity rating of Russian Public Organization "Green Patrol" are presented. Saint-Petersburg, for the first time is in the top five of the "Environmental rating" regions. The preliminary results (innovative projects and activities) of the 2017 year of ecology in Russia and Saint-Petersburg are outlined. Innovative projects oriented to sustainable development of Saint-Petersburg are analysed. A broad range of projects and activities aimed at environmental protection and the formation of a comfortable urban environment, includes more than 70 directions: work on improving the system of treatment of hazardous waste, repair and reconstruction of heat networks, reconstruction of boiler plants and others. Innovation projects and activities oriented to sustainable development of Saint-Petersburg were correlated with the United Nations Sustainable Development Goals. The paper can be useful for scientists and practitioners interested in measures to ensure sustainable development through innovative projects realisation.

Keywords: innovative projects, sustainable development, 2017 year of ecology in Russia, Saint-Petersburg, environmental rating

Введение

В последние несколько десятилетий наблюдается значительный рост интереса к инновационным проектам, ориентированным на устойчивое развитие.

Устойчивое развитие – это процесс изменений, в котором эксплуатация ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно – технического развития и институциональные

изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений. Во многом речь идет об обеспечении неубывающего во времени – от поколения к поколению – качества жизни людей и природного капитала [1, 2].

Представители России принимали ключевое участие на Конференции по климату

Для цитирования

Кальченко О.А., Тихомиров А.Ф., Евсеева С.А. Инновационные проекты, ориентированные на устойчивое развитие (опыт России и Санкт-Петербурга) // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 274–281. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-274-281

For citation

Kal'chenko O.A., Tikhomirov A.F., Evseeva S.A. Sustainability-oriented innovative projects (experience of Russia and Saint-Petersburg). *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 274–281. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-274-281

в Париже (COP21) 2015 года, где обсуждались меры по обеспечению устойчивого развития. Потребность в инновациях, ориентированных на устойчивое развитие для преодоления технологической отсталости в результате постсоветских экономических реформ и перехода к эффективной рыночной экономике отмечена многими учеными [3–5]. Согласно 2016 Глобальному прогнозированию НИОКР, доля России в общих расходах на исследования и разработки составляет 2,8% (преимущественно в сфере коммерческой аэрокосмической и военной промышленности, обороны), а валовые расходы на НИОКР составляют 1,5% ВВП в 2016 году.

17 Целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций (ЦУР ООН) 2015 года являются ключевой частью большой системы задач и индикаторов как для развивающегося мира, так и для развитых стран в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Цели и задачи в области устойчивого развития носят комплексный характер, являются глобальными по своему характеру и универсально применимыми. При этом они позволяют обеспечить учет различий в национальных реалиях, возможностях, уровнях развития и уважение национальных стратегий и приоритетов. Часть ЦУР ООН носит всеобщий характер и имеет актуальное значение для некоторых регионов России.

За последнее время был принят ряд концептуальных документов ООН:

- «Будущее, которого мы хотим» (2012) определяет перспективы человечества в XXI веке на основе концепции устойчивого развития, базой которого должна стать «зеленая» экономика;
- «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» (2015);
- Парижское климатическое соглашение (2015), определяющее приоритеты борьбы с климатической угрозой в мире и во всех странах до 2030–2050 годов.

В документах отражены конкретные цели, стоящие перед странами и народами, количественные индикаторы и наборы мероприятий, позволяющие правительствам стран планировать действия, направленные на выполнение выработанных решений.

По важности выделены ЦУР ООН на период 2016–2030 годов, сформулированные в «Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Они отражают идеологию устойчивого развития и сбалансированно сочетают социальные, экономические и экологические приоритеты, а также содержат конкретные инструменты достижения. ООН приняла 17 Целей и 169 задач для их реализации. С учетом российских реалий и интересов в каждой Цели выделены социо-эколого-экономические приоритеты (таблица 1) [6].

Таблица 1.

Цели устойчивого развития ООН (2016–2030 годы) и их приоритеты [6]

Table 1.

United Nations Sustainable Development Goals (2016–2030 years) and priorities [6]

№ Цели Goal	Цели устойчивого развития Sustainable Development Goals	Приоритеты Priority		
		Соци- альные Social	Эконо- мические Economic	Экологиче- ские Ecological
1	2	3	4	5
1.	Повсеместная ликвидация нищеты во всех ее формах End poverty in all its forms everywhere	**	*	
2.	Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности, улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture	**		*
3.	Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages	**		
4.	Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех Ensure inclusive and quality education for all and promote lifelong learning	**		
5.	Обеспечение гендерного равенства и расширение прав и возможностей всех женщин и девочек Achieve gender equality and empower all women and girls	**		
6.	Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех Ensure access to water and sanitation for all	*		**

1	2	3	4	5
7.	Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all		**	*
8.	Содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех Promote inclusive and sustainable economic growth, employment and decent work for all	*		**
9.	Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям Build resilient infrastructure, promote sustainable industrialization and foster innovation		**	
10.	Сокращение неравенства внутри стран и между ними Reduce inequality within and among countries	**		
11.	Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable	**	*	
12.	Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства Ensure sustainable consumption and production patterns	**	**	*
13.	Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями Take urgent action to combat climate change and its impacts		*	**
14.	Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources		*	**
15.	Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное использование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия Sustainably manage forests, combat desertification, halt and reverse land degradation, halt biodiversity loss			**
16.	Содействие построению миролюбивого и открытого общества в интересах устойчивого развития, обеспечение доступа к правосудию для всех и создание эффективных, подотчетных и основанных на широком участии учреждений на всех уровнях Promote just, peaceful and inclusive societies	**		
17.	Укрепление средств достижения устойчивого развития и активизация работы механизмов глобального партнерства в интересах устойчивого развития Revitalize the global partnership for sustainable development	**	*	

Примечание: ** – основной приоритет для Цели, * – сопряженный приоритет для Цели
Note: ** is the primary priority for the Goal, * is the associated priority for the Goal

Литературный обзор Международные публикации

Главной задачей инновационной экономики в направлении устойчивого развития является рассмотрение инноваций не только с экономической точки зрения, но и согласно социальному и экологическому измерениям [7–9]. Для устойчивого развития роль технологии имеет большое значение [10].

Согласно теории инновационного менеджмента, существует множество инновационных моделей, таких как: открытые инновации; инновации, ориентированные на потребности пользователей; инновации реализации продукции; «экономные» инновации; инновации, основанные на разработках и др. [11–14]. Существует ряд концепций ориентации инновационной деятельности на устойчивое развитие [15].

«Зеленые», экологические и эко- инновации в основном используются в научной литературе как синонимы, однако понятие инноваций, ориентированных на устойчивое развитие, расширяет концепцию и включает социальный аспект [16].

Учеными были предложены концепции и модели инноваций, ориентированных на устойчивое развитие: концепция «устойчиво-ориентированная инновационная система», модель открытых и устойчивых инноваций (OSI) и т. д. [17, 18]

Данная работа подтверждает гипотезу Леви [17] о том, что важнейшая ответственность и отправная точка устойчивого развития заключается в управлении технологиями и инновациями с уделением особого внимания важности действий и руководств, относительно внешней среды (правовые, экономические, политические, социальные, и экологические).

Российские публикации

Существует ряд научных работ, посвященных устойчивому развитию России [3–5]. Е. Куценко анализирует российский опыт поддержки экспериментальных инновационных региональных кластеров, предлагает показатели их устойчивости [19]. А. Иволга анализирует текущее состояние в сфере устойчивого развития сельских районов в регионах России [20]. Т. Малышева другими учеными проанализировала несколько российских и татарстанских инновационных производителей, ориентированных на устойчивое развитие [21].

2017 год экологии в России

С целью привлечения внимания общества к вопросам экологического развития Российской Федерации, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности, 5 января 2016 года Президент России В.В. Путин подписал Указ № 7 о проведении в 2017 году в Российской Федерации года экологии.

1 августа 2015 г. Президентом был подписан Указ № 392 о том, что 2017 год объявлен в России годом особо охраняемых природных территорий, в связи со столетним юбилеем первого в нашей стране государственного природного заповедника (Баргузинского). Баргузинский заповедник был создан в самом конце 1916 года, но по новому стилю его столетний юбилей приходится на январь 2017 года.



Рисунок 1. 2017 год экологии в России

Figure 1. 2017 year of ecology in Russia

«Речь идет о внедрении в производственные процессы инновационных компонентов и крупномасштабном перевооружении предприятий, позволяющем существенно повысить их рентабельность при максимальном снижении антропогенного влияния на окружающую среду» – отметил специальный представитель Президента РФ по вопросам природоохранной деятельности, экологии и транспорта С.Б. Иванов.

К предварительным итогам 2017 года экологии в России относят:

1. В 2017 году начата реализация крупных инфраструктурных природоохранных проектов, стоимостью около 500 миллиардов рублей (в этом году мероприятия на 105 миллиардов рублей). Крупные промышленные предприятия, такие как «Норильский никель» (закрытие производства, расширение мощности по улавливанию серы), «РТ-Инвест» (подготовка строительства заводов по мусоросжиганию)

и многие другие начали реализацию крупных инновационных проектов, ориентированных на устойчивое развитие.

2. Реформа системы управления отходами, начатая ранее, должна распространиться по всем регионам России в 2019 году. На сегодняшний день многие регионы, многие предприятия внедряют данную систему.

3. Внедрение раздельного сбора и вторичной переработки отходов. В 2017 году было принято решение о запрете захоронений отдельных видов отходов, полезных компонентов (запрет захоронений металлолома с 2018 года, цветных металлов, с 2019 года – пластика, пластиковой упаковки, других видов отходов). В конце 2017 года должно быть принято дополнение к закону от 2014 года по внедрению системы оборота отходов, в которой уточняются некоторые принципы по внедрению сортировки.

4. В 2017 году принято три приоритетных проекта: «Чистая страна», «Дикая природа России» и «Чистая Волга».

«Чистая страна» – основной акцент – ликвидация прошлого экологического ущерба. В 2017 году начато 25 проектов в 13 регионах, 10 проектов планируется реализовать: ликвидация старых полигонов, старых производственных мощностей.

«Дикая природа» – основной акцент – экологический туризм. Выбраны пилотные национальные парки для выстраивания системы с инвесторами.

«Чистая Волга» – приоритетный проект по очистке Волги на общую сумму более 254 миллиардов рублей федерального, регионального бюджетов и средства инвесторов на более 100 миллиардов рублей. Проект включает в себя строительство очистных сооружений, ликвидацию экологического ущерба по берегам и позволит снизить уровень загрязнения Волги в девять раз до 2025 года.

Презентация сборника «Итоги года экологии в России» состоится 12 декабря 2017 года на II Международной выставке-форуме «ЭКОТЕХ», г. Москва. Предполагается представление инновационных проектов крупных промышленных предприятий, которые проводят техническое перевооружение, внедряют экологически чистые технологии.

Общероссийской общественной организацией «Зеленый патруль» был опубликован рейтинг (таблица Таблица 2.) чистоты российских регионов – наиболее полный экологический отчет в масштабе страны, составляемый с 2007 года четыре раза в год. В основе данного рейтинга лежит информация из региональных СМИ, сводки МЧС и Росгидромета, официальные сообщения местных властей и природопользователей, информация горячей линии и материалы собственных полевых исследований.

Топ-10 «Экологического рейтинга» [22]

Table 2.

Top-10 of the “Environmental rating” [22]

Место в рейтинге Place in rating	Регион Region
1.	Тамбовская область Tambov region
2.	Республика Алтай Altai republic
3.	Алтайский край Altai region
4.	Санкт-Петербург Saint-Petersburg
5.	Чувашская республика Chuvash republic
6.	Ульяновская область Ulyanovsk region
7.	Москва Moscow
8.	Белгородская область Belgorod region
9.	Мурманская область Murmansk region
10.	Курская область Kursk region

Худшая экологическая ситуация наблюдается в Свердловской области, а затем по возрастающей в Челябинской, Московской, Иркутской и Брянской областях, Севастополе, Ленинградской области, республики Бурятия, Оренбургской области и Еврейского АО.

Отрицательный рейтинг ряда регионов во многом связан со стихийными бедствиями: небывалая жара и дым лесных пожаров Сибири, серьезное загрязнение воздуха выбросами сероводорода на востоке Москвы.

Санкт-Петербург, впервые за годы составления отчета попал в первую пятерку регионов «Экологического рейтинга».

Опыт Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург – один из наиболее инновационно развитых городов, второй крупнейший научно-технический центр России после Москвы. Доля организаций, осуществляющих инновации в Санкт-Петербурге, составляет чуть менее 20% [23].

Согласно нынешней «Социально-экономической стратегии развития Санкт-Петербурга до 2030 года», с точки зрения устойчивого развития основными долгосрочными принципами являются повышение эффективности социального, человеческого и природного капитала. В документе рассматриваются ориентированные на устойчивое развитие инновационные проекты, такие как: сортировка отходов, удаление мусора, экологически чистая энергия.

Пилотные проекты, ориентированные на устойчивое развитие были начаты в Санкт-Петербурге еще в 2002 году.

Среди инновационных проектов, ориентированных на устойчивое развитие хотелось бы выделить следующие:

1. С 2010 г. действует система регулярного сбора опасных отходов, образующихся

в быту, с помощью мобильных пунктов приема – «Экомобилей» ГУП «Экострой». Мобильные пункты приема представляют автомобиль, оснащенный специальными контейнерами для сбора и транспортировки опасных отходов.

2. С 2011 года отдельный сбор отходов активно реализуется проектом Ассоциации в сфере экологии и защиты окружающей среды «Раздельный Сбор». Данное движение зародилось в Санкт-Петербурге и уже имеет более широкий охват. На сегодняшний день в Санкт-Петербурге установлено 1278 пунктов раздельного сбора, что 1,5 раза больше, чем в предыдущем году.

3. С 2012 года в городе имеются стационарные пункты сбора опасных отходов «Экопосты», «Экотерминалы» и терминалы эко-боксов ГУП «Экострой» для сбора ртутных ламп и батарей.

4. Передовые технологии в области энергоэффективности реализуются Группой Компаний «Эко-Энергетика». Группа Компаний «Эко-Энергетика» является разработчиком и владельцем передовой отечественной технологии в области энергосбережения – винтовой паровой машины ПВМ, состоит в Государственном реестре инновационных компаний, участвует в «Комплексной программы мероприятий по реализации инновационной политики», направленной на повышение объёмов реализации инновационной продукции, а также на выполнение принятого Госдумой РФ 11.11.2009 года Закона «Об энергосбережении» – энергосбережение и теплоснабжение в России.

В 2017 году экологии Санкт-Петербург вошел в пятерку наиболее экологически чистых регионов страны. Из таблицы 3 видно, что еще к началу 2017 года инвестиции на охрану окружающей среды и ввод в действие мощностей города росли на 20–40% в год.

Инвестиции на охрану окружающей среды и ввод в действие мощностей [23]

Table 3.

Investments into environmental protection and commissioning of capacities [23]

	Год Year		
	2014	2015	2016
Всего инвестиций, млн рублей Total investments, million rubles	4656	7707	10106
из них на охрану и рациональное использование водных ресурсов of them for the protection and rational use of water resources	4656	7697	10094

К предварительным итогам 2017 года экологии в Санкт-Петербурге относят:

1. Закрытие полигона «Новоселки», который был запущен в 1972 году и ежегодно получал до 700 тыс. тонн отходов. План рекультивация рассчитан на семь лет.

2. В 2017 году появился сайт «Интерактивная карта несанкционированных свалок Петербурга», на котором отмечен 231 объект.

3. В 2017 году были предприняты важные шаги для перехода на кардинально новую систему обращения с отходами, создание территориальной схемы стало хорошим примером взаимодействия органов власти, бизнеса и общественных организаций.

Были обсуждены изменения в законотворческой сфере, проблемы раздельного сбора твердых бытовых отходов, переработки и утилизации опасных отходов, вопросы формирования экологической культуры населения, результаты городского экологического мониторинга.

Накопленный опыт реализации природоохранных проектов позволяет снижать экологическую нагрузку промышленных предприятий, развивать кластер водоснабжения и водоотведения. «Петербургский проект очистки сточных вод стал лучшим в России и в Европе. Сегодня набирает обороты кластер водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга» – заявил губернатор Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко.

Под знаком года экологии в 2017 году реализован широкий спектр проектов, направленных на охрану окружающей среды и формирование комфортной для жизни городской среды, включающий более 70 направлений: работа по совершенствованию системы переработки опасных отходов, программы по ремонту и реконструкции тепловых сетей, реконструкция котельных, выставки, форумы, акции, конкурсы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Assembly UN General “The Future we want (Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012)”. TheUnitedNations, 2012. P. 53.

2 Кальченко О. А. Модель устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 3. С. 389-394. doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-389-394.

Заключение

Проанализированные инновационные проекты и мероприятия, ориентированные на устойчивое развитие Санкт-Петербурга соответствуют следующим Целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций, приведенным ранее:

№ 6. Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех (социальные и экологические приоритеты);

№ 7. Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех (экономические и экологические приоритеты);

№ 11. Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов (социальные и экономические приоритеты);

№ 12. Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства (социальные, экономические и экологические приоритеты).

Статья способствует более широкому обсуждению темы реализации инновационных проектов, ориентированных на устойчивое развитие России в целом и Санкт-Петербурга в частности.

Статья представляет собой качественное исследование – эмпирическое исследование, в котором данные не представлены в виде чисел [24]. Представлен литературный обзор публикаций об инновационных проектах, ориентированных на устойчивое развитие.

Материал статьи ограничивается Российской Федерацией и одним городом – Санкт-Петербургом. Данное ограничение представляет собой перспективу для будущих исследований.

3 Glazyev S.Y., Fetisov, G.G. On the strategy of sustainable development of Russia's economy // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2013. № 1. P. 18–28.

4 Gokhberg L., Kuznetsova T. S&T and innovation in Russia: key challenges of the post-crisis period // Journal of East-West Business. 2011. № 17 (2–3). P. 73–89.

- 5 Mironenko N.S., Kolchugina, T. Export-oriented model of sustainable development in Russia (from the "Dutch disease" to innovative development) // *Geography, Environment, Sustainability*. 2012. № 5(1). P. 112–119.
- 6 Бобылев С.Н., Григорьев Л.М. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016 год. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2016. 298 с.
- 7 Vollenbroek F.A. Sustainable development and the challenge of innovation // *Journal of Cleaner Production*. 2002. № 3(10). P. 215–223.
- 8 Brem A., Ivens B. Do frugal and reverse innovation foster sustainability? Introduction of a conceptual framework // *Journal of Technology Management for Growing Economies*. 2013. № 4(2). P. 31–50.
- 9 Roblek V., Meško M., Bach P., Pejić M., Bertonec A. Impact of knowledge management on sustainable development in the innovative economy // *Proceedings of the 2nd Business Systems Laboratory International Symposium "Systems Thinking for a Sustainable Economy. Advancements in Economic and Managerial Theory and Practice"*. 2014.
- 10 Andersen M.M., Faria L. Eco-innovation Dynamics and Green Economic Change: the role of sectoral-specific patterns // *R&D Management Conference*. 2015. 2015.
- 11 Chesbrough H.W. A better way to innovate // *Harvard business review*. 2003. № 81(7). P. 12–3.
- 12 Von Hippel E. Democratizing innovation: The evolving phenomenon of user innovation // *Journal für Betriebswirtschaft*. 2005. № 55(1). P. 63–78.
- 13 Howe J. The rise of crowdsourcing // *Wired magazine*. 2006. № 14(6). P. 1–4.
- 14 Prahalad C.K., Ramaswamy, V. Co-creation experiences: The next practice in value creation // *Journal of interactive marketing*. 2004. № 18(3). P. 5–14.
- 15 Warnke P., Schirrmeister E., Leitner K.H. Innovation patterns for sustainability – Insights from a European Foresight Project on the Future of Innovation // *In XXII ISPIM Conference*. 2011. P. 12–15.
- 16 Schiederig T., Tietze F., Herstatt C. Green innovation in technology and innovation management—an exploratory literature review // *R&D Management*. 2012. № 42(2). P. 180–192.
- 17 Altenburg T., Fischer D., Pegels A., Stamm, A. Sustainability-Oriented Innovation Systems: New Technological Paradigm – New International Division of Labour. Discussion Document. Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik, 2010. 23 p.
- 18 Levi Jakšić M. Sustainable technology and innovation management. In *Recent Economic Crisis and Future Development Tendencies* // *Proceedings of the 7th International Conference of ASECU, Russia*. 2011. P. 425–437.
- 19 Kutsenko E. Pilot innovative territorial clusters in Russia: A sustainable development model // *Foresight-Russia*. 2015. № 9(1). P. 32–55.
- 20 Ivolga A. Overview of contemporary issues of sustainable rural development in Russia in terms of existing differences between regions // *Ekonomika Poljoprivrede*. 2014. № 61(2). P. 331.
- 21 Malysheva T.V. et al. The sustainable development of competitive enterprises through the implementation of innovative development strategy // *International Journal of Economics and Financial Issues*. 2016. № 6(1). P. 185–191.
- 22 Самые чистые и грязные регионы России: итоги лета URL: <http://www.nat-geo.ru/nature/1126283-samyechistye-i-gryaznye-regiony-rossii-itogi-leta>.
- 23 Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области URL: <http://petrostat.gks.ru>.
- 24 Punch K.F. Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches. Sage. 2013. 33 p.

REFERENCES

- 1 Assembly UN General "The Future we want (Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012)". The United Nations, 2012. 53 p.
- 2 Kalchenko O.A. The model of sustainable socio-economic development of the national economy. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 389–394 doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-389-394. (in Russian)
- 3 Glazyev S.Y., Fetisov, G.G. On the strategy of sustainable development of Russia's economy. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2013. no. 1. pp. 18–28.
- 4 Gokhberg L., Kuznetsova T. S&T and innovation in Russia: key challenges of the post-crisis period. *Journal of East-West Business*. 2011. no. 17 (2–3). pp. 73–89.
- 5 Mironenko N.S., Kolchugina T. Export-oriented model of sustainable development in Russia (from the "Dutch disease" to innovative development). *Geography, Environment, Sustainability*. 2012. no. 5(1). pp. 112–119.
- 6 Doklad o chelovecheskom razviti v Rossijskoj Federacii za 2016 god [Human Development report in Russian Federation 2016]. Moscow: Analiticheskij centr pri Pravitel'stve Rossijskoj Federacii, 2016. 298 p. (in Russian).
- 7 Vollenbroek F.A. Sustainable development and the challenge of innovation. *Journal of Cleaner Production*. 2002. no. 3(10). pp. 215–223.
- 8 Brem A., Ivens B. Do frugal and reverse innovation foster sustainability? Introduction of a conceptual framework. *Journal of Technology Management for Growing Economies*. 2013. no. 4(2). pp. 31–50.
- 9 Roblek V., Meško M., Bach P., Pejić M., Bertonec A. Impact of knowledge management on sustainable development in the innovative economy. *Proceedings of the 2nd Business Systems Laboratory International Symposium "Systems Thinking for a Sustainable Economy. Advancements in Economic and Managerial Theory and Practice"*. 2014.
- 10 Andersen M.M., Faria L. Eco-innovation Dynamics and Green Economic Change: the role of sectoral-specific patterns. *R&D Management Conference*. 2015. 2015.
- 11 Chesbrough H.W. A better way to innovate. *Harvard business review*, 2003. no. 81(7). pp. 12–3.
- 12 Von Hippel E. Democratizing innovation: The evolving phenomenon of user innovation. *Journal für Betriebswirtschaft*, 2005. no. 55(1). pp. 63–78.
- 13 Howe J. The rise of crowdsourcing. *Wired magazine*. 2006. no. 14(6). pp. 1–4.
- 14 Prahalad C.K., Ramaswamy V. Co-creation experiences: The next practice in value creation. *Journal of interactive marketing*. 2004. no. 18(3). pp. 5–14.
- 15 Warnke P., Schirrmeister E., Leitner K.H. Innovation patterns for sustainability – Insights from a European Foresight Project on the Future of Innovation. In *XXII ISPIM Conference*. 2011. pp. 12–15.
- 16 Schiederig T., Tietze F., Herstatt C. Green innovation in technology and innovation management—an exploratory literature review. *R&D Management*. 2012. no. 42(2). pp. 180–192.
- 17 Altenburg T., Fischer D., Pegels A., Stamm, A. Sustainability-Oriented Innovation Systems: New Technological Paradigm – New International Division of Labour. Discussion Document. Bonn, Deutsches Institut für Entwicklungspolitik, 2010. 23 p.

18 Levi Jakšić M. Sustainable technology and innovation management. In Recent Economic Crisis and Future Development Tendencies. Proceedings of the 7th International Conference of ASECU, Rostov on Don, Russia. 2011. pp. 425–437.

19 Kutsenko E. Pilot innovative territorial clusters in Russia: A sustainable development model. Foresight-Russia. 2015. no. 9(1). pp. 32–55.

20 Ivolga A. Overview of contemporary issues of sustainable rural development in Russia in terms of existing differences between regions. Ekonomika Poljoprivrede, 2014. no. 61(2). pp. 331.

21 Malysheva T.V. et al. The sustainable development of competitive enterprises through the implementation of inno-

vative development strategy. International Journal of Economics and Financial Issues, 2016. no. 6(1). pp. 185–191.

22 Samye chistye I gryaznye regiony Rossii: itogileta [The cleanest and dirty regions of Russia: the results of summer] Available at: <http://www.nat-geo.ru/nature/1126283-samye-chistye-i-gryaznye-regiony-rossii-itogi-leta/>. (in Russian).

23 Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki g. Sankt-Peterburgui Leningradskoj oblasti [Administration of the Federal State Statistics Service for St. Petersburg and the Leningrad Region]. Available at: <http://petrostat.gks.ru/>. (in Russian).

24 Punch K.F. Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches. Sage. 2013. 33 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга А. Кальченко к.э.н., доцент, Международная Высшая Школа Управления, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия, o.kaltchenko@mail.ru

Антон Ф. Тихомиров к.т.н., доцент, Международная Высшая Школа Управления, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия, antontikh@mail.ru

Светлана А. Евсеева к.э.н., доцент, Международная Высшая Школа Управления, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия, yevsvetlana@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Антон Ф. Тихомиров обзор литературных источников по анализируемой теме и формулировка выводов

Светлана А. Евсеева консультация в ходе написания

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga A. Kalchenko Cand. Sci. (Econ.), associate professor, International Graduate School of Management, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Polytechnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, o.kaltchenko@mail.ru

Anton F. Tikhomirov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, International Graduate School of Management, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Polytechnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, antontikh@mail.ru

Svetlana A. Evseeva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, International Graduate School of Management, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Polytechnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, yevsvetlana@mail.ru

CONTRIBUTION

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

Anton F. Tikhomirov review of the literature on an analysed topic and formulated conclusions

Svetlana A. Evseeva consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.30.2017

ACCEPTED 11.16.2017

Интеграционные аспекты системы ресурсного обеспечения инновационной деятельности

Марина С. Асмолова¹ Asmolova.m.s@gmail.com
Сергей В. Дедов¹ generdeser@bk.ru

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

Реферат. Развитие экономики России не может быть абстрагированной от мировых трендов. Исследования, проводимые зарубежными и российскими учеными формируют необходимую основу для последующего всестороннего анализа. Наличие индивидуальных черт у российской экономики определяет важность выполняемых научных работ, как с теоретической, так и практической стороны. При этом констатируется недостаточность методологических трудов. Это обуславливает необходимость изучения интеграционных аспектов, используя методологические подходы. Обоснование принципов, реализующих функции государства по поддержке инновационной деятельности позволило обосновать роль инновационных ресурсов – знания и информации в формировании инновационной среды. В связи с этим были сформулированы стратегии ресурсного обеспечения инновационной деятельности, проведен их анализ и выделены проблемы, присущие современному состоянию российской экономики, влияющие на интеграционное взаимодействие экономических субъектов. Полученные выводы определяют наличие предпосылок обновления социально-экономических систем и позволяют сделать ряд выводов. Эффективность интериоризации знаний в рамках коммерциализации инноваций и развитие интеграционных процессов СРОИД обусловлена эволюционной и информационной составляющими. Кумулятивным эффектом указанных процессов будет повышение степени эффективности управления системой ресурсного обеспечения инновационной деятельности на уровне субрегионов и увеличение вклада инновационных ресурсов в экономический рост инновационной экономики страны. Оценка происходящих процессов будет достовернее при выборе собственной инновационной стратегии с учетом интеграционного взаимодействия хозяйствующих субъектов и глобализационных особенностей в современной экономике. Полученные выводы позволяют обосновать приоритеты дальнейшей инноватизации российской экономики для достижения успехов в средне- и долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: интеграция, инновационная деятельность, стратегии развития, эффективность управления, инновационные ресурсы, социально-экономические системы

Integration aspects of the system of resources' provision for innovation activity

Marina S. Asmolova¹ Asmolova.m.s@gmail.com
Sergei V. Dedov¹ generdeser@bk.ru

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

Summary. The development of the Russian economy cannot be separated from the world tendencies. The research conducted by foreign and Russian scientists form the essential basis for further comprehensive analysis. The presence of individual features in the Russian economy determines the importance of ongoing scientific work, both from the theoretical and practical points of view. Meanwhile, there is a lack of methodological writings. This fact determines the necessity to study the integration aspects using methodological approaches. The foundation of the methods that implement the functions of the state for the support of innovation activity made it possible to substantiate the role of innovative resources such as knowledge and information in the formation of the environment of innovation. In this regard, we formulated the strategies of resources' provision for innovation activity, analyzed them and specified the problems of modern Russian economy that influence the integration engagement of the economic entities. The obtained findings determine the number of conditions for the renewal of economic and social systems and allow us to draw a number of conclusions. The effectiveness of the internalization of knowledge for the commercialization of innovations and the development of the integration processes of the system of resources' provision for innovation activity is determined by the evolutionary and informational factors. The synergy of such processes will be seen in the increase of management efficiency in the system of resources' provision for innovation activities at the subregion level and the rise of weight of innovative resources into the economic growth of the country's innovative economy. The evaluation of the current processes will be more reliable if a private innovative strategy is chosen, considering as well the integration engagement of the economic entities and the nature of globalization in the modern economy. These conclusions substantiate the priorities for further innovation process of the Russian economy to succeed in the medium and long terms.

Keywords: integration, innovation activity, development strategy, management efficiency, innovative resources, economic and social systems

Введение

Модернизация национальной экономики определяет необходимость адекватной оценки и переосмысления выводов, которые были достигнуты мировой наукой при исследовании экономических процессов, применительно к особенностям современной российской экономики. Становление инновационной экономики, как базы исторически перспективной стратегии

России в XXI в. предполагает своевременную корректировку параметров, характеризующих фарватер ее развития.

В связи с этим, результаты анализа основных тенденций повышения эффективности ресурсного обеспечения инновационной деятельности и процессов осуществления интеграционных процессов в инновационной среде будут эквивалентны.

Для цитирования

Асмолова М.С., Дедов С.В. Интеграционные аспекты системы ресурсного обеспечения инновационной деятельности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 282–288. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-282-288

For citation

Asmolova M.S., Dedov S.V. Integration aspects of the system of resources' provision for innovation activity. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 282–288. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-282-288

Основная часть

В основу проведенного анализа положена рекомбинированная информация, содержащаяся в официальных данных сборников и бюллетеней Росстата, венчурных компаний, российских и зарубежных рейтинговых агентств, тематических ежегодников. Неоценимую помощь оказали материалы монографических исследований отечественных и зарубежных ученых.

Совпадение мнений по общим вопросам свидетельствует о недостаточном количестве научных трудов, посвященных ресурсному обеспечению инновационного потенциала в России. Данный факт свидетельствует об отсутствии

обратной связи при реализации мероприятий, направленных на повышение эффективности инновационной деятельности.

С другой стороны необходимо предоставить полноту и непротиворечивость представляемых показателей и обеспечение их сопоставимости. Одной из основных причин такого состояния дел явилось отсутствие методологической базы для формирования устойчивой и эффективной системы ресурсного обеспечения инновационной деятельности (СРОИД) в инновационной экономике [1]. Условия формирования устойчивой системы ресурсного обеспечения инновационной деятельности в инновационной экономике представлены на рисунке 1.

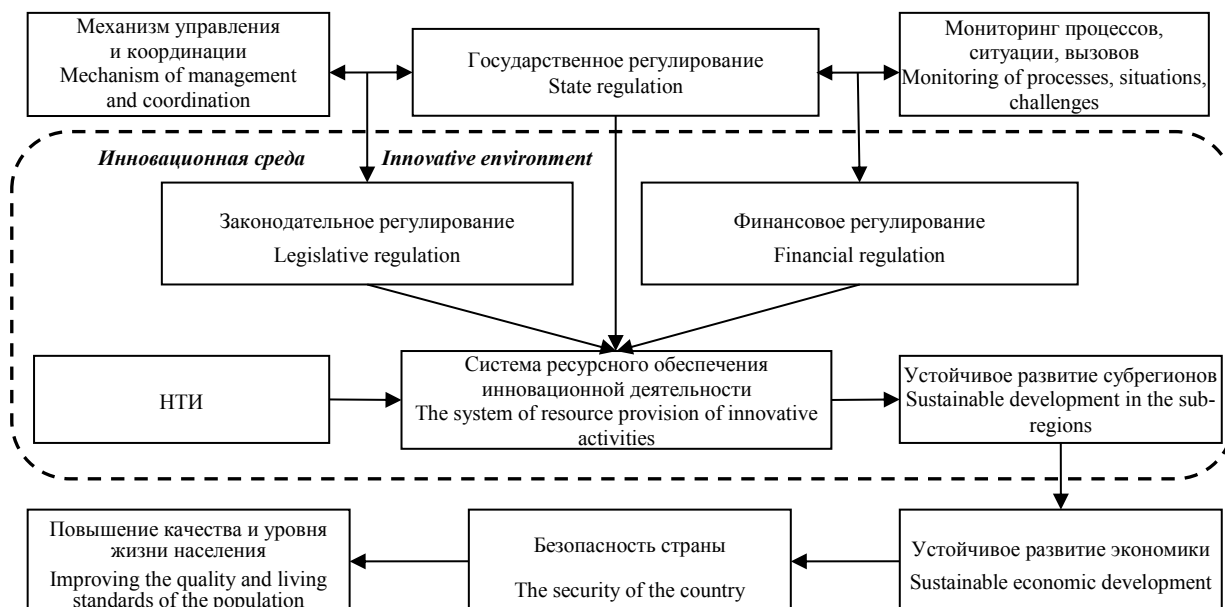


Рисунок 1. Условия формирования устойчивой системы ресурсного обеспечения инновационной деятельности в инновационной экономике. Разработано авторами

Figure 1. Factors of forming a stable system of resources' provision for innovation activity in innovative economy. Created by the authors

Представленные условия, в складывающейся ситуации, свидетельствуют – нашей стране нужны нестандартные, нетривиальные решения, которые лежат в первую очередь в области науки и образования, дальнейшего развития инновационной экономики. Они будут способствовать переходу в нашей стране от экономики сырьевой ориентации к инновационной экономике, способной обеспечить экономический рост за счёт устойчивого экономического развития. Данный тезис подводит к выводу о необходимости уделять особое внимание формированию благоприятных условий, обеспечивающих экономике России катализаторный эффект.

Не менее актуальным и важным является обоснование принципов, обеспечивающих перспективность дальнейших исследований, посвященных интеграционным процессам в инновационной среде [10]. Выделим из общего числа

принципов, наиболее влияющие на экономическую деятельность государственных институтов и реализующие функции государства по поддержке инновационной деятельности такие, как:

- содействие развитию науки, в том числе прикладной;
- подготовка кадров для малых инновационных предприятий;
- создание программ, направленных на повышение инновационной активности в сфере производства;
- формирование государственных заказов на НИОКР, обеспечивающих начальный спрос на инновации, которые затем получают распространение в экономике;
- развитие налоговых и прочих инструментов государственного регулирования, формирующих активное воздействие на эффективность инновационных решений;

— взаимодействие академической, вузовской и прикладной науки, стимулирующее кооперацию в области высоких технологий.

Для успешной реализации указанных принципов сформулируем возможные этапы. Их смысловое содержание состоит в следующем:

- создание предварительной совокупности мер для форсированного перехода экономики на инновационный путь развития;
- формирование условий для непрерывного взаимодействия при постоянном мониторинге факторов и барьеров, препятствующих инновационной деятельности;
- кластеризация инновационной системы — переход при проведении государственной политики на субрегиональном уровне от поддержки отдельных фирм и организаций по научно-техническому и инновационному направлениям, ведущих НИОКР, к поддержке развития кластеров.

Реализация рассмотренных функций будет способствовать развитию в России национальной инновационной системы, отвечающей современным требованиям и вызовам, представляющей, по мнению автора, совокупность государственных, частных и общественных организаций и механизмов их взаимодействия, в рамках которых осуществляется деятельность по созданию, хранению и распространению новых знаний и технологий. На рынках высоких технологий продукцию возрастают требования к принципиальной новизне и патентной защищенностью новых технологий.

Эффективность СРОИД, является платформой трансформации инновационной активности хозяйствующих субъектов и обеспечивает их устойчивое экономическое развитие на субрегиональном уровне. В качестве генерального сценария развития инновационной деятельности предлагается использовать прогноз, сделанный В.Н. Шутовым: «поступательное развитие социально-инновационной системы будет постоянно подтверждать ее движущую силу. В дальнейшем цивилизация станет опираться на ускоренное развитие инновационной сферы». При этом у указанного этапа наблюдаются черты дуализма.

Одна, по мнению А.Н. Сулейманова, характеризуется глобализацией большинства экономических процессов, что делает практически невозможным изолированный рост национальных экономик [6]. Вторая черта — замедление экономического роста в развитых странах в условиях избыточности самих инновационных (ИР) ресурсов. Это обусловлено падением предельной производительности капитала в экономиках этих стран, что сужает возможности осуществления инновационного и инвестиционного процессов [9].

В условиях глобализации невозможность приложения свободных ИР в одних странах обеспечивает их успешное вовлечение в экономику тех стран, которые в них нуждаются и в состоянии освоить их с приемлемой для государства и её экономики доходностью.

Результатом такой деятельности будет увеличение вклада ИР в экономический рост без существенного увеличения затрат энергии и сырья и обеспечивают социальную и экономическую стабильность и безопасность в стране [2]. Другая характерная особенность состоит в том, что издержки на производство широкого круга благ, в том числе и потребительских, фактически не увеличиваются при весьма существенном повышении их качества [3]. Для российской экономики объяснение такому процессу состоит в возрастании потребностей и привлечении иностранных технологий, что обуславливает неблагоприятную коррекцию, как российского рынка инноваций в целом, так и рынка ИР, в частности.

Таким образом, превращение знаний и информации в базовый производственный ресурс изменяет облик и важнейшие характеристики субъектов социально-экономической системы. В настоящее время становится все более очевидным, что информация и знания являются важнейшим стратегическим активом любой страны, источником нововведений, основой экономического и социального прогресса, иными словами — принципиально новым ресурсом, к которому неприменимо традиционное понятие исчерпаемости [8].

Практика индустриальных стран, добившихся успеха коммерциализации ИР, позволяет сформулировать основное содержание по формированию инновационных стратегий в вопросах ресурсного обеспечения инновационной деятельности, которые в том числе могут быть использованы и в России [7]. Под первым номером предлагается стратегия заимствования — допускающая возможность использования зарубежного научно-технического потенциала и перенесения нововведений в собственную экономику. Освоение экспортного потенциала предполагает адаптацию воплощенных в них инноваций и технологий к требованиям, предъявляемым к эффективности основного капитала, прежде всего снижения производственных затрат до уровня, позволяющего вписываться в цены мирового рынка при обеспечении собственной безопасности. Экономический эффект от успешной реализации первой стратегии можно достичь, используя имеющийся опыт внедрения эргономического обеспечения и повышения качества, безопасности и конкурентоспособности рассматриваемых технологий.

С уверенностью можем сказать, что производство и воспроизводство ИР не наталкивается на ограниченность спроса ни внутри страны, ни за ее пределами, так как, с одной стороны, продукция информационного сектора становится все более дешевой, а с другой – сама природа информации и знаний такова, что каждая удовлетворенная потребность в них тут же порождает множество новых. Тем самым, появляется возможность по-новому рассмотреть существующую проблему оценки эффективности инновационно-инвестиционных проектов и программ на субрегиональном уровне.

Сравнение России со странами, которые перешли от «промышленно-технологической» к «информационно-инновационной» экономике, характеризуется рядом проблем, связанным с отставанием в развитии и использовании ИР. Рассмотренная стратегия, имеет ряд тормозящих ее использование причин, что ставит под сомнение ее реализацию в ближайшей перспективе.

Во-первых, в данном контексте предполагается не просто тесное сотрудничество в области науки и техники, а интегрирование экономик стран, участвующих в инновационной деятельности. В этой связи, целесообразно выделить отдельным блоком мнения ведущих ученых.

Наиболее полной будет формулировка, представленная профессором Н.В. Сироткиной «...Экономическая интеграция представляет собой процесс объединения экономических субъектов, расширения взаимодействия между ними и развития системообразующих связей...» [5]. Интеграционные процессы позволяют преодолеть «коренящиеся в традиционных идеологиях и национальных утопиях негативные стереотипы, политически продуманные и придумываемые разделения, сознательно высвобождаемые атавистические инстинкты». Интересен подход, рассматривающий интеграцию как процесс, приводящий к повышению степени конвергенции, достигаемой за счет следующих преимуществ интеграционного взаимодействия:

- интеграция влияет на производительность факторов производства;
- под влиянием изменений в соотношении производительности труда происходит перемещение факторов производства в рамках единого рынка;
- перемещение факторов производства приводит к изменению их географической конфигурации;
- создаются предпосылки для переориентации факторов производства на дальнейшее развитие интеграции (расширение или углубление).

Во-вторых, основанием для интеграции является определенный «среднеевропейский» уровень технологического развития, которым

Россия не обладает на настоящий момент. В перспективе это направление может стать для инновационного развития хозяйственных систем и субрегионов нашей страны локомотивным.

На основании представленных мнений и аргументов, можно сделать вывод – стратегия заимствования состоит в следующем: располагая дешевой рабочей силой и, используя часть собственного научно-технического потенциала, осваивается выпуск продукции, производившейся ранее в развитых странах, с последующим наращиванием кадров инженерно-технического сопровождения производства.

Анализ стратегии под номером два проведен в совокупности с динамикой ИР, отражаемый индексом развития человеческого потенциала (ИРЧП), объединяющим три индикатора качества жизни: индекс ожидаемой продолжительности жизни, индекс образовательного потенциала населения и индекс среднедушевого ВВП, рассчитанного с учетом паритета покупательной способности национальных валют. По показателю ИРЧП наша страна находится не в первой десятке, что ставит под сомнение перспективу приблизиться к лидерам данного рейтинга.

Стратегия под номером три предлагается, как результат анализа тенденций по использованию ИР в различных сферах международной инновационной деятельности. Кроме того, проведена их детальная проработка, обусловленная существующими концепциями международной производственной специализации в условиях интеграции. Возникновение новых наукоёмких отраслей и технологий, переплетение и быстрая смена новых видов технологий, перемещение акцентов с материального производства на производство знаний – всё это обуславливает создание предпосылок для качественного обновления социально-экономических систем.

Принципиально отличный характер использования знаний и информации, информационных технологий, связанный с расширением интеллектуальных, а не физических возможностей человека, по общим оценкам многих экспертов, составляет главное содержание революционных преобразований общества: оно радикально меняет его экономическую организацию, материально-техническую базу производства и ведёт к социальным изменениям. С другой стороны, увеличение креативной составляющей процесса и результата труда, недостаточная инновационная и ресурсная агрегированность, в том числе государственными и частными формальными и неформальными институтами, ведут к еще большей отчужденности умственного (творческого) труда. Данная проблема имеет непосредственно отношение к недостаточной формально-институциональной

основе реализации отношений интеллектуальной собственности. Анализ социально-экономических процессов предполагает, как следствие, оценку эффективности инновационной деятельности.

Проводя собственный анализ стратегий инновационного развития, применяемых другими государствами и, принимая во внимание исследование развития высоких технологий и их внедрения в экономику России, можно сделать вывод о том, что российская инновационная система носит имитационный характер. Одновременно, необходимо констатировать усиление процессов интериоризации знаний в рамках коммерциализации инноваций и развитие интеграционных процессов СРОИД с позиций эволюционного и информационного их восприятия, заключающиеся в следующем:

1. Развитие интеграционного взаимодействия представляет собой эволюционный процесс. Во-первых, установление интеграционных связей соответствует тенденции к глобализации мировой экономики, что обуславливает необратимость интеграционных процессов и их «продуцирование» во все более совершенных формах. Во-вторых, агенты инновационной среды, в своем поступательном развитии, выходят на качественно-новые уровни, что приводит к доминированию отдельных из них и вовлечению остальных в интегрированные структуры, соответствующие потребностям лидирующих агентов в распространении партнерских отношений.

Эволюционный характер интеграционных процессов проявляется в отсутствии насильственности и директивности, упразднении формальных границ и рамок интеграционного взаимодействия, формировании связей, соответствующих территориальной, идеологической, целевой и стратегической расположенности агентов инновационной среды друг к другу. С другой стороны, в международной плоскости, экономическая интеграция в формате сформировавшихся интеграционных объединений (ЕС, ШОС, БРИКС, АСЕАН и НАФТА) в контексте глобальной экономики, позволяет оценить реальное состояние и средне- и долгосрочные перспективы развития, как международной экономики, так и инновационной среды.

2. Интеграционные процессы, вследствие роста производительности факторов производства и изменения его географической структуры, носят инерционный характер. Перемещение существующих и создание новых производств изменяет, по мнению Е.В. Ревякина, субрегиональные соотношения спроса и предложения и создает новые рыночные ниши, что также стимулирует спрос. Цитируемый автор считает,

что инерционное развитие интеграционных процессов должно привести к всеобщей конвергенции. Подтверждением правильности сделанных выше выводов также служат данные, приведенные Б.Г. Преображенским, Ю.И. Трещевским и рядом других ученых о более высоких темпах экономического роста в регионах, участвующих в интеграционных процессах, по сравнению с автономными дезинтегрированными территориями [4].

3. Инновационная деятельность основывается на взаимоотношениях множества независимых друг от друга агентов выпускающих определенные товары или оказывающих определенные услуги, обеспечивая непрерывное интеграционное взаимодействие. Этот тезис имеет исторический генезис. А. Смит, сделал вывод, что международная торговля позволяет стране специализироваться на производстве отдельных видов продукции и, тем самым, обеспечивать рост эффективности этого производства. Д. Рикардо раскрыл и исследовал понятие сравнительного преимущества, заключающегося в дифференцировании стран по приоритетной, по сравнению с другими, способности выпускать определенные виды продукции [11, 12].

Заключение

Проведенное исследование аспектов системы ресурсного обеспечения инновационной деятельности с позиций эволюционного и информационного их восприятия свидетельствуют о наличии преимуществ, которые дают возможность нашей стране использовать ИР и специализироваться в тех областях, в которых она обладает сравнительными преимуществами. Отмеченная инерционность интеграционных процессов в инновационной среде не является критическим недостатком, так как приводит к установлению интеграционных связей в новых формах, отличающихся возрастанием числа вовлекаемых в них агентов, а также формированию дополнительных центров, обеспечивая сокращение высокой степени дифференциации в развитии субрегионов.

Актуализация и рельефность ключевых тенденции современного экономического развития и стимулирования инновационной деятельности в условиях формирования приоритета на экспортно ориентированное импортозамещение, а также в области инновационного и инвестиционного сотрудничества позволят обеспечить России стратегический успех в средне- и долгосрочной перспективе с учетом ее конкурентных преимуществ и стремлении к преодолению структурных диспропорций российской экономики.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Асмолова М.С., Дедов С.В. Методологический подход к управлению ресурсным обеспечением инновационной деятельности социально-экономической системы в условиях экономики знаний // Вестник ВГУИТ. 2017. № 4. С. 1–6.
- 2 Бастрыкин С.В. Модернизация предприятий энергетического комплекса как основа обеспечения экономической безопасности территорий // Экономика и управление: проблемы и решения. – 2015. № 12. С. 268–272.
- 3 Корогодина И.Т., Гапонов С.Н. Соотношение структурных элементов – производительности труда и влияющих на нее факторов // Теория и практика общественного развития. 2014. № 16. С. 63–66.
- 4 Преображенский Б.Г., Трещевский Ю.И., Хрипченко М.А. Интеграция российских регионов в мировую экономику: формы, тенденции, факторы, инструменты. Воронеж: Научная книга, 2008. С. 70–71.
- 5 Сироткина Н.В. Рублевская А.А. Управление интегрированными хозяйственными структурами пищевой промышленности. Воронеж: Изд-во ИПЦ «Научная книга», 2012.
- 6 Сулейманов А.Н. Основные направления по укреплению национальной безопасности России в условиях ее международной изоляции // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2016. № 3. С. 3–8.
- 7 Gaponenko A.L., Savelyeva M. The Preconditions for the Success of Organizations and Territories in the Knowledge Economy). 2017. URL: <https://ssrn.com/abstract=2957454> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2957454>
- 8 Roblek V., Bach M., Pejić A. Impact of Knowledge Management on Sustainable Development in the Innovative Economy. Business Systems Laboratory - 2nd International Symposium “Systems thinking for a sustainable economy. Advancements in Economic and Managerial Theory and Practice Universitas Mercatorum Via Appia Pignatelli 62. 2014. URL: <https://ssrn.com/abstract=2348234>.
- 9 Wu H. Optimal dividend strategies in discrete risk model with capital injections // Appl. Stochastic Models Bus. Ind. 2011. № 1. V. 27. P. 557–566.
- 10 Yotova A. Systemic Integration: An Instrument for Reasserting the State's Control in Investment Arbitration? University of Cambridge Faculty of Law Research Paper. 2017. № 37/2017. URL: <https://ssrn.com/abstract=3020166>
- 11 Житинская Л.О. О перспективах становления конкурентоспособной и инновационной региональной экономики. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. № 79(1). С. 392–400. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-392-400
- 12 Мельниченко А.М. Исследование инновационной среды, как объекта управления: терминологические аспекты. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. № 79(1). С. 426–431. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-426-431

REFERENCES

- 1 Asmolova M.S., Dedov S.V. Methodological approach to managing the resource support of innovative activity of the socio-economic system in conditions of the knowledge economy. *Vestnik VGUIT*. [Proceeding of VSUET] 2017. no 4. pp. 1-6. (in Russian)
- 2 Bastrykin S.V. Modernization of enterprises of the energy complex as a basis for ensuring the economic security of territories. *Ekonomika i upravlenie: problemi i resheniya*. [Economics and management: problems and solutions]. 2015. no 12. pp. 268–272. (in Russian)
- 3 Korogodin I.T., S.N. Gaponova Correlation of structural elements – labor productivity and factors affecting it. *Teoria i praktika obshchestvennogo razvitiya*. [Theory and practice of social development]. 2014. no 16. pp. 63-66. (in Russian)
- 4 Preobrazhensky B.G., Treschevsky Yu.I., Khripchenko M.A. Integratsiya rossijskich regionov v mirovyju ekonomiku: formi, tendenzii, faktori, instrymenti [Integration of Russian regions into the world economy: forms, trends, factors, tools] Voronezh, Scientific Book, 2008. pp. 70-71. (in Russian)
- 5 Sirotkina N.V., Rublevskaya A.A. Upravlenie integrirovannymi khozyaistvennymi strukturami [Management of integrated economic structures of the food industry] Voronezh, Publishing house of the CPI "Scientific Book, 2012. (in Russian)
- 6 Suleimanov A.N. The main directions for strengthening the national security of Russia in the context of its international isolation. *Problemy bezopasnosti i chrezvichainyh sityaczii*. [Problems of safety and emergency situations] 2016. no. 3. pp.3-8. (in Russian)
- 7 Gaponenko A.L., Savelyeva M. The Preconditions for the Success of Organizations and Territories in the Knowledge Economy). 2017. Available at: <https://ssrn.com/abstract=2957454> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2957454>
- 8 Roblek V., Bach M., Pejić A. Impact of Knowledge Management on Sustainable Development in the Innovative Economy. 2014.
- 9 Wu H. Optimal dividend strategies in discrete risk model with capital injections. *Appl. Stochastic Models Bus. Ind.* 2011. no. 1. vol. 27. pp. 557–566.
- 10 Yotova A. Systemic Integration: An Instrument for Reasserting the State's Control in Investment Arbitration? University of Cambridge Faculty of Law Research Paper. 2017. no. 37/2017. Available at: <https://ssrn.com/abstract=3020166>
- 11 Zhitinskaya L.O. On the prospects of formation of competitive and innovative regional economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. no. 79(1). pp. 392-400. (in Russian) doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-392-400
- 12 Melnichenko A.M. The study of the innovation environment, as an object of management: terminological aspects. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. no. 79(1). pp. 426-431. (in Russian) doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-426-431

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Марина С. Асмолова соискатель, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Asmolova.m.s@gmail.com

Сергей В. Дедов соискатель, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, generdeser@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Марина С. Асмолова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Marina S. Asmolova applicant, management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Asmolova.m.s@gmail.com

Sergei V. Dedov applicant, management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, generdeser@bk.ru

CONTRIBUTION

Marina S. Asmolova review of the literature on an investigated problem

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.12.2017

ACCEPTED 11.28.2017

Проектное управление в сфере инноваций: междисциплинарный подход

Гульнара Г. Минасян¹ gubaidyllina@mail.ru

¹ Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина (филиал РАНХиГС), ул. Радищева, 41, Саратов, 410003, Россия

Реферат. В данной статье предлагается модель организации проектного управления в сфере инновационных проектов. В статье отмечается подход к инновации как к экономико-психологическому феномену, исходя из чего, предложен междисциплинарный подход к организации управления в области организации инновационной деятельности. Проводится анализ содержания инновационной деятельности, в результате которого выделяется два основных этапа: этап реализации экономического творчества, включающий в себя возникновение идеи и составление первоначального плана, а также дальнейшая реализация деятельности с дальнейшей его корректировкой. Первый этап начинается с возникновения идеи у основного участника процесса – инноватора. На первом этапе происходит подбор и обоснование необходимых ресурсов для реализации этой идеи. Формализован результат этого этапа может быть в четкий план работы, содержащий описание необходимых ресурсов. Второй этап в сущности является не инновационной деятельностью, а экономической. Предлагаемый междисциплинарный подход учитывает не только экономическую составляющую и оценку финансовой эффективности самих инноваций, но и психологические особенности генераторов идей – «инноваторов», инновационной деятельности и институциональной среды. Описываемая модель включает в себя жесткое ядро команды инноватора, а также вспомогательный пояс, включающий службы психологического, технического, экономического и юридического сопровождения. Особый акцент делается на психологических приемах и методиках, позволяющих оптимизировать и стимулировать процесс инновационной деятельности. В качестве основных приемов психологического сопровождения отмечаются мотивационные беседы, создание банков идей, позитивное подкрепление, фасилитация. Предлагаемая модель приведет к снижению бюрократической нагрузки в первую очередь за счет подключения технического персонала, отвечающего непосредственно за подготовку необходимой технической документации. Во-вторых, снижение бюрократической нагрузки возможно за счет определения максимально четких временных рамок и критериев оценки результата.

Ключевые слова: проектное управление, инновационная деятельность, экономическая психология, психология инноватора

Project management in the sphere of innovations: interdisciplinary approach

Gulnara G. Minasyan¹ gubaidyllina@mail.ru

¹ Stolypin Volga Region Institute of Administration (branch of RANEP), Radishcheva str., 41, 410003, Russia

Summary. In this article it is suggested a model of organization of project management in the field of innovative projects. The article notes the approach to innovation as an economic-psychological phenomenon, on the basis of which, an interdisciplinary approach to the organization of management in the field of organizing innovation activity is proposed. It is analyzed the content of innovation activity. As the result it is underlined two main stages: the stage of economic creativity, which includes the emergence of the idea and the preparation of the initial plan, and further implementation of the activity with its further adjustment. The first stage begins with the emergence of the idea of the main participant of the process - the innovator. At the first stage, the selection and justification of the necessary resources for the realization of this idea takes place. The result of this stage can be formalized in a clear work plan, the content of the description of resource resources. The second stage is essentially a non-innovative activity, but an economic one. The proposed interdisciplinary approach takes into account not only the economic component and the effectiveness evaluation, but also the psychological features of the generators of ideas – «innovators», innovation activity and institutional environment. The described model includes the hard core of the innovator team, as an auxiliary belt, which includes psychological, technical, economic and legal support services. Particular emphasis is placed on psychological techniques that allow optimizing and stimulating the process of innovation. As the basic receptions of psychological support are noted motivational conversations, creation of banks of ideas, positive reinforcement and facilitation. The proposed model will reduce the bureaucratic burden primarily through the connection of technical personnel responsible for preparing the necessary technical documentation. Secondly, the reduction in bureaucratic burden is possible due to the definition of the most precise timeframe and the criteria for assessing the result.

Keywords: project management, innovative activity, economic psychology, psychology of the innovator

Для цитирования

Минасян Г.Г. Проектное управление в сфере инноваций: междисциплинарный подход // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 289–296. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-289-296

For citation

Minasyan G.G. Project management in the sphere of innovations: interdisciplinary approach. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 289–296. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-289-296

Введение

Как отмечается в работах Й. Шумпетера, Н.Д. Кондратьева, С.Ю. Глазьева и других ученых, описывающих динамику развития экономических систем, инновации выступают основанием для социально-экономического развития общества. Достаточно подробно описан жизненный цикл инновации после ее появления (Н.Г. Яковенко, М.И. Басс, Н.В. Махров), процесс диффузии инноваций (Г. Тард, Э. Роджерс) и построены математические модели данного процесса (Ф. Басс). Несмотря на множество работ в сфере экономики, социологии, культурологии, описывающих характер жизнедеятельности инновации, до недавнего времени не уделялось должного внимания процессу инновационной деятельности и человеку, создающему инновации – инноватору.

Жизненный цикл инновации, включающий в себя стадии идеи, реализации, диффузии и рутинизации какого-то нового продукта сам определил проектный характер инновационной деятельности. Во-первых, благодаря конечности процесса внедрения и распространения инновации, во-вторых, благодаря необходимости четкого пошагового планирования деятельности. Описаны жизненные циклы инновационного проекта, включающие в себя стадии НИОКР, непосредственной реализации и завершения, однако, как видно из таблицы 1, выделяемые этапы весьма абстрактны и могут быть отнесены к любому проекту, не обязательно инновационному.

Несмотря на актуальность и разработанность темы определение того, что такое инновация остается до сих пор одним из спорных вопросов. Часто в экономической науке инновация определяется как результат инновационной деятельности, которая, в свою очередь, определяется как деятельность по созданию инноваций. Данные определения противоречат одному из основных правил составления определения, согласно которому определяемое понятие не должно повторяться в определяющем ни прямо, ни косвенно. В противном случае возможно возникновение так называемого «порочного круга» в определении, что мы и наблюдаем в случае с инновацией и инновационной деятельностью.

Впервые термин «innovation» появился в научных исследованиях зарубежных культурологов и означал «введение некоторых элементов одной культуры в другую» [Байбаева, Маркаева, Исмаилова, 2016]. Инновация, нововведение (англ. innovation) – это внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком, которое является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации. Примером инновации является выведение на рынок продукции (товаров и услуг) с новыми потребительскими свойствами или качественным повышением эффективности производственных систем. В различных словарях даны определения того, что же такое инновация (таблица 2).

Таблица 1.

Этапы жизненного цикла инновационного проекта

Table 1.

Stages of the life cycle of the innovation project

Автор Author	Стадии жизненного цикла инновационного проекта Stages of the life cycle of the innovation project
Х. Кук и К. Тейт H. Cooke and K. Tate	1. стадия инициации, 2. стадия планирования, 3. стадия исполнения, 4. стадия окончания. 1. stage of initiation, 2. stage of planning, 3. stage of execution, 4. stage of graduation.
Ф. Бэгьюли P. Bagueler	1. этап технико-экономического обоснования; 2. этап планирования и разработки; 3. этап производственный; 4. этап заключительный 1. stage of feasibility study; 2. the planning and development phase; 3. the stage of production; 4. the final stage
М.В. Романова M.V. Romanova	1. инициация (начальная фаза). 2. Фаза разработки (промежуточная фаза). 3. Фаза исполнения (промежуточная фаза). 4. Фаза контроля (промежуточная фаза). 5. Фаза завершения (конечная фаза). 1. Initiation (initial phase). 2. Development phase (intermediate phase). 3. Phase of execution (intermediate phase). 4. Control phase (intermediate phase). 5. The completion phase (final phase).

Официально принятые определения понятия инновация

Table 2.

Formally accepted definitions of the concept of innovation

Источник References	Определение Definition
Оксфордский толковый словарь. Oxford Explanatory Dictionary	Любой новый подход к конструированию, производству или сбыту товара, в результате чего новатор или его компания получают преимущество перед конкурентами Any new approach to the design, production or sale of goods, as a result of which the innovator or his company gain an advantage over competitors
Федеральный закон РФ «О науке и государственной научно-технической политике» Federal Law of the Russian Federation "On Science and the State Scientific and Technical Policy"	введённый в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях ¹ . introduced new or significantly improved product (product, service) or process, a new sales method or a new organizational method in business practice, workplace organization or in external relations
Современная энциклопедия Modern Encyclopedia	то же, что нововведение ² . same as novation
Финансовый словарь Финанс Financial Dictionary Finam	буквально инвестиции в новации, вложение средств в разработку новой техники, технологии, научные исследования ³ . literally investing in innovation, investing in the development of new technology, technology, scientific research
Словарь иностранных слов Dictionary of foreign words	вложение средств в новую технологию, новые формы организации труда и управления, охватывающие не только отдельное предприятие, но и их совокупность, отрасль investing in new technology, new forms of organization of labor and management, covering not only a single enterprise, but also their aggregate, industry
Стратегический и инновационный менеджмент. Термины и определения Strategic and innovative management. Terms and Definitions	Конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности ⁴ . The final result of innovation activity, which has been realized as a new or improved product sold on the market, a new or improved technological process used in practice
Большой толковый словарь по культурологии Great Dictionary of Cultural Studies	выработка, синтезирование новых идей, создание новых моделей действия, ценностей, политических программ, имеющих часто индивидуальный и неповторимый характер. Инновация культурная впервые появляющиеся в данном обществе (культуре) объекты, институты, черты, нормы, ценности в результате изобретения или заимствования из других культур [Кононенко Б.И., 2003]. the development, synthesis of new ideas, the creation of new models of action, values, political programs that often have an individual and unrepeatable character. Cultural innovation is the first appearing in this society (culture) objects, institutions, features, norms, values as a result of inventiveness or borrowing from other cultures [Kononenko B.I., 2003].

В 60-е годы XX века в следствие развития исследований инноваций, а также определения их роли и важности в ходе экономического развития возникла необходимость статистического учета подобных исследований и разработок. Для обеспечения этого учета в 1963 г. Было принято руководство по проведению таких статистических исследований – «Руководство Фраскатти»⁵. В дальнейшем оно послужило основой для создания международных стандартов

статистики науки, техники и инноваций. В соответствии с этими стандартами, инновация – это конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо в новом подходе к социальным услугам.

¹Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике»» N 254-ФЗ от 21 июля 2011 года

²URL:<http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/19758> дата обращения: 01.02.2016

³ <https://www.finam.ru/dictionary> дата обращения: 01.02.2016

⁴ ГОСТ Р 54147-2010: Стратегический и инновационный менеджмент. Термины и определения

⁵Стандартотчетностипо научнымисследованиям иразработкам (ProposedStandardPracticeforSurveysofResearchandExperimentalDevelopment — theFrascatiManual). – ОЭСР, 2002. – 150 с.

Таким образом, в этом определении делается акцент на том, что инновации оказываются бессмысленными без их интенсивного распространения.

Ф. Удвadia определяет инновацию как относящуюся к: а) принятию деятельности или новых технологий, являющихся новыми для организации; б) изменениям в структуре организации или используемой в ней управленческой практике; в) адаптации к рыночным условиям результатов внутрикорпоративных исследований и процессов организационного развития. Р. Смитс рассматривает инновацию как успешную комбинацию оборудования, технологий и организационного ресурса в контексте определённой социальной либо экономической модели.

Большинство авторов, рассматривающих понятие инновации (таблица Таблица3), исходят из позиции Й. Шумпетера, являющегося общепризнанным авторитетом в экономической науке по данной проблеме. Опираясь на мнение Ж.-Б. Сея о том, производство чего-либо является комбинацией имеющихся вещей и сил, он определяет инновации как нечто новое или произведенное отличным от имеющихся способом, т. е. новые комбинации вещей и сил.

Другая трактовка термина «инновация» менее широка и учитывает только научно-техническую сторону создания новых технологий

или новой продукции. Например, П. Друкер в работе «Эффективное управление. Экономические задачи и оптимальные решения» приводит следующее определение инновации: инновация – это разработка и внедрение нового, ранее не существовавшего, с помощью которого старые, известные элементы придают новые очертания экономике данного бизнеса/

Одним из основных ученых по данной проблеме, на идеи которого опирается большинство психологических работ, является С. Московичи. Согласно С. Московичи, инновация является единицей социального влияния, источником которого обычно является меньшинство или индивид, старающийся либо ввести или создать новые представления, понятия, способы мышления или поведения, либо изменить принятые представления, мнения, традиционные позиции и прежние способы мышления или поведения.

Приведенные определения отражают только одну сторону инноваций – экономическую (как некий новый товар) или психологическую (как единицу социального влияния). Данные подходы интегрированы в экономико-психологическом подходе к изучению инноваций, предложенном А.Н. Неверовым [Губайдуллина, Неверов, 2015]. Инновация в его работах представляет собой новое экономическое благо.

Таблица 3.

Определения понятия «инновация»

Table 3.

Definitions of the concept of “innovation”

Автор	Определение	Примечание
Р. Смитс R. Smits	Инновация – успешная комбинация оборудования, технологий и организационного ресурса в контексте определённой социальной либо экономической модели Innovation is a successful combination of equipment, technologies and an organization resource in the context of a specific social or economic model	Как новая комбинация As a new combination
П. Друкер P. Drucker	Инновация – это разработка и внедрение нового, ранее не существовавшего, с помощью которого старые, известные элементы придают новые очертания экономике данного бизнеса... Innovation is the development and implementation of a new, previously not existing, with the help of which old, known elements bring new outlines to the economy of this business ...	Как итоговый результат творческого процесса и внедрения нового As the final result of the creative process and the introduction of a something new
А.Н. Неверов A.N. Neverov	Инновация – новое экономическое благо, т. е. новый продукт, обладающий редкостью и полезностью Innovation is a new economic good, that is, a new product that has a rarity and utility	Как новый продукт, удовлетворяющий потребности и имеющийся в ограниченном количестве As a new product, satisfying the needs and having a limited number
С. Московичи S. Moskovici	Инновация – единица социального изменения Innovation is a unit of social change	Как изменение в обществе As a change in society
Й. Шумпетер J. Schumpeter	Инновация – новая комбинация вещей и сил Innovation - a new combination of things and forces	Как новый продукт As a new product

Исходя из приведенных выше работ, как классических, так и более поздних, следует, что инновационная деятельность это в первую очередь процесс создания новой комбинации ресурсов (вещей и сил). Инноватор может быть изобретателем и подобрать необходимые ресурсы для дальнейшего превращения новшества в новое экономическое благо, а может найти человека (скомбинировать человеческие ресурсы), который сможет воплотить его идею в жизнь.

Инновационная деятельность безусловно носит творческий характер. Творчество – процесс деятельности, создающий качественно новые материальные и духовные ценности или итог создания объективно нового. Основным критерий, отличающий творчество от изготовления (производства), – уникальность его результата [Общая..., 1986]. Однако творчество не в чистом виде [Неверов, 2010]. В основе инновационной деятельности лежит особый вид творчества – творчество экономическое [Неверов, 2010]. Есть несколько определений того, что же из себя представляет экономическое творчество. Согласно одному из них – это особая функция экономической деятельности, направленная на экономические нововведения (изготовление нового блага или обеспечение нового качества того или иного уже существующего блага, внедрение нового или усовершенствование старого метода производства, освоение нового рынка сбыта, получение нового источника сырья и полуфабрикатов, проведение эффективной реорганизации, напр., обеспечение монопольного положения или подрыв монопольного положения др. предприятия и т. д.).⁶ Данное определение полностью отражает, что результатом экономического творчества является инновация (новое благо). Согласно другому определению, результатом экономического творчества может выступить

оптимизация экономического процесса организации: экономическое творчество направлено на поиск оптимального использования экономических рычагов и стимулов для обеспечения конкурентоспособности предприятий социальной сферы путем повышения качества предлагаемых продуктов и услуг и снижения цен на них.

Исходя из приведенных выше определений, экономическое творчество – это процесс поиска путей оптимизации существующей социально-экономической системы через создание новых продуктов.

Инновационная деятельность на наш взгляд может быть разделена на два основных этапа (рисунок 1). Первый этап начинается с возникновения идеи у основного участника процесса – инноватора. На первом этапе происходит подбор и обоснование необходимых ресурсов для реализации этой идеи. Формализован результат этого этапа может быть в четкий план работы, содержащий описание необходимых ресурсов. Второй этап по сути является не инновационной деятельностью, а экономической. Любой человек, имеющий отношение к бизнесу и реализации проектов может согласно плану реализовывать создание нового блага. Однако преимущества проектного подхода состоит в гибкой методологии. Согласно данной методологии возможна коррекция плана на всех этапах реализации. Это обезопасит инноватора от того, чтобы его не исключили из процесса реализации проекта. На наш взгляд именно это и различает предпринимателя в том смысле слова, которым его понимал Й. Шумпетер и бизнесмена, занимающегося рутинной экономической деятельностью. Когда идея начинает реализовываться необходимы навыки экономической бизнес-деятельности по продвижению нового блага, такие же как и любого другого.



Рисунок 1. Этапы инновационной деятельности

Figure1. Stages of innovation

⁶URL: <http://www.potencial-school.ru/tvorchestvo-ekonomicheskoe.html> дата обращения: 01.02.2016

Описание процесса создания и вывода его на рынок хорошо укладывается в структуру стандартного бизнес-плана. Основным отличием выступает необходимость юридической защиты предмета интеллектуальной деятельности. В связи с этим, мы предполагаем, что для организации и реализации инновационного проекта необходимы следующие вспомогательные сектора. Для реализации инновационного проекта, на наш взгляд, необходимы следующие основные и вспомогательные элементы.

Ядром системы выступает сам автор идеи – «генератор» инновации. Автор проекта, выступающий его основным инициатором. Он может выступать в единственном числе, подбирать себе команду единомышленников, разделяющих его идею, или представлять собой коллектив из нескольких человек.

Сектор маркетинга. В отличие от типичных экономических задач в целях обеспечения инновационного проекта данный сектор должен обладать знаниями и навыками, необходимыми для привлечения внимания к новому продукту и определения и последующего занятия рыночной ниши.

Экономический сектор необходим для определения и необходимых затрат и возможных рисков и эффектов от реализации конкретного проекта.

Юридический сектор необходим для обеспечения защиты интеллектуальной собственности, следовательно должен специализироваться на особенностях патентного права и регистрации НИОКР.

Технический сектор необходим для осуществления организационно-технического сопровождения проекта, снижая таким образом бюрократическую нагрузку с автора проекта и его команды. Необходимы знания основ организации работы в сфере НИОКР.

Одним из важнейших секторов обеспечения организации инновационных проектов на наш взгляд выступает психологический сектор. Исходя из психологического анализа инновационной деятельности, проведенного нами в рамках работы 2011–2016 гг., было выявлено, что основными мотивами успешных инноваторов являются принесение пользы себе и обществу, а также реализация проекта, интерес в самом его воплощении, а не только в получении прибыли от ее реализации [Минасян, 2016]. На наш взгляд модель проектной деятельности в сфере инноваций должна отличаться от других видов деятельности включением обязательного психологического блока в организацию деятельности.

Психологический сектор оказывает поддержку на стадии разработки проектов при помощи специализированных тренинговых методик. Выступает фасилитаторами на обсуждениях,

помогает проводить мозговые штурмы. Работают с поддержанием мотивации и интереса в процессе дальнейшей реализации процесса, либо дают рекомендации по коррекции и смене командного состава.

На первом этапе психологическое сопровождение может включать следующие виды работ:

— Мозговой штурм. Оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастичных [Шмаков, Колесник, Костарева, 2015]. Данный метод должен быть особо эффективен на этапе оформления идеи и подбора возможных вариантов реализации.

— Методики решения изобретательских задач (на основе теории и алгоритма решения изобретательских задач (ТРИЗ, АРИЗ)) с целью активизации творческих ресурсов и преодоления возникающих в процессе реализации проекта противоречий.

— Оперативные совещания с применением методики фасилитации со стороны профессионального психолога. На оперативных совещаниях возможна коррекция первоначального плана в управляемой фасилитатором среде.

Приведенные выше методики способствуют организации творческой среды, необходимой для реализации проектной деятельности в сфере инноваций.

На втором этапе реализации проектной деятельности на наш взгляд необходимы следующие мероприятия:

— Презентация промежуточных результатов. На наш взгляд одной из основных проблем организации инновационной деятельности является высокая степень бюрократизации и сложность контроля промежуточных итогов. В качестве одного из способов решения этой проблемы может стать смена формы предоставления отчета о деятельности. Изложение промежуточных результатов на бумаге не отражает в полной мере картину продвижения проекта и чаще всего представляет собой формальный набор индикаторов. Заполнение набора отчетных документов занимает время основных участников проекта, при этом эффективность данного вида контроля низка. Мы предлагаем смену формальной бюрократической отчетности публичной презентацией промежуточных результатов с целью выявления слабых мест и пополнения идей взглядами со стороны привлеченных участников мероприятия.

— Оперативные совещания целью определения необходимости коррекции плана, возможно также с участием фасилитатора.

— Поддержка интереса исполнителей к процессу при помощи различных мотивационных тренинговых методик (мотивационные беседы, банки идей, позитивное подкрепление).

Одним из основных секторов сопровождения таким образом наряду с экономическим

и юридическим является психологическое сопровождение проекта.

Таким образом, модель проектной структуры (рисунок 2) должна включать два основных элемента: жесткое ядро и вспомогательный пояс.

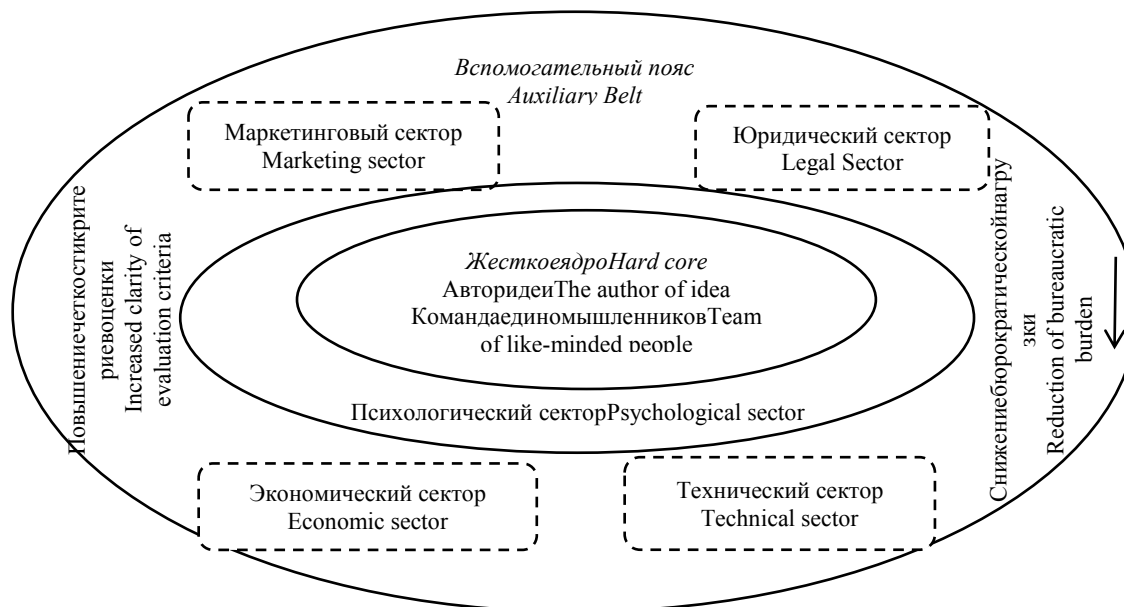


Рисунок 2. Модель организации проектной работы в сфере инноваций

Figure 2. Model of organization of project work in the field of innovations

В первую очередь предлагаемая модель приведет к снижению бюрократической нагрузки в первую очередь за счет подключения технического персонала, отвечающего непосредственно за подготовку необходимой технической документации. Во-вторых, снижение бюрократической нагрузки возможно за счет определения максимально четких временных рамок и критериев оценки результата.

Заклучение

Каждый из секторов вспомогательного пояса несет свою функциональную нагрузку. Возможен вариант реализации, когда в существующих отделах на предприятии будет определена единица, занимающаяся поддержкой

инновационных проектов, осуществляющая вспомогательные функции. В другом варианте данная единица будет оказывать консультационную поддержку. Также вспомогательный пояс может как входить в команду, если инноватор самостоятельно привлечет соответствующих специалистов, так и основываться на консультационной поддержке соответствующих организаций или консультационных центров при проектных офисах. Наш взгляд предлагаемая модель организации проектной работы в сфере инноваций позволит реализовывать инновационные проекты с максимальной эффективностью и учетом не только экономических особенностей новых проектов, но и психологии инноватора — «генератора» новых идей.

4 Минасян Г.Г. Эмпирическая модель психологической структуры инновационной деятельности бизнесмена // Экономическая психология: прошлое, настоящее, будущее. 2016. № 3-1. С. 157-165.

5 Оксфордский толковый словарь. URL: <http://www.oed.com>.

6 Шмаков А.Г., Колесник Е.А., Костарева Л.В. Метод мозгового штурма // Теория и опыт применения интерактивных методов обучения в вузе: сборник научных трудов. Челябинский государственный университет. Челябинск, 2015. С. 185-198.

7 Javed B., Naqvi S., Khan A., Arjoon S. Impact of inclusive leadership on innovative work behavior: The role of psychological safety // Journal of Management & Organization. 2017. URL: <https://doi.org/10.1017/jmo.2017.3>

ЛИТЕРАТУРА

1 Байбаева М. Х., Маркаева Д., Исмаилова Х. Понятие об инновациях в образовании, их классификация // Молодой ученый. 2016. №4. С. 744-746. URL <https://moluch.ru/archive/108/25653>.

2 Губайдуллина Г.Г. К вопросу о ведущем мотиве инновационной деятельности // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2014. № 3 (35). С. 57-64.

3 Губайдуллина Г.Г., Неверов А.Н. Уровень организованности психологической структуры личности инноватора // Экономическая психология: современные проблемы и перспективы развития Пятнадцатая международная научно-практическая юбилейная конференция: материалы конференции. 2015. С. 51-54.

8 De Jong, Jeroen P.J. Entrepreneurial Behavior by Employees in Organizations. 2016. URL: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2721615> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2721615>

9 Śledzik K. Schumpeter's View on Innovation and Entrepreneurship // Management Trends in Theory and Practice, (ed.) Stefan Hittmar, Faculty of Management Science and Informatics, University of Zilina & Institute of Management by University of Zilina, 2013.

10 Tur-Sinai O.M. Technological Progress and Well-Being Loy. U. Chi L.J. 2016. № 145.

11 Yesil, S., Sozbilir, F. An empirical investigation into the impact of personality on individual innovation behaviour in the workplace. Procedia // Social & Behavioral Sciences. 2013. № 81. C. 540-551.

REFERENCES

1 Bajbaeva M. H., Markaeva D., Ismailova H. The concept of innovation in education, their classification. *Molodoj uchenyj* [Young scientist] 2016. no. 4. pp. 744-746. Available at: <https://moluch.ru/archive/108/25653>. (in Russian)

2 Gubajdullina G.G. To the question of the leading motive of innovation activity. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Social'nye nauki*. [Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after. N.I. Lobachevsky. Series: Social Sciences] 2014. no. 3 (35). pp. 57-64. (in Russian)

3 Gubajdullina G.G., Neverov A.N. Level of organization of the psychological structure of the innovator's personality. *Jekonomicheskaja psihologija: sovremennye problemy i perspektivy razvitiya Pjtnadcatata mezhdu-narodnaja nauchno-prakticheskaja jubilejnaja konferencija: materialy konferencii*. [Economic Psychology: Contemporary Problems and Development Prospects Fifteenth International Scientific and Practical Jubilee Conference: conference materials]. 2015. pp. 51-54. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гульнара Г. Минасян младший научный сотрудник, Центр психолого-экономических исследований СНЦ РАН, Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина (филиал РАНХиГС), ул. Радищева, 41, Саратов, 410003, Россия, gubaidyllina@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Гульнара Г. Минасян Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.11.2017

4 Minasjan G.G. Empirical model of psychological structure of innovative activity of a businessman. *Jekonomicheskaja psihologija: proshloe, nastojashhee, budushhee*. [Economic psychology: past, present, future] 2016. no. 3-1. pp. 157-165. (in Russian)

5 Oksfordskij tolkovyj slovar' [Oxford Explanatory Dictionary] Available at: <http://www.oed.com>.

6 Shmakov A.G., Kolesnik E.A., Kostareva L.V. The method of brainstorming. Teorija i opyt primeneniya interaktivnyh metodov obuchenija v vuze sbornik nauchnyh trudov. Cheljabinskij gosudarstvennyj universitet ; pod obshhej redakciej A. G. Shmakova. Cheljabinsk [Theory and experience of the application of interactive teaching methods in the university collection of scientific papers. Chelyabinsk State University] 2015. pp. 185-198. (in Russian)

7 Javed B., Naqvi S., Khan A., Arjoon S. Impact of inclusive leadership on innovative work behavior: The role of psychological safety. *Journal of Management & Organization*, 2017 <https://doi.org/10.1017/jmo.2017.3>

8 De Jong, Jeroen P.J. Entrepreneurial Behavior by Employees in Organizations. 2016. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2721615> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2721615>

9 Śledzik K. Schumpeter's View on Innovation and Entrepreneurship. Management Trends in Theory and Practice, (ed.) Stefan Hittmar, Faculty of Management Science and Informatics, University of Zilina & Institute of Management by University of Zilina, 2013.

10 Tur-Sinai O.M. Technological Progress and Well-Being Loy. U. Chi L.J. 2016. no. 145.

11 Yesil, S., Sozbilir, F. An empirical investigation into the impact of personality on individual innovation behaviour in the workplace. *Procedia. Social & Behavioral Sciences*. 2013. no. 81. pp. 540-551.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gulnara G. Minasyan junior researcher, Center of psycho-economic researches of SSC RAS, Stolypin Volga Region Institute of Administration (branch of RANEPa), Radishcheva str., 41, 410003, Russia, gubaidyllina@mail.ru

CONTRIBUTION

Gulnara G. Minasyan Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.8.2017

ACCEPTED 11.3.2017

Цифровая реклама в кросс-канальных коммуникациях

Алексей В. Мордовин¹ mordovin@volsu.ru

Наталия С. Полусмакова¹ polusmakova@volsu.ru

¹ Волгоградский государственный университет, пр-т Университетский, 100, г. Волгоград, 400062, Россия

Реферат. Реклама и ее носители прошли длительный путь развития и сегодня больше не ограничиваются размещением информации в печатных изданиях, статическими рекламными щитами, радио и телевидением. Современные технологии открыли дверь в совершенно новую эпоху цифровой рекламы, которая позволяет маркетологам и рекламодателям обращаться к своим целевым аудиториям с большей точностью. Задача удовлетворения потребностей и ожиданий современного покупателя в процессе непрерывного сетевого общения и получения нового личного опыта связана с новыми рекламными технологиями и инновациями, которые продолжают интенсивно развиваться. Эти технологии и новые платформы для них, новые типы объявлений, методы отслеживания, динамический контент и другие технологические достижения теперь предоставляют бесконечные возможности для маркетологов и рекламодателей по персонализации и привлечению своих клиентов. Основной задачей исследования стало определение ключевых тенденций в сегменте цифровой рекламы. В процессе исследования применялись методы кабинетных исследований и опросы экспертов. Полученные результаты могут быть использованы для корректировки стратегии и структуры маркетинговых коммуникаций предприятий, их маркетинговых бюджетов; в учебном процессе и для дальнейшего углубления научных и прикладных исследований.

Ключевые слова: цифровая реклама, медиа каналы, тенденции рынка рекламы.

Digital advertising in cross-channel communications

Aleksey V. Mordovin¹ mordovin@volsu.ru

Natalya S. Polusmakova¹ polusmakova@volsu.ru

¹ Volgograd state university, Universitetsky Av., 100, Volgograd, 400062, Russia

Summary. Advertising has passed a long way of development and today it is no longer limited to the printed press, static billboards, radio and television commercials. Digital technology has started a completely new era of digital advertising, which allows marketers and advertisers to target audiences with great precision. To meet the needs and expectations of customers who gain new personal experience through involvement in the process of continuous network communication advertisers make use of digital technologies that continue to develop intensively. Based on technological advances, new advertising technologies employ tracking methods to produce tailor-made advertisements that meet specific needs of customers, and new advertising platforms that can host new types of ads with dynamic content provide endless opportunities for marketers and advertisers. This paper will explore the key trends in the segment of digital advertising. In the process of this research methods of desk research and expert interviews were used. The received results can be used for updating of strategy and structure of marketing communications of the enterprises, their marketing budgets; in the educational process and for the further deepening of scientific and applied research.

Keywords: advertising market trends, media channels, digital advertising.

Введение

Происходящие изменения и возникающие тренды в современной рекламной индустрии связаны с глобальными изменениями в информационной среде, в которой постепенно формируется новый тип экономики и элементы информационного общества. К наиболее значимым векторам развития информационной среды можно отнести более глубокое проникновение информационных технологий в общественные отношения, формирование профилей пользователей глобальных информационных сетей и накопление в них массивов персональных данных, попытки преодоления информационной перенасыщенности коммуникативного пространства на фоне поиска методов персонализации информационных потоков. Чтобы оставаться эффективной, рекламная индустрия вынуждена считаться с происходящими структурными изменениями и улучшать качество

своих продуктов. Интервью с экспертами и анализ результатов исследований рекламного рынка позволили выделить и обобщить ряд тенденций в современных рекламных коммуникациях, набирающих силу в настоящее время.

Основная часть

Российская рекламная индустрия в последнее десятилетие переживала не самые простые времена, связанные с санкционными ограничениями, наложенными на финансовый сектор и ряд отраслей экономики, которые традиционно являются основными заказчиками рекламы в СМИ. Однако даже в кризис рынок показывает положительные цифры прироста, хотя его темпы падали с 2012 года. Данные АКАР (Ассоциация коммуникационных агентств России) по объему, динамике и структуре рынка приведены в таблицах 1–3 [4].

Для цитирования

Мордовин А.В., Полусмакова Н.С. Цифровая реклама в кросс-канальных коммуникациях // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 297–305. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-297-305

For citation

Mordovin A.V., Polusmakova N.S. Digital advertising in cross-channel communications. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 297–305. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-297-305

Таблица 1.

Объём рекламного рынка России в 2005–2016 гг., млрд руб., без учёта НДС

Table 1.

The volume of the Russian advertising market in 2005–2016, billion RUR, excluding VAT

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Телевидение TV	55,8	72,8	95,9	117,7	96,4	110,8	131,5	143,4	156,2	159,8	136,7	150,8
Радио Radio	8,0	10,2	13,6	13,1	9,2	10,3	11,8	14,6	16,7	16,9	14,3	15,1
Пресса Press	36,7	44,9	55,9	63,8	35,6	38,0	40,4	41,2	37,0	33,0	23,3	19,7
Наружная реклама Outdoor advertising	26,1	32,9	41,7	47,7	27,4	32,8	38,4	42,6	46,4	45,7	36,2	38,4
Интернет Internet	2,4	4,8	10,2	14,9	17,8	27,0	42,2	59,0	77,0	97,0	112,3	136,0
Итого Total	129,0	165,7	217,3	257,2	186,4	218,9	264,3	300,8	333,3	352,5	322,8	360,0

Таблица 2.

Динамика рекламного рынка в России в 2005–2016 гг., в %

Table 2.

Advertising market dynamics in Russia, 2005–2016, in %

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Телевидение TV	34	30	32	23	-18	15	19	9	9	2	-14	10
Радио Radio	27	28	33	-4	-29	12	15	23	14	2	-16	6
Пресса Press	25	22	25	14	-44	7	6	2	-10	-11	-29	-16
Наружная реклама Outdoor advertising	50	26	27	14	-43	20	17	11	9	-1	-21	6
Интернет Internet	85	102	111	46	19	52	56	40	31	26	16	21
Итого Total	35	28	31	18	-28	17	21	14	11	6	-8	11

Таблица 3.

Структура рекламного рынка России в 2005–2016 гг., в %

Table 3.

Advertising market structure in Russian, 2005–2016, in %

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Телевидение TV	43	44	44	46	52	51	50	48	47	45	42	42
Радио Radio	6	6	6	5	5	5	4	5	5	5	4	4
Пресса Press	28	27	26	25	19	17	15	14	11	9	7	5
Наружная реклама Outdoor advertising	20	20	19	19	15	15	15	14	14	13	11	11
Интернет Internet	2	3	5	6	10	12	16	20	23	28	35	38
Итого Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

По данным АКАР на декабрь 2017 г. объем рынка рекламы в период январь–сентябрь 2017 г. составил 285 млрд руб., что на 16% больше, чем в соответствующем периоде прошлого года. Прогнозы на 2018 год, которые делает Национальный рекламный альянс, взявший в 2017 году под свой контроль 95% российского рынка телевизионной рекламы, исходят из потенциала его роста в 10%. Этот прогноз, безусловно, будет скорректирован по итогам года, но он отражает общую тенденцию увеличения времени телесмотрения, которое может вырасти на 30% к 2025 году.

Данные мониторинга рекламного рынка, ежегодно проводимого АКАР, свидетельствуют об изменении его структуры, трансформация которой происходит под влиянием предпочтений аудитории, технологических изменений, повышающих доступность информации, удешевляющих

и упрощающих коммуникации. Так, например, в течение нескольких лет просмотр телеканалов в интернете стал более заметным в структуре потребления медиа. Просмотр телевизионных программ в интернете становится общепринятой практикой и может представлять значительную дополнительную аудиторию для определенного контента, например, художественного или развлекательного. В 2017 году на просмотр ТВ пользователи во всем мире тратили, по предварительным усредненным оценкам, 170 минут каждый день, на просмотр интернета – 140 минут, а к 2019 году разница между ними может сократиться, по данным агентства Zenith, до семи минут. По мнению экспертов рынка интернет догонит ТВ по времени потребления глобально к 2019 году [9], однако в России ощутимый разрыв будет сохраняться еще несколько лет вследствие действия таких факторов как доминирование

аудитории старше 35 лет, предпочитающей традиционное эфирное телевидение; недостаточный охват интернетом периферийных районов; отказ мобильных операторов от тарифной политики

с безлимитным интернетом и высокая стоимость трафика в мобильной сети [3, 5, 12]. Динамика охвата интернетом населения России представлена на рисунке 1.

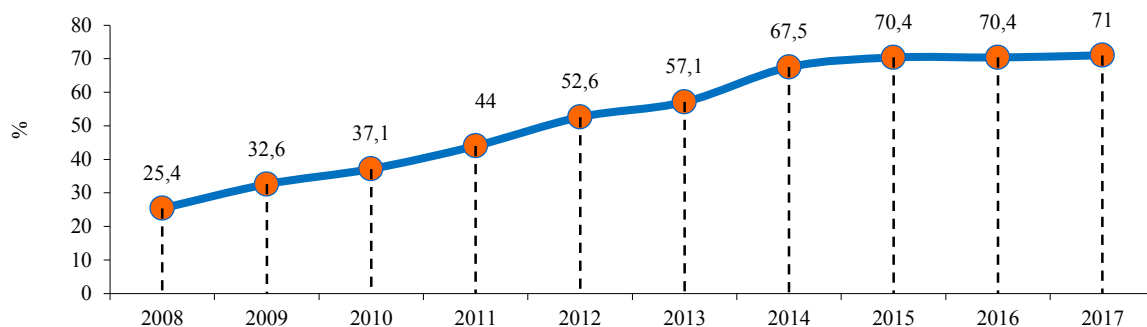


Рисунок 1. Динамика охвата Интернетом населения РФ, в %

Figure 1. Dynamics of Internet penetration of the population of the Russian Federation, in %

Рисунок иллюстрирует относительную стабилизацию интернет-аудитории в последние 2–3 года на уровне 87 млн человек (70–71% от всего населения страны), в то время как структура использования устройств для просмотра интернет меняется. Быстрее всего растет аудитория на смартфонах: по состоянию на середину 2017 года 46% населения страны заходят в интернет со смартфонов – прирост составил 15% за год. При этом уменьшается число россиян, использующих для выхода в интернет домашние компьютеры (на 4% – до 54% населения) и планшеты (на 8 процентов – до 19% населения) [9, 11].

Данные АКАР свидетельствуют, что за период 2015–2017 гг. темп роста доли цифровых медиа каналов, посредством которых возможна демонстрация рекламы (англ. digital advertising), в комплексе маркетинговых коммуникаций остается положительным. Однако вследствие неоднозначности понимания содержания термина «цифровая реклама» невозможно точно оценивать ее рынок. Мы уверены, что развитие новой терминологии в среде интернет / онлайн/веб-маркетинга, построенное на заимствовании англицизмов, должно сопровождаться уточнением содержания используемых терминов во избежание искажения существующего терминологического аппарата. В практике рекламной индустрии, несмотря на активное применение термина «цифровая реклама», пока не сложилось однозначного понимания того, что считать цифровой рекламой, а отсутствие общего подхода затрудняет применение доступных количественных исследований рекламного рынка в качестве релевантной эмпирической базы.

Digital (англ.) – это нечто, относящееся к использованию или хранению информации в форме цифровых сигналов [6]. В данной работе под цифровой рекламой мы понимаем

рекламу, транслируемую целевой аудитории с помощью любых цифровых носителей, способных ее воспроизвести, в том числе: стационарные и мобильные устройства, имеющие выход в интернет, цифровое телевидение, интерактивные терминалы и экраны.

Следует отметить, что, несмотря на «цифровизацию» большинства традиционных средств коммуникаций (цифровое ТВ, цифровое (DAB) радио и т. д.), рекламу, транслирующуюся с помощью этих средств, не совсем верно было бы относить к цифровой, т. к. цифровая реклама – это в первую очередь та реклама, которая непосредственно взаимодействует со своим потребителем, носит интерактивный характер.

Сегмент цифровой рекламы развивается более динамично, особенно активно растут видео- и контекстная реклама. Осенью 2017 года The Interactive Advertising Bureau (IAB) Russia опубликовало очередное исследование российского рынка цифровой рекламы за период 2014–17 гг., в процессе которого эксперты выясняли:

- какие рекламные инструменты используют компании;
- каким форматам рекламодатели отдают предпочтение;
- как бренды планируют в будущем распределять бюджет.

В опросе IAB Russia приняли участие 9 из 30 крупнейших рекламодателей России, в том числе 4 – из топ-10. Большинство опрошенных сотрудников – люди, непосредственно отвечающие за распределение рекламных бюджетов. Более 57% опрошенных представителей компаний отметили тенденцию к сокращению или, по крайней мере, оставлению без изменений бюджета на традиционный рекламный инструментарий, а также перераспределение финансовых ресурсов в пользу интерактивной рекламы.

Среди онлайн - компаний (поисковые системы, онлайн-торговля, сервисы, объявления, геолокация и др.) 62% увеличили свои затраты на интерактивную рекламу, из них треть – зафиксировали увеличение бюджетов на 20% и более (рисунок 2). Офлайн - компании, представленные, в основном, автопроизводителями, финансовыми структурами, мобильными операторами, производителями электроники и FMCG (fast moving consumer goods / товары повседневного спроса), демонстрируют более умеренный рост – «цифровой» бюджет вырос у 55% компаний, но рост больше 20% отмечен только у 14% из них (рисунок 3). Если сравнивать отдельные типы и категории компаний, то наибольший рост отмечают компании - провайдеры сервисов и компании из сферы финансов и страхования, а заметные сокращения бюджетов характерны для компаний - производителей, особенно FMCG - сектора.

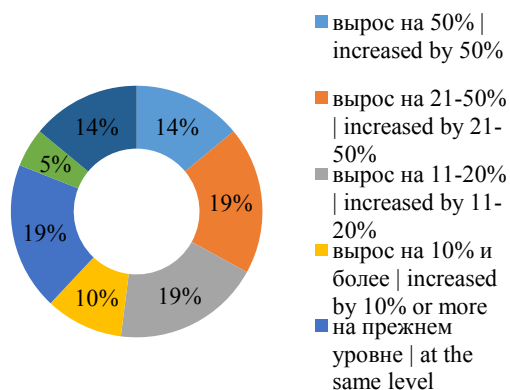


Рисунок 2. Изменения бюджетов компаний на интерактивную рекламу в 2016 г. по сравнению с 2015 г. (сегмент компаний, работающих в онлайн)

Figure 2. Changes in the budgets of companies for interactive advertising in 2016 compared to 2015 (a segment of companies operating online)

Компании планируют и дальше растить свои бюджеты на интерактивную рекламу: 61% опрошенных ожидают, что их бюджет на интерактивную рекламу в 2017 г. увеличится по отношению к 2016 г. Из них 16% ожидают увеличение бюджета на 20% и более.

Агрессивный рост бюджетов на 20% и более ежегодно замедляется. В 2014 г. таких компаний было 33%, а в 2016 г. только 18% вырастили свои бюджеты более чем на 1/5. Но уменьшается и доля компаний, сокращающих бюджет (с 14% в 2014 г. до 11% в 2016 г.). В долевом отношении становится больше компаний-«середняков», чей бюджет либо не меняется, либо растет не так сильно. В целом можно отметить, что динамика роста / сокращения бюджетов сохраняется.

Компании планируют продолжать наращивать свои вложения в интерактивную рекламу больше, чем в офлайн рекламу, но темп роста будет замедляется.

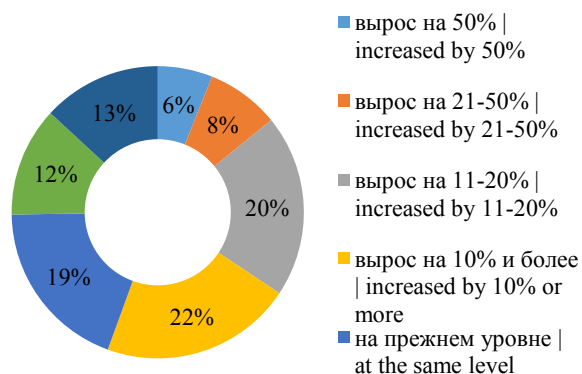


Рисунок 3. Изменения бюджетов компаний на интерактивную рекламу в 2016 г. по сравнению с 2015 г. (сегмент компаний, работающих в офлайн)

Figure 3. Changes in the budgets of companies for interactive advertising in 2016 compared to 2015 (a segment of companies operating offline)

Причинами увеличения расходов на интерактивную рекламу являются:

- рост количества пользователей интернет;
- быстрый рост аудитории мобильного интернета;
- увеличение количества времени, проводимого онлайн;
- снижение эффективности традиционной рекламы в ряде сфер деятельности [1];
- более точное измерение эффективности цифровой рекламы;
- возможности использования автоматизированных средств закупки рекламы (программатик);
- большой выбор целевых аудиторий для таргетинга;
- возможности динамического таргетинга, ремаркетинга;
- возможности интеграции с другими рекламными инструментами;
- пример компаний - конкурентов;
- относительная дешевизна интерактивной рекламы;
- удорожание стоимости рекламы на телевидении.

Помимо причин, указанных выше и стимулирующих рост расходов на цифровую рекламу, существует ряд моментов, препятствующих росту

данного сегмента рекламного рынка. Среди наиболее важных следует отметить:

- невозможность сокращения рекламных расходов в других медиа для отдельных компаний;
- отсутствие потенциала интерактивной рекламы в конкретном виде бизнеса (ограниченная целевая аудитория, законодательные ограничения и др.);
- неспособность интерактивной рекламы решать определенные маркетинговые задачи (недостаточность охвата целевой аудитории, трудность отражения специфики бренда, демонстрации продукта, стимулирования пробных или повторных покупок и др.);
- недостаточный охват аудиторий интернетом и отсутствие прямых доказательств того, что за огромными охватами стоят живые люди;
- отсутствие аналитики для оценки вклада цифровых каналов в офлайн продажи;
- отсутствие поведенческой аналитики на основе оценки пожизненной стоимости клиента;
- отсутствие инструментов адекватного кросс - канального планирования;
- недостаточная развитость сервисов по отслеживанию фальшивого трафика (фрода) и анализу качества трафика [2];

- недостаток квалифицированных специалистов в области цифровой интерактивной рекламы;
- консервативность руководства компаний, привыкших к определенным технологиям рекламы.

Следует заметить, что для компаний, ведущих онлайн бизнес, главные сдерживающие факторы – стоимость рекламы и отсутствие подходящего рекламного инвентаря и, наоборот, на принятие решения об увеличении доли интерактивной рекламы в медиамиксе для традиционных видов бизнеса (офлайн) чаще всего влияют возможности по сокращению расходов на другие медиа и недостаточный охват аудитории интернетом.

Наряду с причинами динамики долей рекламных инструментов в совокупном медиамиксе определенный интерес вызывает вопрос дифференциации и структуры каналов цифровых коммуникаций компаний, а также количество используемых инструментов. Скорее всего, количество используемых рекламных каналов здесь зависит от сферы бизнеса компании, правовых и технологических ограничений, количества каналов, традиционно просматриваемых целевыми аудиториями и условий приобретения продукта. Структура используемых каналов приведена на рисунке 4.

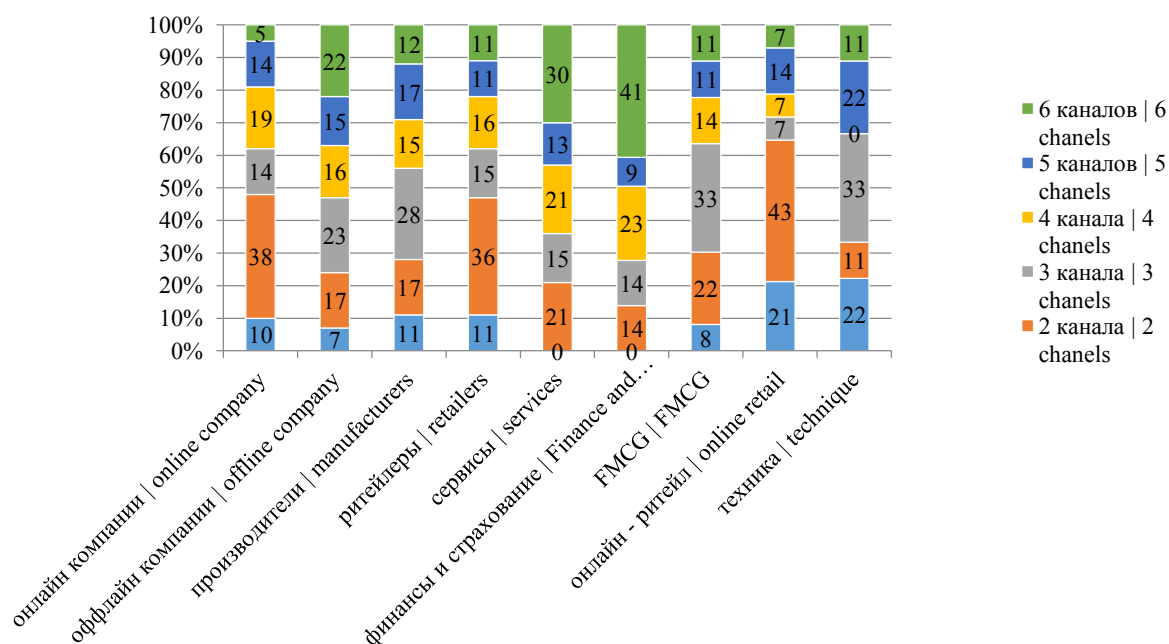


Рисунок 4. Структура каналов по категориям компаний

Figure 4. Channel structure by company category

Использование только одного канала коммуникаций невелико даже у онлайн-компаний. Чаще других только один онлайн канал используют онлайн-ритейлеры и производители. Самое большое количество используемых каналов – у компаний из финансового

сектора (41% компаний использует 6 каналов и более), а также у провайдеров сервисов (31% компаний использует 6 каналов и более).

Еще одной важной задачей для рекламодателя, помимо определения структуры коммуникационного канала, является выбор конкретного

инструментария, позволяющего эффективно взаимодействовать с целевыми аудиториями. Среди всех известных сегодня форматов есть как традиционные, так и относительно новые, не до конца раскрывшие свой потенциал. Рекламный баннер остается наиболее используемым форматом, он присутствует в рекламных кампаниях у подавляющего числа рекламодателей. Сопоставимое число опрошенных также используют таргетированную рекламу в социальных сетях. Наименее популярными являются реклама в играх, объявления и форматы rich-media (интерактивные flash-ролики, отображающиеся поверх содержимого страницы). Предпочтения рекламодателей в вопросе выбора инструментов цифровой интерактивной рекламы отражены на рисунке 5.

Набор форматов, задействованных в коммуникационных планах компаний различается в зависимости от их сферы деятельности, и здесь можно выделить некоторые закономерности. В частности, рекламодатели онлайн бизнеса

в большей степени склонны к поисковой, таргетированной рекламе в социальных сетях, мобильной рекламе и рекламе с оплатой за результат. Такой выбор может быть обусловлен рядом факторов, среди которых: возможность быстрого перехода на рекламируемый ресурс с последующим заключением сделки; широта и активность аудитории социальных сетей (с большим объемом накопленных о них данных), желающих покупать здесь и сейчас; огромное количество владельцев мобильных устройств, выходящих с них в интернет для поиска информации о товарах и покупках. У рекламодателей, пришедших из офлайна, лидирующими форматами являются баннерная и таргетированная реклама, а также специальные проекты (например, спонсорство). Среди офлайн - компаний доля использующих баннерную рекламу в 2 раза выше, чем среди онлайн - компаний; и они чаще используют rich media форматы и рекламу в играх.

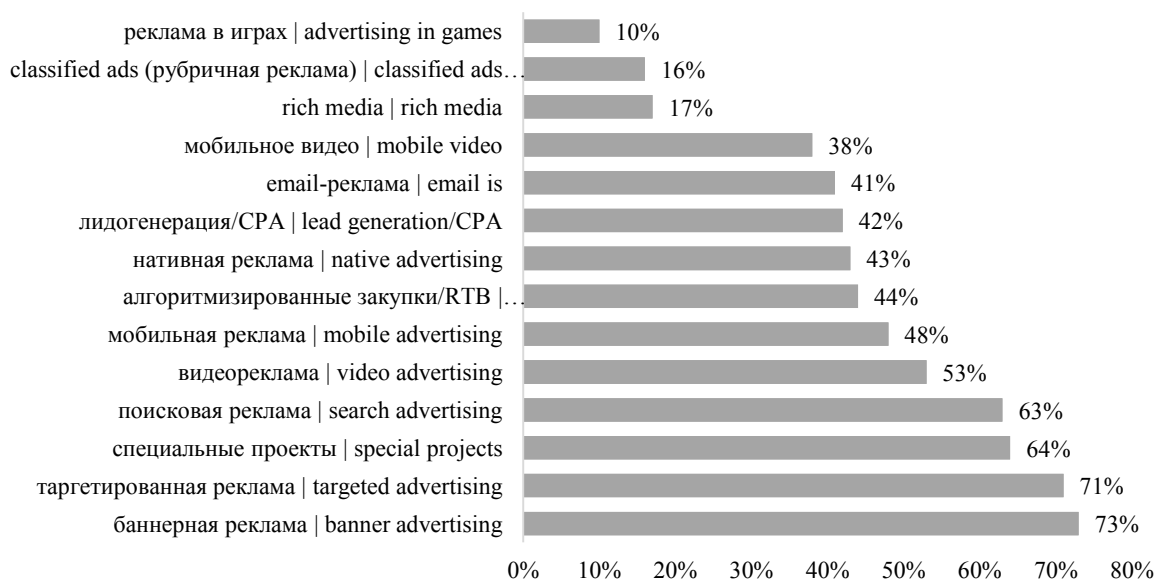


Рисунок 5. Предпочитаемые рекламные инструменты, в % от общего количества опрошенных рекламодателей
Figure 5. Preferred advertising tools, in % of the total number of advertisers surveyed

Если рассматривать вопрос ожиданий относительно роста доли различных рекламных инструментов в структуре бюджетов на интерактивную рекламу, наиболее растущими из них окажутся видео-реклама с оплатой за результат и различные форматы мобильной рекламы. Развитие игровой индустрии, расширение и рост влияния социальных сетей на общество и повышение уровня социальной инженерии в ближайшем будущем сделают более популярными такие форматы как нативная реклама, таргетированная реклама в социальных сетях и реклама в играх.

Видео, по-прежнему, остается одним из важнейших маркетинговых инструментов и его популярность будет продолжать расти. Технические возможности смартфонов и социальных сетей позволяют любому рекламодателю вести прямые трансляции в приемлемом качестве прямо с мобильного телефона из любой точки мира, без записи и монтажа. Сервисы потоковой передачи видео появились практически у всех крупных социальных сетей. Популярные блогеры создают контент на тему моды, еды, спорта, развлечений и т. д. С помощью качественного контента им удалось привлечь

и расширить аудитории YouTube, Instagram, Twitter и Facebook, в разы увеличив рекламные доходы этих сервисов. Серьезными плюсами онлайн видео являются:

- более высокий уровень внимания пользователя к онлайн-видео, чем к роликам на традиционном ТВ. Немаловажный фактор – отсутствие рекламного блока. Согласно некоторым данным, просмотр онлайн-видео дает более качественные результаты по запоминаемости рекламных сообщений (15% вспоминания без подсказки против 5% на ТВ) [8]. Точная запоминаемость сложных сообщений (а не просто коммуникации бренда) в онлайн-видео почти в два раза выше, чем на ТВ;

- возможность сразу «погрузить» пользователя в бренд» по цепочке: аудиовизуальное послание в ролике, подробное описание продукта (промосайт или лэндинг), независимое сравнение (маркетплейсы), оценка экспертов (социальные сети, рекомендательные сервисы);

- возможность в режиме реального времени следить за показателями динамики метрик бренда, с помощью которых можно узнать степень заинтересованности пользователя и его реакцию на видеорекламу. Учитываются такие показатели, как просмотры (количество и длительность), комментарии, «лайки», «дизлайки», репосты и др. Сервис работает почти в реальном режиме, и реагировать на изменения в характере кампании можно сразу. Конечно, на этом фоне тот факт, что корректировка и оптимизация традиционного ТВ-размещения после его старта практически невозможна, в наше время представляется уже явным анахронизмом, и ТВ-индустрии необходимо серьезно озаботиться этим вопросом;

- персонализация пролонгированного общения с клиентами, так как можно измерить и собрать охваченную аудиторию и затем начать работать с ней. Рекламодатель при этом фактически покупает размещение только на потенциально лояльную аудиторию, избегая неэффективной траты медийного бюджета и получая хороший рост маркетинговых бренд-метрик.

Мнение о расширении объемов рекламы на мобильных устройствах опирается на тенденцию роста пользователей мобильных устройств вне зависимости от возраста и целевого назначения устройства – как средства общения или решения профессиональных задач. По данным TNS и Mediascope, в России растет доля пользователей с несколькими устройствами. Так, к марту 2017 года количество пользователей сети интернет с мобильными устройствами выросло до 54%, только с мобильными устройствами – до 16% [10]. Таким образом, доля аудитории,

которая не использует компьютеры и ноутбуки для нахождения в сети, составляет уже чуть больше половины от аудитории интернета.

Большие возможности роста открываются у платформ, позволяющих использовать офлайн данные для планирования и размещения онлайн-кампаний (например, платформа MyTarget от Mail.ru Group или PVL от «Яндекс»), виртуальной и дополненной реальности и систем автоматической генерации рекламных сообщений. Наименьший потенциал расширения количества рекламодателей у ретаргетинга и алгоритмизированных закупок рекламы (программатик/RTB), т. к. их уже использует значительное количество рекламодателей [13–16].

Заключение

Обобщая сказанное можно сформулировать некоторые тенденции в сегменте цифровой рекламы:

- рынок цифровой рекламы продолжает расти, но агрессивный рост, который наблюдался в 2012–14 гг., закончился, и сегодня динамика роста интерактивных бюджетов совпадает с динамикой роста бюджетов на рекламу в целом;

- ключевыми драйверами роста сегмента цифровой рекламы являются: рост количества мобильных устройств, увеличение времени, проводимого в интернет и объемов потребления медиа контента;

- основными категориями игроков, с существенной долей (около 50%) «цифровых» бюджетов, являются компании, большая часть бизнеса построена в интернет и компании, использующие традиционные бизнес-модели. Различия между ними заключаются в отношении к рекламному инвентарю, структуре бюджетов на рекламу, оценке перспектив роста инструментов цифровой рекламы. При этом компании, чей бизнес функционирует офлайн, более консервативны в вопросах использования современных интерактивных технологий;

- сохраняется тренд на широкое использование нескольких рекламных инструментов. В среднем рекламодатели используют 6–7 инструментов из арсенала цифровых коммуникаций, поскольку «за счет использования комбинации различных платформ... улучшается запоминаемость кампании и ее эффективность» [7]. Наиболее популярны: баннерная реклама, таргетированная реклама в социальных сетях и рекламное видео с оплатой за результат в сервисах, поддерживающих потоковое видео;

- компании продолжают прикладывать усилия в вопросах персонализации общения потребителей с брендами, используя социально-

демографическую и поведенческую информацию для развития онлайн опыта потребителей, которые становятся более требовательными и менее обезличенными;

- в ближайшей перспективе произойдут качественные изменения в технологии искусственного интеллекта, когда интуитивно понятные интернет-боты, обладающие способностью улучшать свои коммуникационные возможности на основе алгоритмов самообучения, будут способны контактировать с потребительскими аудиториями и предлагать им продукты, сканируя социальные профили и истории транзакций. По данным Business Insider, 80% компаний хотят интегрировать чат-боты в свою стратегию к 2020 году;

ЛИТЕРАТУРА

1 Полумакова Н.С., Серова О.Ф. Структура рекламного воздействия эффективной кампании по продвижению // Научные труды Вольного экономического общества России. 2014. Т. 189. С. 319–324.

2 Мордовин А.В., Глущенко М.С. Рекламный трафик в интернет: проблемы оценки эффективности // Таврический научный обозреватель. 2015. № 4–1. С. 67–69.

3 Мушкетова Н.С., Камнева Е.О. Особенности интернет-коммуникаций в продвижении услуг на российском рынке // Вестник Евразийской академии административных наук. 2013. № 2 (23). С. 112–117.

4 Рекламный рынок 2000–2016. URL: <http://www.akarussia.ru/node/7849>.

5 Третьякова К.А., Тихонов Д.В. Развитие цифровых технологий в рекламе в России // Неделя науки СПбГПУ. Материалы научно-практической конференции с международным участием. Инженерно-экономический институт СПбГПУ. 2014. С. 459–461.

6 Холлис Н., Пинкотт Г. Цифровой маркетинг: обращаться с осторожностью // Маркетинг в России и за рубежом. 2013. № 6. С. 109–113.

7 Погорелова А.Л. Кросс-платформенный маркетинг // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2016. № 30. С. 21–24.

8 Мансурова Т.Ю., Михайлова А.С., Суздалева Г.Р. Анализ мнения потребителей относительно приемов цифрового маркетинга // ВУЗ и реальный бизнес. 2015. Т. 2. С. 50–57.

9 Аудитория пользователей интернета в России в 2017 году составила 87 млн человек // Mediascope.net: исследовательское агентство. 2017. URL: <http://mediascope.net/press/news/744498>.

10 Никушин А. Экономика Рунета: главные цифры. URL: <http://www.rbcpplus.ru/news/5815b4927a8aa94ce46be6a45>.

11 Онлайн-видео vs ТВ. URL: <https://adindex.ru/specprojects/market5/videoovstv.shtml>.

12 Бондарь А. Тренды контекстной рекламы на 2017 год: мнения западных экспертов. URL: <https://www.searchengines.ru/ppc-trends-experts.html>

- отдельно следует выделить тренд, связанный с активизацией спроса на кросс-таргетирование и обмен списками аудиторий, что является сильнейшим катализатором роста цифрового сегмента рекламного рынка.

По нашему мнению, следует также отметить перспективные попытки некоторых рекламодателей объединить онлайн и офлайн инструментарий в рамках парадигмы мультиканальности, ведь предпосылки такого объединения существуют уже давно. Потребность измерять влияние интернет-рекламы на фактические визиты в офлайн точки продаж существовала с момента появления данного инструмента.

13 Dinner I. M., Van Heerde H. J., Neslin S. A. Driving online and offline sales: The cross-channel effects of traditional, online display, and paid search advertising // Journal of Marketing Research. 2014. V. 51. №. 5. P. 527–545.

14 Gong J., Smith M. D., Telang R. Substitution or promotion? the impact of price discounts on cross-channel sales of digital movies // Journal of retailing. 2015. V. 91. №. 2. P. 343–357.

15 Huang L., Lu X., Ba S. An empirical study of the cross-channel effects between web and mobile shopping channels // Information & Management. 2016. V. 53. №. 2. P. 265–278.

16 Neufeld E. Cross-Device and Cross-Channel Identity Measurement Issues and Guidelines // Journal of Advertising Research. 2017. V. 57. №. 1. P. 109–117.

REFERENCES

1 Polusmakova N.S., Serova O.F. Structure of the advertising impact of an effective promotion campaign. *NauchnyyetrudyVol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii*. [Scientific works of the Free Economic Society of Russia] 2014. vol. 189. pp. 319–324. (in Russian)

2 Mordovin A.V., Glushchenko M.S. Advertising traffic in the Internet: problems of assessing effectiveness. *Tavricheskijnauchnyyobozrevatel'*. [Tavrichesky scientific observer] 2015. no. 4–1. pp. 67–69. (in Russian)

3 Mushketova N.S., Kamneva E.O. Features of Internet communications in services promoting on Russian market. *Vestnik Yevraziyskoy akademii administrativnykh nauk* [Bulletin of the Eurasian Academy of Administrative Sciences] 2013. no. 2 (23). pp. 112–117. (in Russian)

4 Reklamnyi rynek [The advertising market 2000–2016] Available at: <http://www.akarussia.ru/node/7849>. (in Russian)

5 Tretyakova K.A., Tikhonov D.V. Development of digital technologies in advertising in Russia. *Nedelya nauki SPbGU* [Week of Science of SPbSPU. Materials of the scientific-practical conference with international participation. Engineering and Economic Institute of SPbSPU] 2014. pp. 459–461. (in Russian)

6 Hollis N., Pinkcott G. Digital marketing: handle with caution. *Marketing v Rossiiizarubezhom*. [Marketing in Russia and Abroad] 2013. no. 6. pp. 109–113. (in Russian)

7 Pogorelova A.L. Cross-platform marketing. *Ekonomika i upravleniye v XXI veke: tendentsii i razvitiya*. [Economics and Management in the 21st Century: Development Trends] 2016. no. 30. pp. 21–24. (in Russian)

8 Mansurova T.U., Mikhailova A.S., Suzdaleva G.R. Consumers' opinion analysis on digital marketing. *VUZ ireal'ny biznes*. [University and real business.] 2015. vol. 2. pp. 50–57. (in Russian)

9 The audience of Internet in Russia was 87 million people in 2017. *Mediascope.net issledovatel'skoe agentstvo* [Mediascope.net: research agency] 2017. Available at: <http://mediascope.net/press/news/744498>. (in Russian)

10 Nikushin A. *Ekonomika Runeta* [Economy of the Runet: the main figures] Available at: <http://www.rbcpplus.ru/news/5815b4927a8aa94ce46e6a45>. (in Russian)

11 Onlain video vs TV [Online video vs TV] Available at: <https://adindex.ru/specprojects/market5/videostv.phtml>. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей В. Мордовин к.э.н., доцент, кафедра маркетинга, Волгоградский государственный университет, пр-т Университетский, 100, г. Волгоград, 400062, Россия, mordovin@volsu.ru

Наталия С. Полусмакова к.э.н., доцент, кафедра маркетинга, Волгоградский государственный университет, пр-т Университетский, 100, г. Волгоград, 400062, Россия), polusmakova@volsu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Наталия С. Полусмакова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.11.2017

12 Bondar A. Trendy kontekstnoi reklamy na 2017 god [Trends of contextual advertising 2017: Western experts views] Available at: <https://www.searchengines.ru/ppc-trends-experts.html> (in Russian)

13 Dinner I. M., Van Heerde H. J., Neslin S. A. Driving online and offline sales: The cross-channel effects of traditional, online display, and paid search advertising. *Journal of Marketing Research*. 2014. vol. 51. no. 5. pp. 527–545.

14 Gong J., Smith M. D., Telang R. Substitution or promotion? the impact of price discounts on cross-channel sales of digital movies. *Journal of retailing*. 2015. vol. 91. no. 2. pp. 343–357.

15 Huang L., Lu X., Ba S. An empirical study of the cross-channel effects between web and mobile shopping channels. *Information & Management*. 2016. vol. 53. no. 2. pp. 265–278.

16 Neufeld E. Cross-Device and Cross-Channel Identity Measurement Issues and Guidelines. *Journal of Advertising Research*. 2017. vol. 57. no. 1. pp. 109–117.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksey V. Mordovin candidate of economic sciences, assistant professor, marketing department, Volgograd state university, Universitetsky Av., 19 Volgograd, 400062, Russia, mordovin@volsu.ru

Natalya S. Polusmakova candidate of economic sciences, assistant professor, marketing department, Volgograd state university), Universitetsky Av., 19 Volgograd, 400062, Russia, polusmakova@volsu.ru

CONTRIBUTION

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

Natalya S. Polusmakova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.1.2017

ACCEPTED 11.20.2017

Инновации как фактор повышение конкурентоспособности предприятий общественного питания

Оксана Г. Стукало¹ stukalo_oksana@mail.ru
Яна П. Домбровская¹ yana_dombrovskaya@inbox.ru
Светлана И. Аралова¹ s.anokhina27@mail.ru

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

Реферат. На сегодняшний день проблема повышения конкурентоспособности предприятия становится все более актуальной. Рыночная ситуация во многом зависит от состояния и результатов конкурентной борьбы. Ресторанный бизнес сегодня развивается стремительными темпами. Рестораторы понимают, насколько важно планировать стратегию долгосрочного выживания и приспосабливаться к быстро меняющейся окружающей среде. В данной статье дано понятие конкурентоспособности, приведены виды конкуренции, также рассмотрены факторы, оказывающие влияние на конкурентоспособность предприятия. Предложен путь повышения конкурентоспособности предприятий общественного питания путем внедрения инноваций в частности продуктовых. Дано понятие инновации и описаны ее виды. В нашем случае, продуктовая инновация - это внедрение безглютеновых продуктов питания в меню предприятий общественного питания. Потребность в диетических и профилактических продуктах обусловлена общим состоянием здоровья населения. В стране прогрессируют алиментарно-зависимые заболевания, которые возникают от несбалансированности рациона питания. Проведенные маркетинговые исследования позволили выявить острую проблему импортной зависимости по безглютеновой продукции на потребительском рынке. Были исследованы технологические аспекты замены пшеничной муки, в составе которой глютен, на льняную и рисовую муку при производстве кексов функциональной направленности. Разработана рецептура безглютенового кекса «Льняно-рисового», которая представлена в статье. На рынке общественного питания считанное количество заведений имеют в своем меню безглютеновые блюда, и они в основном сосредоточены в Москве и Санкт-Петербурге. В других субъектах Российской Федерации данная ниша свободна. В статье приведены пути распространения продукции и представлен расчёт основных показателей эффективности производства безглютеновых кексов.

Ключевые слова: конкуренция, продуктовая инновация, безглютеновые продукты питания

Improving the competitiveness of catering enterprises through innovative food

Oksana G. Stukalo¹ stukalo_oksana@mail.ru
Yana P. Dombrovskaya¹ yana_dombrovskaya@inbox.ru
Svetlana I. Aralova¹ s.anokhina27@mail.ru

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

Summary. To date, the problem of increase of competitiveness of the enterprise is becoming increasingly important. The market situation depends largely on the status and results of competition. The restaurant business today is developing rapidly. Restaurateurs understand how important it is to plan a strategy for long-term survival and adapt to a rapidly changing environment. In this article the concept of competitiveness, given the types of competition, also examines the factors influencing competitiveness of the enterprise. The proposed way to increase the competitiveness of catering enterprises through innovation in a particular product. The concept of innovation and describes its types. In our case, product innovation is the introduction of gluten-free foods in the menu of public catering enterprises. The need for diet and preventive products due to the overall health status of the population. In the country are progressing alimentary-dependent diseases, which arise from the imbalance of the diet. Conducted marketing study revealed the acute problem of import dependence for gluten-free products on the consumer market. Was investigated the technological aspects of replacement of wheat flour in which gluten, linseed and rice flour in the production of muffins functional orientation. The formula has been developed free cupcake "Flax-rice", which is presented in the article. On the catering market is a small number of institutions have in their menu gluten-free options, and they are mainly concentrated in Moscow and St. Petersburg. In other Russian regions this niche is free. The article presents the way of distribution of products and the calculation of the basic indicators of efficiency of production of gluten-free cupcakes with a capacity.

Keywords: competition, product innovation, gluten-free food

Введение

На сегодняшний день проблема повышения конкурентоспособности предприятия становится все более актуальной. Рыночная ситуация во многом зависит от состояния и результатов конкурентной борьбы. Экономические санкции к России определяют необходимость формирования производственного потенциала и дают реальную возможность повышения конкурентоспособности отечественных предприятий.

Для цитирования

Стукало О.Г., Домбровская Я.П., Аралова С.И. Инновации как фактор повышение конкурентоспособности предприятий общественного питания // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 306–312. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-306-312

В условиях изменчивости конъюнктуры в части покупательского спроса и освоения выгодных товарных ниш на рынке общественного питания нереально добиться стабильного успеха в бизнесе, если не планировать его эффективное развитие, не аккумулировать постоянно информацию о собственных перспективах и возможностях, о состоянии целевых рынков, о положении на них конкурентов и своей конкурентоспособности [7].

For citation

Stukalo O.G., Dombrovskaya Ya.P., Aralova S.I. Improving the competitiveness of catering enterprises through innovative food. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 306–312. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-306-312

Ресторанный бизнес сегодня развивается стремительными темпами. Рестораторы понимают, насколько важно планировать стратегию долгосрочного выживания и приспосабливаться к быстро меняющейся окружающей среде.

Конкуренция является неотъемлемой частью рыночной экономики. Основной характеристикой хозяйствующего субъекта с точки зрения конкурентной борьбы является его конкурентоспособность. В условиях рыночной экономики для любого предприятия крайне важной является проблема поддержания и повышения его конкурентоспособности.

Конкурентоспособность предприятия – это относительная характеристика, которая выражает степень отличия данного предприятия от конкурентов в сфере удовлетворения потребностей клиентов [2].

На рисунке 1 рассмотрим виды конкуренции [4].

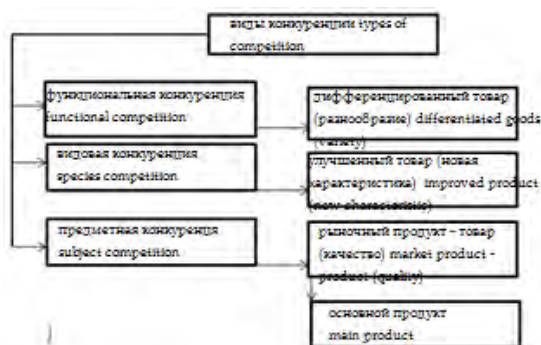


Рисунок 1. Виды конкуренции

Figure1. Types of competition

На конкурентоспособность предприятия оказывают влияние ряд факторов:

1. Динамика масштабов долгосрочного спроса. Увеличение или уменьшение долгосрочного спроса является важным фактором при принятии решений по инвестированию для увеличения производительной мощности предприятия. Подъем долгосрочного спроса привлекает новые предприятия на рынок, а падение спроса наоборот вызывает отток предприятий; динамика структуры спроса. Эти изменения представляют собой причину изменения требований потребителя к сервису, создание новых каналов сбыта, изменение в ассортименте нового товара, обновление продукта отрасли является ключевой движущей силой – влияет на методы производства, эффективные масштабы выпуска, маркетинговые затраты, каналы распределения.

2. Технологические инновации. Частые технологические новшества в методах производства, размер инвестиций позволяют увеличивать значение эффекта жизненного цикла товара. Это может вызывать существенные изменения в

требованиях к размеру и количеству предприятий, успешно действующих на рынке.

3. Маркетинговые инновации. Периодически фирмы предлагают рынку свою продукцию, пользуясь новыми путями и способами, стараясь увеличить покупательский интерес, подтолкнуть спрос, уменьшить затраты на единицу продукции. Таким образом, они приводят в движение новые силы, которые изменяют условия конкуренции и позиции фирм соперников.

4. Динамика лидерства. Означает вход в конкуренцию и вход из нее крупных фирм. То есть новый раунд конкурентной борьбы: перераспределение ролей и выделение новых ключевых игроков, изменение структуры рынка.

5. Диффузия достижений. Если новая технология становится известной соперникам, поставщикам, дистрибьюторам, потребителям, то снижаются барьеры для вхождения в отрасль.

6. Динамика эффективности. При появлении в отрасли новых эффективных масштабов производства, которые уменьшают издержки на единицу продукции, крупные предприятия могут принудить другие предприятия к стратегиям «фиксированного роста».

7. Покупательские предпочтения. Зачастую растущее число покупателей решает, что товары массового потребления по низким ценам вполне удовлетворяют их вкусам и предпочтениям так же, как и товары с более высокими ценами, дающие возможность выбора.

8. Государственное регулирование рынка. Действия государства через свои институты, включая регулирование экономических отношений, а также изменение государственной политики, могут повлиять на рынок и конкурентные условия.

9. Рост детерминации. Означает уменьшение неопределенности и риска. Новые отрасли характеризуются большой неопределенностью сведений о потенциальных возможностях рынка [1].

Существует несколько путей повышения конкурентоспособности предприятия:

- Постоянное использование нововведений;
- Поиск новых, более совершенных форм выпускаемого товара;
- Выпуск продукции такого качества, которое бы отвечало государственным и мировым стандартам;
- Сбыт товаров в те сегменты рынка, где наиболее высокие требования к качеству и сервисному обслуживанию;
- Использование только высококачественного сырья и материалов;
- Постоянное обучение и переподготовка кадров;

- Повышение материальной заинтересованности работников и улучшение условий труда;
- Проведение маркетинговых исследований рынка, с целью установления потребностей покупателей;
- Анализ своих конкурентов, для выявления своих сильных и слабых сторон;
- Поддержание контактов с научно-исследовательскими организациями и инвестирование научных разработок, направленных на повышение качества продукции;
- Использование наиболее эффективных рекламных мероприятий.
- Регистрация своего товарного знака и использование фирменных марочных изделий [4].

Конкурентоспособность определяется по трем группам параметров (рисунок 2).

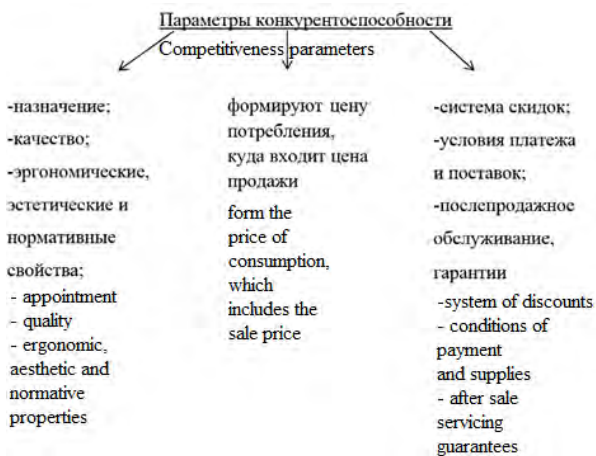


Рисунок 2. Параметры конкурентоспособности

Figure 2. The parameters of competitiveness

Параметры назначения связаны с областями применения продукции и функциями, которые она обязана выполнять. Эргономические параметры характеризуют соответствие продукции возможностям человеческого организма при выполнении трудовых операций или потреблении, т. е. показывают степень комфортности и удобства. Эстетические параметры характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида. Нормативные параметры отражают свойства продукции, которые регламентируются обязательными нормами, стандартами и законодательством.

При анализе возможностей и повышении конкурентоспособности предприятия применяют сравнительный подход. Сравнительный подход можно представить в различных вариантах: маркетинговый, факторный и комплексный.

Маркетинговый подход для оценки конкурентоспособности устанавливает параметры: доля рынка, привлекательность рынка (темпы роста), степень удовлетворенности потребителей продукцией предприятия. В рамках данного подхода широко применяются матричные методы. Для оценки удовлетворенности потребителей используют методы опроса и анкетирования.

Факторный подход к оценке конкурентоспособности предприятия состоит в выявлении и оценке ключевых факторов успеха в сравнении с предприятиями конкурентами. В рамках данного подхода выделяют две основные группы методов: основанные на оценке конкурентоспособности продукции предприятия и теории эффективной конкуренции. Первая базируется на суждении о том, что конкурентоспособность предприятия тем выше, чем выше конкурентоспособность его продукции. Конкурентоспособность продукции определяют методами, в основе которых интегральные показатели. Вторая группа основана на том, что наиболее конкурентоспособными предприятиями являются те, где наилучшим образом организована работа всех подразделений и служб. В основе расчетов лежит оценка групповых показателей или критериев конкурентоспособности [8].

Комплексный подход предполагает комплексную оценку конкурентоспособности предприятия, которая осуществляется на основании выделения не только текущей, но и потенциальной конкурентоспособности. В основе данного метода лежит следующее положение: конкурентоспособность предприятия есть интегральная величина по отношению к текущей конкурентоспособности и конкретному потенциалу [9].

Выделение выше перечисленных подходов к оценке конкурентоспособности предприятия позволяет выбрать наиболее адекватный для решения конкретной проблемы [3].

Дж. Пилдич утверждает, что конкурентоспособность фирмы зависит от следующих факторов [1]:

1. Источники конкурентных преимуществ. При этом конкурентные преимущества подразделяются на два вида:

преимущества высоко ранга (связанные с наличием у предприятия высокой репутации, квалифицированного персонала, патентов, ведением долговременных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), развитым маркетингом, основанным на использовании новейших технологий, современным менеджментом, долговременными связями с покупателями и т. д.) дольше сохраняются и позволяют достигать более высокой прибыльности;

преимущества низкого ранга (связанные с наличием дешевой рабочей силы. Доступностью источников сырья и т. д.) не столь устойчивы, так как могут быть скопированы конкурентами.

2. Очевидность источников конкурентных преимуществ. При наличии источников явных преимуществ (дешевое сырье, определенная технология, зависимость от конкретного поставщика) возрастает вероятность того, что конкуренты постараются лишить фирму этих преимуществ.

3. Отказ от имеющегося конкурентного преимущества для приобретения нового. Отказ от конкурентного преимущества важен для реализации стратегии, так как создает барьеры для имитаторов.

4. Инновации. Для удержания лидирующего положения сроки внедрения инноваций должны, по крайней мере, равняться срокам

их возможного повторения конкурентами или превосходить их. Инновационный процесс позволяет компаниям переходить к реализации конкурентных преимуществ более высокого ранга и увеличивать число их источников (рисунок 3).

Инновационная деятельность открывает путь к обновлению экономики, к уходу от сырьевой зависимости, поскольку в пространство получения реальной прибыли войдут десятки тысяч новых проектов: по переработке сырья; по разработке новых видов продукции; по инновациям в сфере услуг, в малом и среднем бизнесе, в аграрном секторе [10].

Понятие «инновация» было введено в экономическую науку Йозефом Шумпетером.

Инновация в определении Шумпетера предстаёт в пятигранном измерении, одно из них это: создание нового товара, с которым потребители еще не знакомы, или нового качества товара.

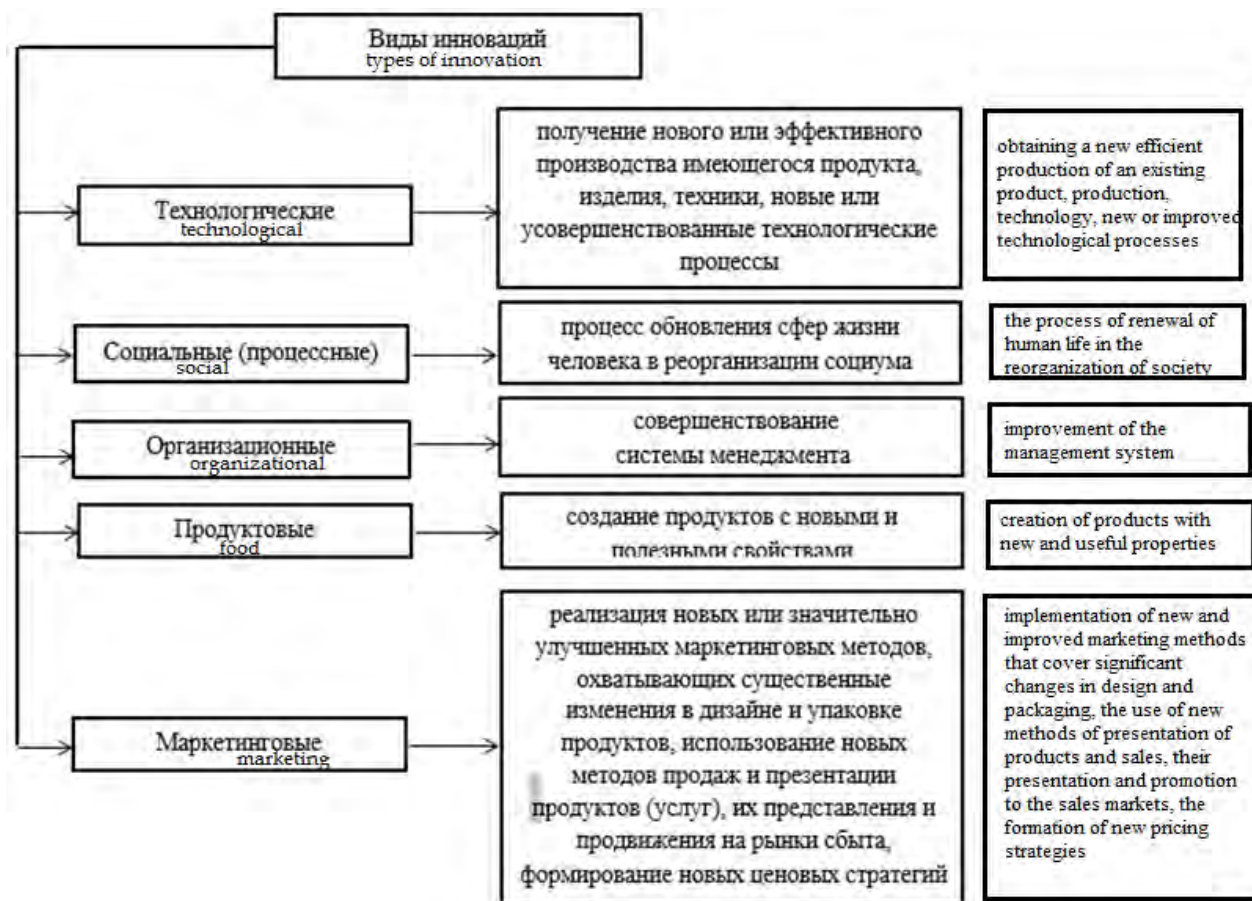


Рисунок 3. Виды инноваций

Figure 3. The types of innovation

Одним из вариантов повышения конкурентоспособности предприятий общественного питания является применение продуктовых инноваций, в частности безглютеновых мучных кулинарных изделий.

Актуальность внедрения безглютеновых продуктов питания в меню предприятий обще-

ственного питания состоит в том, потребность в диетических и профилактических продуктах обусловлена общим состоянием здоровья населения. В странах прогрессируют алиментарно-зависимые заболевания, которые возникают от несбалансированности рациона питания.

Одно из таких заболеваний – целиакия, которая возникает у людей, страдающих непереносимостью глютена. Это белок, которым обладают злаковые культуры. Таким образом, люди, страдающие данным заболеванием, не могут употреблять в пищу кулинарные изделия из традиционных видов муки и должны пожизненно соблюдать безглютеновую диету. Согласно исследованиям, непереносимость глютена (целиакия) наблюдается примерно у 2% населения.

Маркетинговые исследования позволили выявить острую проблему импортной зависимости по безглютеновой продукции на потребительском рынке. Потребность в аглютеновой продукции обеспечивается отечественными поставщиками лишь на 15%. Остальные 85% импортируются из-за рубежа.

В 2010–2014 гг. натуральный объем продаж мучных кондитерских изделий в России вырос на 15,3 % с 1,40 до 1,61 млн. т. Показатель демонстрировал ежегодный прирост на 1,3–5,5%. В продажах мучных кондитерских изделий на долю кексов и рулетов приходилось 10,8%.

Были исследованы технологические аспекты замены пшеничной муки, в составе которой глютен, на льняную и рисовую муку при производстве кексов функциональной направленности. При реализации поставленной задачи за контрольную взята рецептура кекса «Столичного» из пшеничной муки. Новое изделие разрабатывалось на основе описанной технологии, при этом учитывались свойства вносимых добавок с целью корректировки технологических параметров. Разработанная рецептура кекса «Льняно-рисового» приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Рецептура кекса «Льняно-рисового»

Table 1.

Recipe cupcake “Flax-rice”

Наименование сырья Name of raw materials	Содержание сухих веществ, % The content of dry substances, %	Расход сырья, г Consumption of raw materials, g
Мука пшеничная в/с The flour	85,5	–
Мука рисовая Rice flour	91,0	16,4
Мука льняная Flour flax	91,0	7,0
Сахар-песок Sugar	99,8	17,5
Масло сливочное, 72,5% Butter, 72,5%	84,0	17,5
Изюм Raisins	80,0	17,5
Меланж Melange	27,0	25,0
Какао-порошок Cocoa powder	95,5	3,0
Яичная скорлупа Eggshell	99,75	3,0
Ванильный сахар Vanilla sugar	99,8	0,4
Разрыхлитель Baking powder	91,5	0,5
Соль Salt	96,5	0,1
Выход Output		100

Разработав рецептуру, провели лабораторные исследования, согласно которым опытный образец превзошел контрольный по органолептическим и физико-химическим показателям.

Согласно теории сбалансированного питания соотношение Са:Mg:P должно быть 1:0,5:1,5. Именно в таком соотношении данные элементы наилучшим образом усваиваются. Добавив в рецептуру 3 грамма муки яичной скорлупы, добились соотношения максимально приближенное к идеальному 1:0,39:1,53.

Замена пшеничной муки на льняную и рисовую муку и внесение яичной скорлупы улучшило аминокислотный состав продукта. Возросло количество содержания белков, витаминов, микро- и макроэлементов [5].

Для повышения конкурентоспособности заведения общественного питания предлагается

введение в меню безглютеновых кексов и открытие отдельного цеха для их производства, так как нужно предотвратить возможность попадания глютена в безглютеновую продукцию.

На рынке общественного питания считанное количество заведений имеют в своем меню безглютеновые блюда, и они в основном сосредоточены в Москве и Санкт-Петербурге. В Воронеже данная ниша свободна.

Распространение продукции предлагается через:

- непосредственно заведение общественного питания;
- интернет-магазин;
- продуктовые магазины города.

Были рассчитаны основные технико-экономические показатели производства безглютеновых кексов мощностью 1000 шт. в день (таблица 2)

Основные технико-экономические показатели

Table 2.

The main technical and economic indicators

Показатели Indicators	Кекс «Столичный» Cupcake “Capital”	Кекс «Льняно- рисовый» Cupcake “Lineno-rice”	Отклонение (+;-) Deviation (+;-)
Выручка, тыс. р. Revenue, thousand RUR	8861,4	9612,0	750,6
Затраты на производство продукции, тыс. р. The cost of production, thousand RUR	6613,7	7164,3	550,6
Стоимость основных производственных фондов, тыс. р. The cost of fixed assets, thousand RUR	1401,7		-
Прибыль от реализации продукции, тыс. р. Profit from sales, thousand RUR	2247,7	2447,7	200
Фонд оплаты труда, тыс. р. The Fund of labour payment, thousand. RUR	564,2		—
Страховые платежи, тыс. р. (30,2 %) Insurance payments, thousand RUR (30,2 %)	169,3		—
Среднемесячная зарплата работника, тыс. р. The average monthly salary of the employee, thousand RUR	23,5		—
Затраты на 1 р. товарной продукции, р. The cost of 1 ruble commercial products, RUR	0,75	0,74	0,01
Фондоотдача, р./р. Capital productivity, r/r	6,32	6,86	0,54
Рентабельность продукции, % Product profitability, %	34	34	—
Рентабельность производства, % The profitability of production, %	160,4	174,6	14,2
Срок окупаемости капитальных вложений, годы The payback period of capital investments, years	0,62	0,57	0,05
Себестоимость за ед., руб. The cost per unit, RUR	18,4	19,9	1,5
Цена за ед., руб. Price per unit, RUR	24,6	26,7	2,1
Объем производства, т The volume of production, t	32,4	36,0	3,6
Выручка, тыс. руб. Revenue, thousand RUR	8861,4	9612,0	750,6
Прибыль, тыс. руб. Profit, thousand RUR	2247,7	2447,7	200,0

Заключение

На основании выше приведенных данных можем сделать следующие выводы:

— в реалиях рыночной экономики конкуренция находится на пике и чтобы оставаться на плаву предприятиям общественного питания нужно поддерживать конкурентоспособность;

— наиболее перспективным методом поддержания конкурентоспособности предприятия общественного питания является внедрение продуктовых инноваций;

— рынок безглютеновых продуктов питания в основном представлен дорогими импортными товарами, следовательно нужно развивать собственное производство, так как больших непереносимостью глютена насчитывается около 2% населения;

— безглютеновые продукты питания наиболее полезны по сравнению с традиционными;

— на основании экономических расчетов наблюдаем, что безглютеновое производство рентабельно.

Таким образом, стабилизация и развитие предприятий общественного питания, повышение конкурентоспособности и, как следствие, эффективности их работы в немалой степени зависят от преобразований путем внедрения инновационных продуктов. Поэтому особую актуальность в настоящее время приобрела проблема выбора направления инновационного развития предприятий и совершенствования структуры ассортимента путем научных исследований и разработок продуктовых инноваций с учетом максимальной пользы для потребителей продукции.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Филобокова Л.Ю. Обоснование концепции рыночной устойчивости и конкурентоспособности малого предпринимательства. Ростов-на-Дону: РИНХ, 2013. 191 с
- 2 Оковкина О.Н. Пути повышения конкурентоспособности предприятия // Экономический журнал. 2012. № 19. С. 37–42
- 3 Арбатская Е.А. Подходы к оценке конкурентоспособности предприятия // Известия ИГЭА. 2012. № 1. С. 118–121
- 4 Габимова М.Ш. Пути повышения конкурентоспособности предприятия // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы III Междунар. науч. конф. 2015. С. 85–87.
- 5 Домбровская Я.П., Аралова С.И. Разработка рецептов безглютеновых мучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 141–147.
- 6 Резанов В.К., Гришин Ю.П. Конкурентоспособность и методы ее оценки // Современные проблемы экономического развития предприятий, отраслей, комплексов, территорий. 2016. С. 207–210.
- 7 Стукало О.Г., Яковлев Д.В. Направления развития хлебопекарного предприятия с учетом аналитической оценки его конкурентных позиций на региональном рынке // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. №1. С. 196–200.
- 8 Khalimon T. et al. Influence of Financial Factors on Improving of Enterprise Competitiveness // Accounting and Finance. 2017. № 2. С. 127–132.
- 9 Olukunle O. T. Economic analysis of profitability and competitiveness of sugarcane enterprise in Nigeria // Journal of Development and Agricultural Economics. 2016. V. 8. №. 6. P. 160–171.
- 10 Cohan P. S. Introduction // Disciplined Growth Strategies. 2017. С. 1–20.
- 11 Slater S. F., Mohr J. J., Sengupta S. Radical product innovation capability: Literature review, synthesis, and illustrative research propositions // Journal of Product Innovation Management. 2014. V. 31. №. 3. P. 552–566.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана Г. Стукало д.э.н., доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, stukalo_oksana@mail.ru

Яна П. Домбровская к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yana_dombrovskaya@inbox.ru

Светлана И. Аралова магистрант, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, s.anokhina27@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Оксана Г. Стукало консультация в ходе исследования

Яна П. Домбровская консультация в ходе исследования

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 24.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.11.2017

REFERENCES

- 1 Filobokova L.Y. Obosnovanie kontseptsii rynochnoi ustoichivosti [Substantiation of the concept of the market sustainability and competitiveness of small business] Rostov-na-Donu, RINH, 2013. 191 p. (in Russian)
- 2 Okovkina O.N. Ways to increase the competitiveness of the enterprise. *Ekonomicheskii zhurnal* [Economic Journal] 2012. no. 19. pp. 37–42 (in Russian)
- 3 Arbatskaya E.A. Approaches to assess the competitiveness of the enterprise. *Izvestia IGEA*. [Proceedings of ISEA] 2012. no. 1. pp. 118–121. (in Russian)
- 4 Gabibova M.Sh. Ways to improve the competitiveness of the enterprise. *Aktual'nye voprosy ekonomiki i upravleniya* [Actual questions of economics and management: materials III Intern. sci. Conf.] Moscow, Buki-Vedi, 2015. pp. 85–87. (in Russian)
- 5 Dombrovskaya Ya.P., Aralova S.I. Development of recipes for gluten-free floury culinary products of increased nutritional value. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2016. no. 4. pp. 141–147.
- 6 Rezanov V.K., Grishin Yu.P. Competitive ability and methods of its evaluation. *Sovremennye problem ekonomicheskogo razvitiya predpriyatii* [Modern problems of economic development of enterprises, industries, complexes, territories] 2016. pp. 207–210. (in Russian)
- 7 Stukalo O.G., Yakovlev D.V. Methodical methods of managing the spatial and economic transformation of the food sector of the regional economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2012. no. 1. pp. 196–200. (in Russian)
- 8 Khalimon T. et al. Influence of Financial Factors on Improving of Enterprise Competitiveness. *Accounting and Finance*. 2017. no. 2. pp. 127–132.
- 9 Olukunle O. T. Economic analysis of profitability and competitiveness of sugarcane enterprise in Nigeria. *Journal of Development and Agricultural Economics*. 2016. vol. 8. no.. 6. pp. 160–171.
- 10 Cohan P. S. Introduction. *Disciplined Growth Strategies*. 2017. pp. 1–20.
- 11 Slater S. F., Mohr J. J., Sengupta S. Radical product innovation capability: Literature review, synthesis, and illustrative research propositions. *Journal of Product Innovation Management*. 2014. vol. 31. no. 3. pp. 552–566.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana G. Stukalo Dr. Sci. (Econ.), associate professor, management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, stukalo_oksana@mail.ru

Yana P. Dombrovskaya с Cand. Sci. (Econ.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yana_dombrovskaya@inbox.ru

Svetlana I. Aralova master student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, s.anokhina27@mail.ru

CONTRIBUTION

Oksana G. Stukalo consultation during the study

Yana P. Dombrovskaya consultation during the study

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.24.2017

ACCEPTED 11.28.2017

Система инновационного развития агропромышленного комплекса в целях обеспечения экономической безопасности региона

Татьяна И. Овчинникова	¹	mih.goz@gmail.com
Галина В. Беляева	¹	bgv@vsuet.ru
Елена Ю. Колесникова	¹	elenakoles@yandex.ru
Ольга Ю. Коломыцева	¹	olgakolom@yandex.ru

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

Реферат. В основу инновационного развития АПК положены цели, принципы и методы, определяющие экономическую безопасность региона. Категория «экономическая безопасность» зачастую отождествлена с устойчивостью, конкурентоспособностью и безрисковостью экономики сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. Обеспечение экономически безопасного функционирования всех отраслей и сфер регионального АПК невозможно без взаимосвязи с наукой и образованием. Важнейшими принципами, необходимыми для формирования в региональном и национальном АПК развитого экономически безопасного рынка научно-технической и инновационной продукции агропромышленного назначения, в современных условиях являются: обеспечение научно-исследовательской сферы АПК высококвалифицированными кадрами; обеспечение реальной свободы и самостоятельности в деятельности научно-исследовательских учреждений; формирование общего взаимообусловленного экономического пространства и интереса; организация специализированных рыночных структур в сфере научно-исследовательских и инновационных разработок; разработка и применение в пределах регионального АПК научно обоснованного экономического механизма регулирования функционирования и стимулирования развития рынка научно-технической инновационной продукции. Целенаправленное развитие цивилизованного рынка научно-технической и инновационной продукции агропромышленного назначения с соответствующими его структурами и организационно-экономическим механизмом – объективная необходимость функционирования экономической безопасности национального хозяйства. Интересы экономической и продовольственной безопасности региона и государства в целом нуждаются в увеличении финансирования аграрного сектора и перерабатывающей промышленности до уровня, который позволит преодолеть в нем инвестиционно-инновационный кризис, вызванный санкциями. С этой целью, считаем, необходимо финансирование инновационно-инвестиционного аграрного фонда за счет бюджетных средств, а также участия агентов рынка: коммерческих банков, предпринимательских структур, частных инвесторов.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, экономическая безопасность, инновационное развитие, система инновационного развития, кластеры, научно-исследовательская сфера

The system of innovative development of the agroindustrial complex in order to ensure the economic security of the region

Tatyana I. Ovchinnikova	¹	mih.goz@gmail.com
Galina V. Belyaeva	¹	bgv@vsuet.ru
Elena Yu. Kolesnikova	¹	elenakoles@yandex.ru
Olga Yu. Kolomytseva	¹	olgakolom@yandex.ru

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

Summary. The basis for innovative development of the agroindustrial complex is the goals, principles and methods that determine the economic security of the region. The category of “economic security” is often identified with the sustainability, competitiveness and risk-free economy of agricultural and processing enterprises. Ensuring the economically safe functioning of all industries and spheres of regional agribusiness is impossible without interconnection with science and education. The most important principles necessary for the formation in the regional and national agribusinesses of a developed economically secure market of scientific, technical and innovative products for agroindustrial purposes are the following: providing the scientific and research sphere of the agro-industrial complex with highly qualified personnel; ensuring real freedom and independence in the activities of research institutions; the formation of a common interdependent economic space and interest; organization of specialized market structures in the field of research and innovation development; development and application within the regional agro-industrial complex of a scientifically grounded economic mechanism for regulating the functioning and stimulating the development of the market for scientific and technical innovation products. Purposeful development of the civilized market of scientific, technical and innovative products of agro-industrial design with its corresponding structures and organizational-economic mechanism is an objective necessity of functioning of economic security of the national economy. The interests of the economic and food security of the region and the state as a whole need to increase the financing of the agricultural sector and the processing industry to a level that will overcome the investment and innovation crisis caused by sanctions. To this end, we believe it is necessary to finance the innovative investment agrarian fund at the expense of budget funds, as well as the participation of market agents: commercial banks, business structures, private investors.

Keywords: agroindustrial complex, economic security, innovative development, innovation development system, clusters, research sphere

Для цитирования

Овчинникова Т.И., Беляева Г.В., Колесникова Е.Ю., Коломыцева О.Ю. Система инновационного развития агропромышленного комплекса в целях обеспечения экономической безопасности региона // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 313–319. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-313-319

For citation

Ovchinnikova T.Y., Belyaeva G.V., Kolesnikova E.Yu., Kolomytseva O.Yu. The system of innovative development of the agroindustrial complex in order to ensure the economic security of the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 313–319. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-313-319

Введение

Основу системы инновационного развития АПК составляют цели, принципы и методы, определяющие экономическую безопасность региона. Направлениями или целями в системе инновационного развития АПК, по исследованиям ученых [1–4], являются:

— укрепление и совершенствование материально-технической базы агропромышленного производства и широкомасштабное применение прогрессивных и инновационных технологий в земледелии, животноводстве и переработке их продукции;

— создание соответствующих производственных, социальных и обслуживающих структур на основах рыночной экономики во всех региональных АПК;

— демонополизация и оптимизация взаимоотношений между различными сферами АПК по критерию получения максимального конечного социально-экономического эффекта;

— уравнивающий государственный протекционизм в отношении развития национального АПК с целью уменьшения импорта продуктов питания и аграрного сырья, увеличения их экспорта.

Основная часть

Под категорией «экономическая безопасность» понимаем устойчивость, конкурентоспособность и безрисковость экономики сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, региона и страны в целом, формирующих продовольственную безопасность населения [5].

Перечисленные направления определяют приоритетные типы нововведений развития отечественной аграрной науки и инновационной деятельности во всех сферах национального АПК, для чего необходимо ускорение системных исследований трансформации самой концепции государственного регулирования и реальной поддержки функционирования регионального АПК в условиях экономической безопасности. Обоснование эффективных систем, методов и способов рыночных хозяйств и государственной поддержки АПК способствует разработке и выполнению срочных и неотложных мер по дальнейшему социально-экономическому повышению качества жизни населения.

Система рыночных трансформаций и государственной помощи в инновационном развитии АПК, учитывая сложность и зависимость указанного комплекса от природно-биологических, технико-технологических, организационно-управленческих, информационных факторов, включает четыре типа нововведений:

- селекционно-генетические;
- производственно-технологические;

- организационно-управленческие;
- экономико-социологические [6].

Вышеназванные типы нововведений, являющиеся результатом фундаментальных и прикладных научно-технических разработок, могут реализоваться в практике агропромышленного производства через разнообразные конкретные формы: патенты, лицензии, товарные знаки, документация на новые технологии и виды продукции, инновационные проекты и программы, совместная деятельность с ВУЗами и др. [7].

Однако деятельность ВУЗов и научно-исследовательских учреждений в условиях ограниченного бюджетного финансирования, отсутствия частного инвестирования, не способствует концентрации научных исследований и технико-технологических разработок на приоритетных направлениях, повышению их результативности и эффективности, усилению связей науки с реальным сектором экономики, что служит угрозой для самих научных учреждений и снижает конкурентоспособность продукции АПК. Следовательно, обеспечение экономически безопасного (устойчивого, конкурентоспособного и безрискового) функционирования всех отраслей и сфер регионального АПК невозможно без взаимосвязей с наукой и образованием. Отставание российской науки и практики в области АПК будет иметь в будущем, с одной стороны, отставание в технико-техническом неконкурентном поведении предприятий АПК, с другой – утрату и неконкурентоспособность практического использования научных отечественных и региональных разработок. Кроме того, этот разрыв усиливается неразвитостью инфраструктуры, связывающей внедрение инноваций в АПК не только со знаниями, деятельностью ученых, но и отставанием в развитии инфраструктурных проектов, подчиненных идее развития агропромышленного производства (рисунок 1).

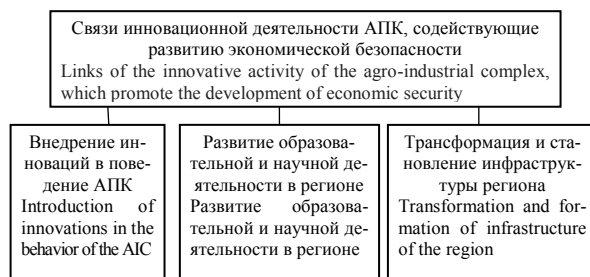


Рисунок 1. Взаимодействие научно-образовательной, практической и инфраструктурной деятельности в АПК

Figure 1. The interaction of scientific and educational, practical and infrastructure activities in the agroindustrial complex

Цель системы инновационного развития АПК в целях экономической безопасности заключается в воспроизводстве его потенциала в границах региона, обеспеченного привлеченными и собственными ресурсами для восстановления производительных сил, технико-экономических

и производственных отношений, отношений собственности, а также хозяйственного механизма. Наличие вышеуказанных возможностей позволит региону обеспечить поступательное развитие АПК (рисунок 2).

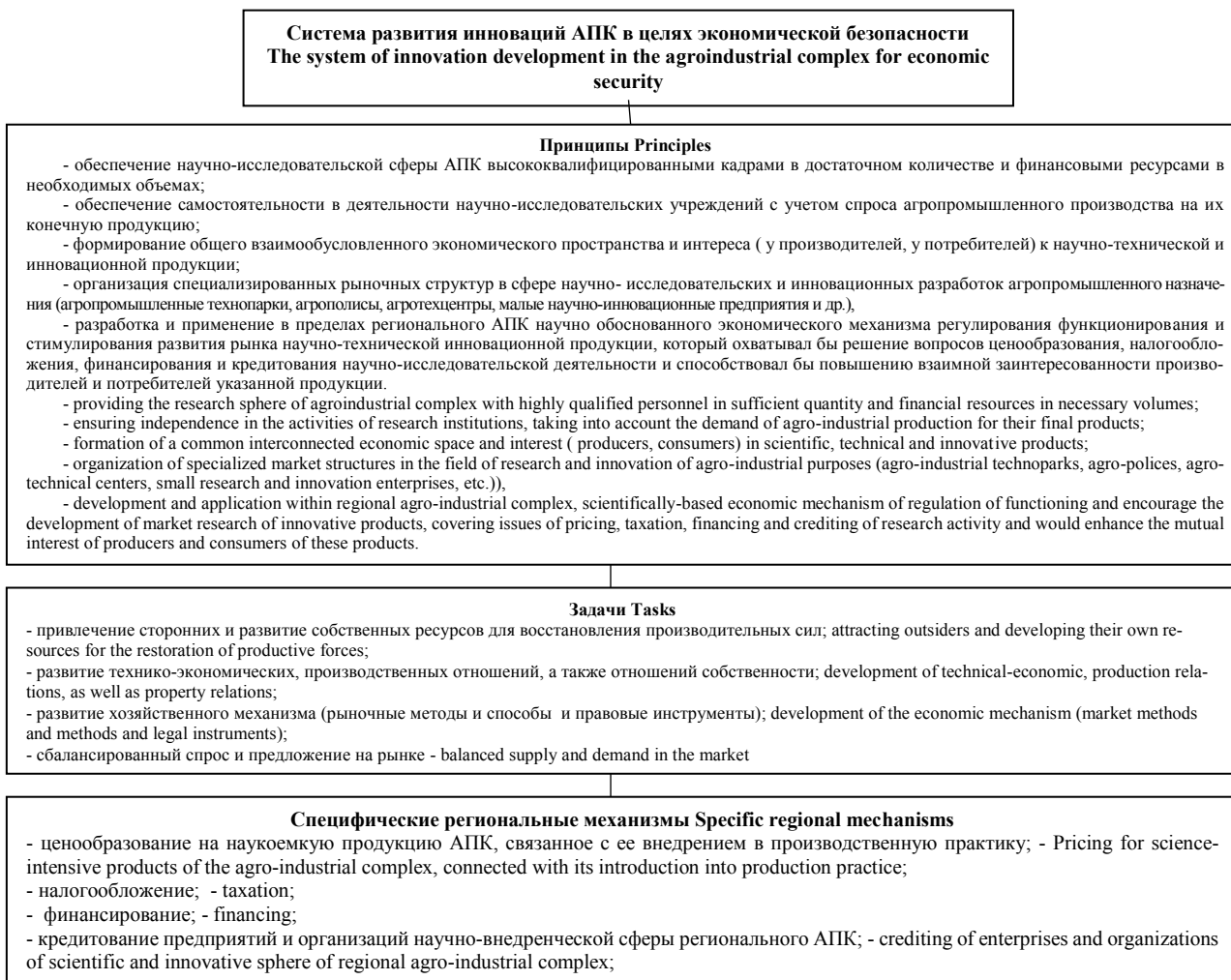


Рисунок 2. Система развития инноваций АПК в целях региональной экономической безопасности

Figure 2. The system of innovation development of the agroindustrial complex for the purposes of regional economic security

В условиях экономической безопасности в рыночной экономике важен фактор обеспечения сбалансированного спроса и предложения на все виды научно-технической и инновационной продукции на принципах конкурентоспособности, что достигается на основе формирования и развития соответствующих коммерческих структур, внедряющих научно-технологические, инновационные разработки и проекты в агропромышленное производство. Однако расширение объемов закупок и переработки сельскохозяйственной продукции сдерживается «из-за отсутствия гарантированных рынков сбыта, льготных кредитов на закупку сельскохозяйственной

продукции, модернизацию материально-технической базы, заготовку и переработку сельскохозяйственной продукции, а также из-за значительных объемов поставок на потребительский рынок области продовольствия» [8].

Специфические механизмы (Extension service) развития предприятий и потребительского отечественного рынка АПК все еще слабо развиты в регионе. К ним относим такие, как ценообразование на наукоемкую продукцию АПК, связанное с ее внедрением в производственную практику; налогообложение, финансирование, кредитование предприятий и организаций научно-внедренческой сферы регионального АПК.

Специфическим механизмом является также развитие сети (кластеров), включающих специализированные бизнес-структуры агроперерабатывающего комплекса в совокупности с научно-образовательными, коммерческими предприятиями. Рынку научно-технической и инновационной продукции в АПК должны быть присущи в качестве необходимых его составных элементов, помимо функционирования собственного, специфического экономического механизма, соответствующая организационная структура. Именно это органичное оптимальное сочетание с учетом отраслевых, национальных и производственных особенностей в состоянии обеспечить взаимный интерес как производителей, так и потребителей к научно-технической и инновационной продукции в агропромышленном комплексе. То есть речь идет о формировании единой организационно-экономической системы регулирования и стимулирования научно-технической и инновационной деятельности, включающей рынок продукции этой деятельности. Насколько эффективным и действенным будет указанная система механизмов и форм, настолько результативной и эффективной будет и практическая реализация научно-технических, инновационных разработок в агропромышленном производстве.

Санкции, сыгравшие роль ускорения в формировании рынка научно-технической и инновационной продукции, используемой в национальном и региональном АПК, положительно сказались на конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства и других сфер АПК. За последние годы создавались разные рынки – основных средств производства, готовой продукции, труда и т. д., что потребовало распространения рыночных отношений на все сферы и звенья АПК, включая и сферу научно-технической и инновационной деятельности, применения ее результатов в практике хозяйствования. Рост спроса на отечественную продукцию АПК со стороны рынка и наличие настоящей конкурентной среды объективно обосновывают необходимость увеличения объемов производства и улучшения качества аграрного сырья и продуктов питания.

Формирование развитого рынка научно-технической и инновационной продукции в региональном АПК возможно лишь тогда, когда социально-экономической основой устойчивого и стабильного развития всего национального хозяйства, в том числе и аграрного сектора экономики, являются товарно-денежные отношения рыночного типа, поддерживаемые государством. Предприятия совместно с муниципальными и региональными

органами определяют, сколько нужно израсходовать средств на научно-технические и инновационные разработки, чтобы их реализация могла в полной мере обеспечить настоящий научно-технологический прогресс в сельском хозяйстве и других сферах АПК. В то же время большое социальное и экономическое значение имеют объемы, виды и технико-технологический уровень научной продукции, поскольку «перепроизводство» такой продукции следует считать экономически нерациональным использованием ограниченных финансовых ресурсов государства в связи с большими расходами на проведение научно-исследовательских работ. Поэтому целесообразно на рыночных принципах определять характер взаимоотношений между производителями научно-технической, инновационной продукции и ее потребителями.

К важнейшим принципам, необходимым для формирования в региональном и национальном АПК развитого и эффективного рынка научно-технической и инновационной продукции агропромышленного назначения, в современных условиях относятся:

- обеспечение научно-исследовательской сферы АПК высококвалифицированными кадрами в достаточном количестве и финансовыми ресурсами в необходимых объемах;

- обеспечение реальной свободы и самостоятельности в деятельности научно-исследовательских учреждений с максимальным учетом спроса агропромышленного производства на их конечную продукцию;

- формирование общего взаимообусловленного экономического пространства и интереса, как у производителей, так и у потребителей к научно-технической и инновационной продукции;

- организация специализированных рыночных структур в сфере научно-исследовательских и инновационных разработок агропромышленного назначения и реализация их в практике хозяйствования во всех отраслях и сферах АПК (агропромышленные технопарки, агрополисы, агротехцентры, малые научно-инновационные предприятия и др.), а также достижение высокого уровня материально-технического обеспечения научных и внедренческих формирований;

- разработка и применение в пределах регионального АПК научно обоснованного экономического механизма регулирования функционирования и стимулирования развития рынка научно-технической инновационной продукции, который охватывал бы решение вопросов ценообразования, налогообложения, финансирования и кредитования научно-исследовательской

деятельности и способствовал бы повышению взаимной заинтересованности производителей и потребителей указанной продукции.

Формирование и целенаправленное развитие цивилизованного рынка научно-технической и инновационной продукции агропромышленного назначения с соответствующими его структурами и организационно-экономическим механизмом – объективная необходимость нынешнего этапа функционирования экономической безопасности национального хозяйства. Процесс становления такого рынка требует не только продолжительного времени, но и четко взвешенных, обоснованных мер со стороны государства, региональных органов власти, а также надлежащего инвестиционного обеспечения. Это в полной мере касается как научно-исследовательских учреждений, так и использования их научно-технологических и инновационных разработок. Так, инвестиции в АПК Воронежской области увеличились втрое с 2011 г. по 2015 г. и составили 15 млрд руб.

Кроме того, следует интенсивно развивать малое предпринимательство в научно-инновационной сфере, работающей на нужды АПК. Если проанализировать статистику открытий и изобретений, осуществляемых в мире, то большая их часть приходится именно на малые научно-инновационные предприятия, небольшие опытные лаборатории или центры и др. С этой целью нужно разработать новые и усовершенствовать существующие нормативно-правовые акты по функционированию и развитию малых предприятий в сфере научно-инновационной деятельности, оптимизировать систему подготовки квалифицированных кадров для малого научно-исследовательского предпринимательства.

В Воронежской области существуют 64 организации, осуществляющих свою деятельность в научной сфере, и 22 малых инновационных предприятия, созданных при вузах Воронежской области. В 2010 году вузами региона получено 297 патентов на изобретения, 174 положительных решения и зарегистрировано 43 компьютерные программы. Решающее значение для реализации системы инновационного развития регионального АПК имеет радикальное повышение платежеспособного спроса на научно-технические и инновационные разработки со стороны отечественных агропромышленных товаропроизводителей. Их следует рассматривать в качестве основных потребителей наукоемкой и инновационной продукции, производимой не только крупными, но и малыми научно-инновационными предприятиями. Согласно поручению президента России Владимира Путина, к 2020 году доля малого и среднего бизнеса в ВВП должна увеличиться в 2,5 раза, до 50%. В АПК Воронежской области в 2012 г. было

355 малых и средних предприятий АПК, в 2015 г. – 324, инвестиций вложено соответственно 8535,8 млн руб., 20628,2 млн руб.

Для эффективного использования инновационной продукции необходимо:

во-первых, чтобы она была принципиально новой, конкурентоспособной на рынке и давала значительный эффект от практического ее применения;

во-вторых, государство должно всесторонне поддерживать (в качестве объекта цифровой экономики) оперативное доведение и распространение информации об отечественных перспективных научно-технологических и инновационных разработках среди агропромышленных товаропроизводителей;

в-третьих, необходимы долгосрочная стратегия инновационного развития всех отраслей в сфере национального АПК и система финансово-экономических рычагов, которые смогут надлежащим образом стимулировать собственную научно-инновационную деятельность в этом комплексе.

Аксиоматическим следует считать положение о том, что переход к инновационному развитию АПК возможен только при условии реального увеличения вложений, прежде всего инвестиций, в основную капитал сельского хозяйства.

К примеру, в Воронежской области реализуются около 70 инвестиционных проектов только в сфере животноводства (стоимость свыше 30 млрд. руб.):

- в молочном животноводстве – это ООО «ЭкоНиваАгро» (Лискинский район);
- выведение и производство крупного рогатого скота – в животноводческих комплексах (более 17,2 тыс. голов);
- в свиноводстве – ООО «АПК АГРОЭКО» (мощность свыше 90 тыс. тонн в живом весе) на территории Новохоперского, Павловского, Таловского районов. Приведенные данные подтверждают, что инвестиционный процесс в инновации в сфере АПК является важнейшим.

В то же время крайне недостаточный уровень рентабельности и убыточность аграрного производства являются главными причинами падения его технико-технологического уровня, снижения плодородия и деградации земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения, их истощения и т. д. Этим обоснованы перспективы роста инвестиций в основной капитал аграрной сферы АПК.

Обеспечить стабильное, конкурентоспособное и устойчивое развитие регионального АПК в условиях экономической безопасности и ускорения глобализационных и интеграционных процессов можно только в том случае, если это развитие будет осуществляться на основе инновационно-инвестиционной системы.

Органичное сочетание инновационной и инвестиционной деятельности, вложение все возрастающих объемов денежных средств в современные инновационные технологии и производство инновационных продуктов следует рассматривать в качестве важнейшей предпосылки эффективного функционирования отечественного сельского хозяйства и других отраслей АПК в открытой конкурентной среде. Поэтому проблема надлежащего инвестирования национального и региональных АПК должна решаться не только на принципах самофинансирования, привлечения частного капитала, но и с активным участием государства, муниципалитетов и регионов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Чарыкова О.Г., Меренкова И.Н., Перцев В.Н., Новикова И.И. и др. Формирование механизма устойчивого развития сельских территорий. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 181 с.
- 2 Солодовникова Т.И., Пекшева Л.А. Деятельность сельскохозяйственных обществ по повышению эффективности функционирования крестьянских хозяйств Черноземья в начале XX века // Регион: системы, экономика, управление. 2016. № 1(28). С. 161–167.
- 3 Поздняков С.А., Отинова М.Е. Инновационная стратегия сельскохозяйственных предприятий // Развитие экономики АПК Центрального Черноземья. 2008. URL: <http://economy-lib.com/razvitiie-innovatsionnyh-protsssov-v-apk#ixzz4txTIVFcp>.
- 4 Падалкин В.Ю., Воронцова Е.И. Механизмы устойчивого развития промышленных комплексов в условиях глобализации. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 130 с.
- 5 Овчинникова Т.И., Булгакова И.Н. Доходы и потребление населения в рыночной модели инвестиционной и безопасной деятельности // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 4. С. 73–78.
- 6 Анисимов Ю.П., Овчинникова Т.И., Кобелева С.В. Производственные инновации и экономический рост предприятий // Регион: системы, экономика, управление. 2015. № 1(28). С. 149–157.
- 7 Дуванова Ю.Н., Матузов Д.Ю. Инструментарий управления экономическим потенциалом промышленного предприятия на основе социально-ориентированных инноваций // Экономика и предпринимательство. 2014. № 1–1 (42–1). С. 245–250.
- 8 Дуванова Ю.Н., Дмитриева Л.Н. Управление экономической безопасностью промышленного предприятия на основе социально-ориентированных инноваций // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 3 (4). С. 129–130.

Заключение

Интересы экономической и продовольственной безопасности региона и государства в целом нуждаются в увеличении финансирования аграрного сектора и перерабатывающей промышленности до уровня, который позволит преодолеть в нем инвестиционно-инновационный кризис, вызванный санкциями. С этой целью, считаем, необходимо финансирование инновационно-инвестиционного аграрного фонда за счет бюджетных средств (бюджетов разных уровней), а также участия агентов рынка: коммерческих банков, предпринимательских структур, частных инвесторов и др.

REFERENCES

- 1 Charykova O.G., Merenkova I.N., Pertsev V.N., Novikova I.I. et al. Formirovanie mekhanizma ustoichivogo razvitiya [Formation of the mechanism of sustainable development of rural areas Voronezh] Voronezh, VGUIT. 2014. 181 p. (in Russian)
- 2 Solodovnikova T.I., Peksheva L.A. The activities of agricultural societies to improve the efficiency of the functioning of the Black Soil farm in the early twentieth century. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie* [Region: systems, economics, management] 2016. no. 1 (28). pp.161–167. (in Russian)
- 3 Pozdnyakov S.A., Otinova M.E. Innovative strategy of agricultural enterprises. *Razvitiie ekonomiki APK TsCh* [Development of the economy of the agro-industrial complex of the Central Chernozem Region] 2008. Available at: <http://economy-lib.com/razvitiie-innovatsionnyh-protsssov-v-apk#ixzz4txTIVFcp>. (in Russian)
- 4 Padalkin V.Yu., Vorontsova E.I. Mekhanizmy ustoichivogo razvitiya [Mechanisms of sustainable development of industrial complexes in the context of globalization] Voronezh, VGUIT, 2014. 130 p. (in Russian)
- 5 Ovchinnikova T.I., Bulgakova I.N. Incomes and consumption of the population in the market model of investment and safe activity. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Scientific and Research Journal] 2016. no. 4. pp. 73–78. (in Russian)
- 6 Anisimov Yu.P., Ovchinnikova T.I., Kobeleva S.V. Industrial innovation and economic growth of enterprises. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie* [Region: systems, economics, management] 2015. no. 1 (28). pp. 149–157. (in Russian)
- 7 Duvanova Yu.N., Matuzov D.Yu. Toolkit for managing the economic potential of an industrial enterprise on the basis of socially-oriented innovations. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship] 2014. no. 1–1 (42–1). pp. 245–250. (in Russian)
- 8 Duvanova Yu.N., Dmitrieva L.N. Management of economic security of an industrial enterprise on the basis of socially-oriented innovations. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom*. [Economics. Innovation. Quality control] 2013. no. 3 (4). pp. 129–130. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна И. Овчинникова д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com

Галина В. Беляева д.э.н., профессор, кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, bgv@vsuet.ru

Елена Ю. Колесникова к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elenakoles@yandex.ru

Ольга Ю. Коломыцева к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olgakolom@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна И. Овчинникова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Галина В. Беляева обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Елена Ю. Колесникова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

Ольга Ю. Коломыцева выполнила расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana I. Ovchinnikova Dr. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mih.goz@gmail.com

Galina V. Belyaeva Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, bgv@vsuet.ru

Elena Yu. Kolesnikova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elenakoles@yandex.ru

Olga Yu. Kolomytseva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olgakolom@yandex.ru

CONTRIBUTION

Tatyana I. Ovchinnikova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Galina V. Belyaeva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Elena Yu. Kolesnikova consultation during the study

Olga Yu. Kolomytseva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.27.2017

ACCEPTED 12.1.2017

Экономические аспекты облучения пищевых продуктов

Мария М. Осецкая¹ mmary@rambler.ru

Ольга А. Момот² momotulya@gmail.com

¹ АНО ДПО «Техническая академия Росатома», ул. Курчатова, 21, г. Обнинск, 249031, Россия

² Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Студгородок 1, г. Обнинск, 249040, Россия

Реферат. В статье представлены результаты исследования количественного и экономического объемов мирового рынка облучения пищевых продуктов, представленного 29 странами, и перспективы развития технологии радиационного воздействия в России. Основными категориями облучаемых пищевых продуктов являются: специи, травы, сухие овощи, фрукты, замороженное и охлажденное мясо, в том числе лягушачьи лапки, морепродукты, злаки и некоторые другие. Показано, что мировой рынок по объему (тыс. т) облученных пищевых продуктов разделен между Китаем (37,60%), США (19,36%), Украиной (14,74%), Вьетнамом (12,41%), Бразилией (5,62%), ЮАР (4,10%), Индонезией (1,30%), Японией (1,17%), Бельгией (1,10%). Остальные 20 государств занимают долю в размере 2,6%. Экономический объем мирового рынка облученных продуктов, составляющий 17 136,56 млн. рублей, распределен между США (48,64%), Китаем (16,26%), Бразилией (14,53%), ЮАР (10,18%), Вьетнамом (5,88%), Индонезией (1,04%). На оставшиеся 24 страны приходится 3,48%, доля каждой из которых менее 1%. Выявлено, что наиболее дорогостоящей категорией подвергшихся облучению продуктов является «специи и травы», наименее – «овощи», «злаки». Показано, что потенциальные объемы облучения продуктов питания в России представлены мясными продуктами – около 10 млн. т в год; основными овощными культурами – более 12 млн. т в год, пищевыми ингредиентами, специями и кормами – около 200 тыс. т в год. Общий объем производства мяса и птицы составил 9 899,2 тыс. тв. убойном весе, сбора зерновых и зернобобовых – 120 671,79 тыс. т; пряностей необработанных – 97,5 тыс. т, картофеля – 31 107,80 тыс. т, овощей (без бахчевых) – 16 283,34 тыс. т, кормовых культур (кроме трав) – 27 674,15 тыс. т. Следовательно, 9 899,2 тыс. т мяса составляют порядка 100% потенциального объема в 10 млн. т, подвергнутого радиационному облучению в России, аналогично 74% овощей и примерно 1% специй и кормов. Несмотря на передовые технологии и статус лидера в сфере сельскохозяйственной радиологии и радиоэкологии, коммерческое облучение в России не осуществляется, что обусловлено необходимостью углубленного изучения влияния радиационно-обработанных продуктов на биохимические, физико-химические, молекулярно-генетические процессы в организме человека и в представителях агробиотеносов.

Ключевые слова: экономика облучения пищевых продуктов, сельхозрадиология, радиационное облучение, мировой рынок радиационно-обработанных продуктов

Economic aspects of food irradiation

Mariya M. Osetskaya¹ mmary@rambler.ru

Olga A. Momot² momotulya@gmail.com

¹ ANO SPE "Rosatom Technical Academy", Kurchatova str., 21, Obninsk g, 249031, Russia

² Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering of the National Research Nuclear University MEPhI, Studgorodok 1, Obninsk, 249040, Russia

Summary. This paper is dealing with the irradiated foods world market quantitative and economic volume' estimating in 29 countries. The irradiation exposure technology development is presented in order to prospects in Russia. The main irradiated foods categories such as spices, herbs, dry vegetables, fruits, frozen and chilled meat, including frog legs, seafood, grains and others are identified. It is shown the quantitative dividing irradiated foods world market is between China (37,60%), USA (19,36%), Ukraine (14,74%), Vietnam (12,41%), Brazil (5,62%), South Africa (4,10%), Indonesia (1.30 percent), Japan (1,17%), Belgium (1,10%). The remaining 20 States took a share of 2.6%. The irradiated products world market' economic volume amounting to 17,136.56 million rubles, is divided between the USA (48,64%), China (16,26%), Brazil (14,53%), South Africa (of 10.18%), Vietnam (of 5.88%), Indonesia (1,04%). The remaining 24 countries took a share of 3.48% while share each of them amounting less than 1%. It is revealed that the most expensive irradiated foods' category is "spices and herbs", least – "vegetables", "cereals". The research results are shown the Russian potential irradiated foods volume consisting of meat products, the main vegetable crops, food ingredients, spices and food is about 10 million tons, more than 12 million tons, about 200 thousand tons per year respectively. The meat and poultry total production was 9,899.2 thousand tons in carcass weight, yield of grain and leguminous was 120,671.79 thousand tons; spices raw was 97.5 thousand tons, potatoes was 31,107.80 thousand tones, vegetables (excluding melons) was 16,283.34 thousand tons, forage crops (except grasses) was 27,674.15 thousand tons in 2016 in Russia. Therefore 100% of meat, 74% of vegetables and about 1% of spices and animal feeds may be subjected to radiation in Russia. Despite the advanced technology and status as a leader in the agricultural radiology and radioecology field commercial irradiation is not carried out in Russia due to the need for in-depth irradiated foods' influence study of biochemical, physical-chemical, molecular-genetic processes in the human body and the representatives of agrobiocenosis.

Keywords: irradiated foods economics, agricultural irradiation, exposure, the irradiated foods global market

Для цитирования

Осецкая М.М., Момот О.А. Экономические аспекты облучения пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 320–329. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-320-329

For citation

Osetskaya M.M., Momot O.A. Economic aspects of food irradiation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 320–329. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-320-329

Введение

В настоящее время Госкорпорация «Росатом» (далее – ГК Росатом) осуществляет ряд мероприятий по расширению сфер деятельности с использованием своих интеллектуальных, производственных и финансовых возможностей, импортозамещению и инновациям, обеспечивающим качественный рост эффективности бизнеса и процессов.

Цели стратегии ГК Росатом состоят, в том числе, в достижении объемов выручки от новых бизнесов (экологии, досмотровых систем, ядерной медицины и центров облучения)

не менее 30% от общей выручки к 2030 г. В настоящей работе внимание уделено, прежде всего, проблемам развития рынка центров облучения в России и за рубежом, экономическим аспектам облучения продуктов питания.

Следует отметить рост объемов рынка продукции центров облучения в России и мире (таблица 1).

Лидерами рынка являются Nordion (Канада), IBA (Бельгия), Hungaroster (Венгрия), Sterigenics (США). Руководством ГК Росатом декларируется расширение доли присутствия на мировом рынке с 1% в 2016 г. до 12% в 2030 г. на уровне [1].

Таблица 1.

Объемы российского и мирового рынков центров облучений
за 2013–2016 гг. и на перспективу до 2030 г.

Table 1.

The Russian and world markets' volume of irradiation centers
in the years 2013–2016 and for the perspective to 2030

Рынок Market	2013	2014	2015	2016	2020 прогноз	2030 прогноз
Российский, млн. долл. США Russian	4,9	8,3	14,4	15,2	45	294
Мировой, млрд. долл. США World	2500	2700	3000	3200	5000	13000–14000

Источник: составлено авторами по данным [1]

Основными сферами применения центров облучения выделяют: стерилизацию медицинских изделий, модификацию полимеров, дезинсекцию и повышение урожайности сельскохозяйственных культур, радисидацию, радуризацию и радаппертизацию пищевых продуктов [1].

В работах отечественных и зарубежных ученых детально рассмотрены проблемы радиационной обработки пищевых продуктов, особенностей технологий радиационной обработки [2–4], влияния доз облучения и вида ионизирующего излучения на потребительскую ценность сельскохозяйственной продукции [4–9]. Особенно следует отметить исследование [8], в котором представлена структура и описано содержание базы данных по воздействию ионизирующих излучений на растения, содержащей более пяти тысяч наборов данных и девятнадцать тысяч пар числовых значений «уровень радиационного воздействия – биологический эффект». Перспективы развития сельхозрадиологии и радиоэкологии в России рассмотрены в исследованиях известных отечественных ученых Р.М. Алексахина, Н.И. Санжаровой, Г.В. Козьмина, С.А. Гераськина, А.Н. Павлова, А.А. Удаловой [10, 11].

В ряде зарубежных работ отражены оценки экономического эффекта от облучения продовольствия, приведены данные по регионам по объемам (т) и стоимости (в местной валюте и японских йенах) облученных пищевых продуктов различных наименований [12–13]. Несмотря на все многообразие проведенных российских и иностранных исследований на текущий момент отсутствуют какие-либо публикации, посвященные экономическим аспектам облучения пищевой продукции в России. Таким образом, целью настоящего исследования является освещение вопросов оценки изменения стоимости облученных продуктов, объемов российского и зарубежного рынков в эквивалентных ценах.

Материалы и методы исследования

Исследование основано на разработках отечественных и зарубежных ученых в сельхозрадиологии, радиоэкологии, дозиметрии, опубликованных в научных периодических изданиях и в сети Интернет, посвященных вопросам оценки влияния доз облучения на продуктивную ценность сельскохозяйственных товаров, безопасности применяемых технологий и оборудования, необходимости лицензирования и

маркировки облученных пищевых продуктов, проблемам контроля экспорта облученного продовольствия, анализу емкости рынка центров облучения. Используются методы аналитического, технико-экономического и логического анализа, прогнозные качественные и количественные методы, группировки данных. Оценка экономических аспектов облучения пищевых продуктов в России осуществлялась, в том числе, с использованием результатов прямого опроса ведущих специалистов в области сельхозрадиологии.

Результаты исследования

Рынок центров облучения, в частности облучения пищевых продуктов, расширяется как в России, так и за рубежом [1, 10–13].

Особенностями исследований, проводимых в России, является неэкономическая оценка перспектив развития облучения продуктов питания.

Так, развитие ситуации в области сельхозрадиологии в мире характеризуется колеблющейся динамикой с тенденциями к росту.

В регионе Серверной и Латинской Америки наблюдается стабильный рост облучения пищевой продукции. Так, в 2005 г. в США объем облученных продуктов питания составил 92 тыс. т против 103 тыс. т в 2010 г., в Канаде – 1,4 тыс. т и 1,68 тыс. т соответственно, в Бразилии 23 тыс. т и 29,9 тыс. т соответственно. Физический и экономический объемы облученных пищевых продуктов Северной и Латинской Америки представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Физический и экономический объем облученных пищевых продуктов в Северной и Латинской Америке

Table 2.

Quantity and economic volume of irradiated foods in North and Latin America

Страна Country	Количество, т		В ценах на 07.12.2017 г.	
	2005 г.	2010 г.	млн. долл. США	млн. рублей
США USA	92 000	103 000,00	4 182,51	8 335,05
Канада Canada	1 400	1 680,00	27,48	54,77
Бразилия Brazil	23 000	29 900,00	1 249,44	2 489,92
Итого Total	116 400,00	134 580,00	5 457,01	10 874,92

Источник: составлено авторами по данным [12–14]

США являются страной, наиболее активно развивающей коммерческое облучение пищевых продуктов в мире. Основными реализуемыми категориями являются: мясо и птица (8 тыс. т), фрукты и овощи (15 тыс. т), специи (80 тыс. т), что суммарно составляет 103 тыс. т по данным [15]. Экономические оценки рассчитаны по местным розничным ценам на продовольствие. США также импортируют облученные в целях фитосанитарии фрукты и овощи в объеме 18 тыс. т (97%) из Австралии (манго, личи), Индии (манго), Таиланда (лонган, манго, мангустин, личи, рамбутан), Вьетнама (драконий фрукт, рамбутан), Мексики (гуава, лайм, манго, грейпфрут, мансано-перец) и Гавайев (в основном папайя и сладкий картофель). Отметим, что на текущий момент Мексика является ключевым экспортером фруктов в США за счет обеспечения низких цен и эффективной логистики, а именно быстрого сухопутного транспорта. В 2008 г. Мексика начала отгрузку облученной гуавы в США, объемы экспорта которой составили 257 т в 2008 г., 3521 т в 2009 г. и достигли рекордной величины в 10318 т

в 2010 г. Наибольший прирост по количеству облученной продукции в США достигается в категории фрукты и овощи: на 11 тыс. т за 5 лет.

В Канаде основным облученным пищевым продуктом, реализуемым на открытом рынке страны, являются специи. Центры облучения, владельцем которых является MDS-Nordion Co, функционируют в Квебеке, Онтарио и Британской Колумбии.

В Латино-Американском регионе осуществляется коммерческое облучение продовольствия, в основном частными компаниями, в Аргентине, Бразилии, Чили и Мексике. Бразилия была первой страной, использующей облучение высокими дозами, рекомендуемыми МАГАТЭ, ФАО, ВОЗ.

Статистическая информация по коммерческому облучению продуктов питания в Европейском Союзе публикуется Европейской комиссией ежегодно. В таблице 3 представлена информация по физическому и экономическому объему облученных пищевых продуктов в Европейском Союзе.

Физический и экономический объем облученных пищевых продуктов в Европейском Союзе

Table 3.

Quantity and economic volume of irradiated foods in EU

Страна Country	Количество, т Count		В ценах на 07.12.2017 г.	
	2005 г.	2010 г.	млн долл. США	млн рублей
Бельгия Belgium	7279	5 840	55,45	110,50
Германия Germany	472	127	1,27	2,53
Франция France	3111	1 024	11,63	23,18
Нидерланды Netherlands	3299	1 539	37,53	74,78
Чехия Czech Republic	85	27	0,01	0,03
Венгрия Hungary	111	151	1,36	2,71
Польша Poland	687	160	7,23	14,42
Хорватия Croatia	16	16	0,39	0,78
Испания Spain	–	369	1,62	3,23
Румыния Romania	–	17	0,07	0,15
Эстония Estonia	–	10	0,04	0,09
Итого Total	15 060	9 280	139,56	278,12

Источник: составлено авторами по данным [12–14]

Коммерческое облучение в Бельгии снижается быстрыми темпами с 7279 т в 2005 г. до 5840 т в 2010 г. (в среднем на 4% в год), что обусловлено давлением регулирующих органов ЕС в части предоставления отчетности о количестве и качестве (технических характеристиках используемого оборудования и доз облучения) продуктов, подвергнутых ионизирующему излучению и/или радиационной обработке. Отметим обеспокоенность общественным мнением компаний, реализующих облученную продукцию, необходимостью выполнения требований по обязательной маркировке товаров знаком «радиационно обработано» (символ «Radura»). Основными категориями облучаемых продуктов являются лягушачьи лапки (3572 т), мясо птицы (1471 т), специи и травы (285 т), сухие овощи (178 т), рыба, морепродукты, мясо, крахмал, яичный порошок (101 т).

В Германии запрещено облучение продуктов питания для внутреннего потребления, поэтому осуществляется радиационное воздействие только на специи и сушеные овощи, идущие на экспорт.

Специи и сушеные овощи (2 т), замороженное мясо птицы (463 т), лягушачьи лапки (474 т), аравийская камедь (85 т) являются основными подвергаемыми облучению пищевыми продуктами во Франции. Также отмечаются тенденции к снижению объемов облучаемых продуктов питания.

Коммерческое облучение специй и пряных трав (330 т), сушеных овощей (482 т), замороженных лягушачьих лапок (366 т), замороженного или охлажденного мяса птицы (137 т), замороженных креветок (64 т), яичного белка (160 т) и других продуктов широко используется в Нидерландах. Данные таблицы 3 свидетельствуют об аналогичной тенденции к снижению объемов облучаемых продуктов питания в стране.

Страны Чехия, Венгрия, Польша, Хорватия, Испания, Румыния и Эстония также реализуют программы по коммерческому облучению продовольствия в целях предотвращения прорастания, дезинсекции, увеличения сроков хранения, повышения урожайности и промышленной стерилизации.

Структура облученной продукции в ЕС представлена в таблице 4.

Таблица 4.

Структура облученных пищевых продуктов в Европейском Союзе

Table 4

The structure of irradiated foods in the European Union

Наименование Name	Количество, т Count	%
Лягушачьи лапки Frog legs	4 412,00	47,54
Мясо птицы Poultry meat	2 082,00	22,44
Травы и специи Herbs and spices	1 486,00	16,01
Дегидрированные продукты Dehydrogenated products	489,00	5,27
Дегидрированная кровь Digidrirovanny blood	178,00	1,92
Морепродукты Seafood	166,00	1,79
Яйца белок / порошок Eggprotein / powder	161,00	1,73
Аравийская камедь Arabian gum	85,00	0,92
Овощи Vegetables	15,00	0,16
Мясо Meat	4,00	0,04
Другое More	202,00	2,18
Итого Total	9 280,00	100,00

Источник: составлено авторами по данным [12, 13]

Следует отметить, что объемы облучения специфических категорий продукции, таких как лягушачьи лапки, сохраняются на том же уровне, независимо от применяемой практики обязательной маркировки товара, подвергнутого радиационному воздействию и/(или) радиационной обработке. Несмотря на относительно негативные тенденции к снижению объемов облучаемых продуктов питания в Бельгии, Фран-

ции и Германии, Европейская комиссия одобрила реализацию ряда проектов по облучению продовольствия в Болгарии и Эстонии, а также строительство одиннадцати новых установок на территории Южной Африки, Таиланда, Турции, Швейцарии и Индии [15].

Азия является регионом, где коммерческое облучение продовольствия на текущий момент наиболее активно развивается (таблица 5).

Таблица 5.

Физический и экономический объем облученных пищевых продуктов в Азии и Океании

Table 5.

Quantity and economic volume of irradiated foods in Asia and Oceania region

Страна	Количество, т Count		В ценах на 07.12.2017 г.	
	2005 г.	2010 г.	млн. долл. США	млн. рублей
Китай China	146 000,00	200 000,00	1 398,59	2 787,15
Индия India	1 600,00	2 100,00	26,81	53,42
Индонезия Indonesia	4 011, 00	6 923,00	89,05	177,47
Япония Japan	8 096, 00	6 246,00	4,26	8,49
Корея Korea	5 394,00	300,00	6,65	13,25
Малайзия Malaysia	482,00	785,00	8,47	16,89
Пакистан Pakistan	—	940,00	16,27	32,42
Филиппины Philippines	326,00	445,00	1,73	3,45
Таиланд Thailand	3 000,00	1 484,00	12,98	25,87
Вьетнам Vietnam	14 200,00	66 000,00	505,53	1 007, 43
Австралия Australia	200,00	493,00	0,87	1,73
Итого Total	183 309,00	285 716,00	2 145,00	4 274,63

Источник: составлено авторами по данным [12–14]

Наибольшее коммерческое облучение пищевых продуктов в мире достигнуто в Китае. Основными категория облученного продовольствия являются лук, специи и сушеные травы, диетические продукты и функциональное питание, злаки, чеснок, мясо, сушеные овощи. Более 68 тыс. т цыплят, говядины и другого мяса было облучено на тринадцати производствах в Сычуане, Юньнани, Чунцине, Шанхае, Гуйчжоу, Ганьсу, Синьцзяне, которые оборудованы двумястами установками с ^{60}Co , из которых 44 установки активностью более 1 МКи.

В Индии на заводе KRUSHAK (275 кКи) подвергается облучению более 2 тыс. т. специй, включая куркуму, красный перец, кориандр, и сушеных овощей. На заводе Vashi (400 кКи) облучаются более 100 т свежих фруктов. Основными целями радиационного воздействия декларируются ингибирование прорастания, дезинфекция фруктов и стерилизация специй. Ключевыми продуктами, облучение которых осуществляется в Индии, являются морепродукты, перец, злаки, какао порошок и другие. Отметим снижение экспорта манго в США со 157 т в 2007 г. до 95 т в 2011 г., что обусловлено обострением международной конкуренции.

Гамма-облучение продовольствия в Индонезии происходит на частном заводе с установкой ^{60}Co активностью 300 кКи, введенной в эксплуатацию еще в 1992 г. Основными

облучаемыми пищевыми продуктами можно назвать какао (80%), замороженные продукты (7%), специи (5%) и другие, включая сушеные овощи, морепродукты, мед (8%).

Облучение продукции в Японии осуществляется с целью ингибирования прорастания картофеля. Следует отметить, что при введении в действие правил обязательной маркировки продукции наблюдалось существенное падение объемов облученной продукции, которое впоследствии незначительно возросло за счет внедрения государственных мер по поддержанию бизнеса.

Рассматривая ситуацию с облучением продовольствия в Южной Корее, также можно отметить спад объемов облучения продукции, что, как и в Японии, связано с введением правил обязательной маркировки таких товаров и введение санкций ЕС на экспорт облученных лентовидных макарон и пищевых добавок. Мероприятиями, направленными на улучшение ситуации, явились исследования Корейского института атомной энергетики в области безопасности потребления таких продуктов для аллергиков и возможности их использования в рационе военных и астронавтов.

Коммерческое облучение продуктов в Малайзии стартовало в 1997 г. на гамма-установке с ^{60}Co производства SINAGAMMA в Малайзийском Ядерном Технологическом Институте. Начиная с 2006 г. производственная мощность установки составляет 700–800 т в год.

Облучение продовольствия (бобовые, специи, фрукты) в Пакистане полностью контролируется частным сектором, начиная с 2010 г. 2011 г. был ознаменован вводом в эксплуатацию трех новых заводов по облучению продовольствия и началом экспорта облученного манго.

В целях продажи на открытом розничном рынке Филиппин на установке с ^{60}Co Филиппинского Института Ядерных Исследований (PNRI) осуществляется облучение специй, фруктов и лука, несмотря на начальную стадию развития области радиационной обработки пищевых продуктов.

Традиционно Таиланд реализует коммерческое облучение сельскохозяйственных продуктов, трав, замороженных продуктов (колбас и морепродуктов). Частный сектор представлен только облучением фруктов. Наблюдается тенденция к падению количества облучаемых пищевых продуктов, что связано с введением требований по обязательной маркировке облученных товаров. В 2006 г. закончилось соглашение между Таиландом и США об экспорте облученных фруктов (манго, мангустин, ананас, рамбутан, личи и лонган), которое было заключено вновь в 2010 г. Оборудование, используемое в процессе радиационного воздействия, было проинспектировано в 2007 г. на соответствие требованиям Американского Сельскохозяйственного Департамента (United State Department of Agriculture (USDA)).

Широкое распространение облучение продовольствия получило во Вьетнаме, занимающем второе место по облученным пищевым продуктам в Азии. Ключевыми производствами являются Вьетнамский Институт Атомной энергии в Центре облучения Хошимина (VINAGAMMA) и частный сектор.

Рассматривая ситуацию в других странах Азии, следует отметить Бангладеш как аутсайдера

на рынке облучения пищевых продуктов. В 2010 г. был введен в промышленную эксплуатацию завод мощностью 300 кКи, использующий в производстве гамма-облучение ^{60}Co взамен выбывших в 1998 г. мощностей (85 кКи) коммерческого завода по облучению фруктов и сухой рыбы. На Шри-Ланке промышленное облучение пищевых продуктов по состоянию на 2012 г. находилось в зачаточном состоянии, так в этом году был открыт многофункциональный центр радиационного облучения мощностью 300 кКи.

ANZFA (Australia New Zealand Food Authority) в 2001 г. утвердили промышленное облучение специй и трав и тропических фруктов в целях обеспечения карантинной безопасности в 2002 г. Частные компании в Австралии положительно развивают бизнес-сектор облучения продовольствия. Так, Австралия является первой страной, использующей фитосанитарное облучение для обеспечения международного карантинного контроля с 2004 г. Экспорт из Австралии в Новую Зеландию существенно возрастает за счет расширения облучения фруктов. Однако на текущий момент не получил одобрение USDA экспорт облученных манго и личи из Австралии в США.

Данные по Африке представлены информацией по облучению продуктов в ЮАР и Египте. Информация по другим регионам приведена по Украине, Израилу, России (таблица 6). Так, основными пищевыми продуктами, подвергающимися радиационному облучению в Африке, являются специи, сухие овощи и мед. В ЮАР специи являются основным продуктом производств облучения в Кейптауне, Йоханнесбурге и Дурбане. Более того 90% внутреннего производства специй, такого как облученный черный перец и паприка, продаются в супермаркетах и аэропортах.

Таблица 6.

Физический и экономический объем облученных пищевых продуктов в Африке и других регионах

Table 6.

Quantity and economic volume of irradiated foods in Africa and other regions

Страна	Количество, т Count		В ценах на 07.12.2017 г.	
	2005 г.	2010 г.	млн. долл. США	млн. рублей
Южная Африка South Africa	18185	21822	874,99	1 743,72
Египет Egypt	550	610,5	3,40	6,78
Украина Ukraine	70000	78400	49,26	98,17
Израиль Israel	1300	1573	24,18	48,18
Итого Total	90 035, 00	324 405,5	905,59	1 804,68

Источник: составлено авторами по данным [12–14]

Рассматривая ситуацию на Украине, отметим, что оборудование для электроннолучевого облучения зерновых (пшеница, ячмень, кукуруза, рожь, овес и другие) было введено в эксплуатацию еще в 1980 г., установлено в порту Одессы республики Украина, и функционирует

по настоящее время. Оборудование эксплуатируется уже более 37 лет без существенных проблем. Технология электроннолучевого облучения на данном оборудовании (два ускорителя ELV 8 (2,5 МэВ, 30 мА)) была передана в Китай и сейчас эксплуатируется в г. Гуанчжоу.

Технологии облучения пищевых продуктов в Израиле представлены облучением специй.

На рисунке 1 представлено ранжирование стран по количеству облученных продуктов питания, доли которых на мировом рынке составляют более 1 %.

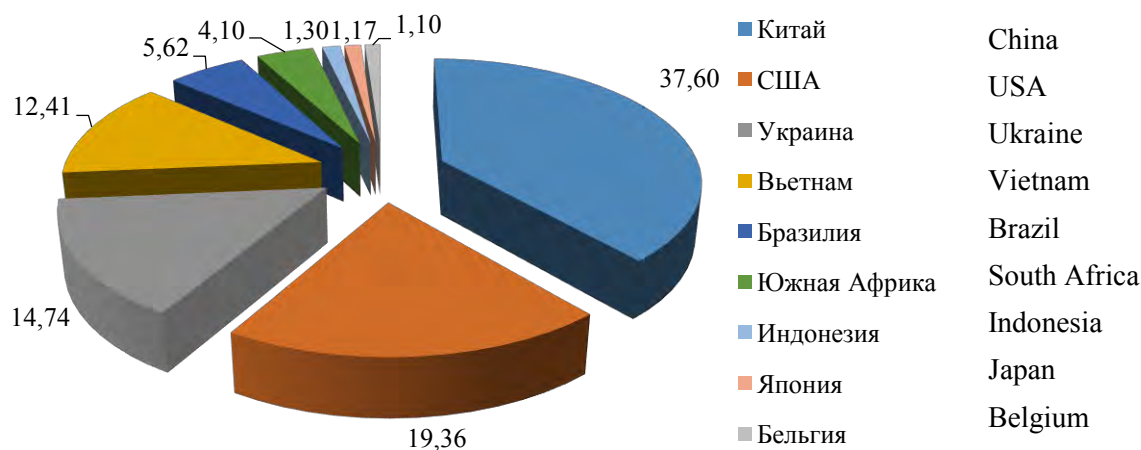


Рисунок 1. Ранжирование стран по количеству облученных пищевых продуктов, %

Figure 1. The countries' ranking in quantity of the irradiated foods, %

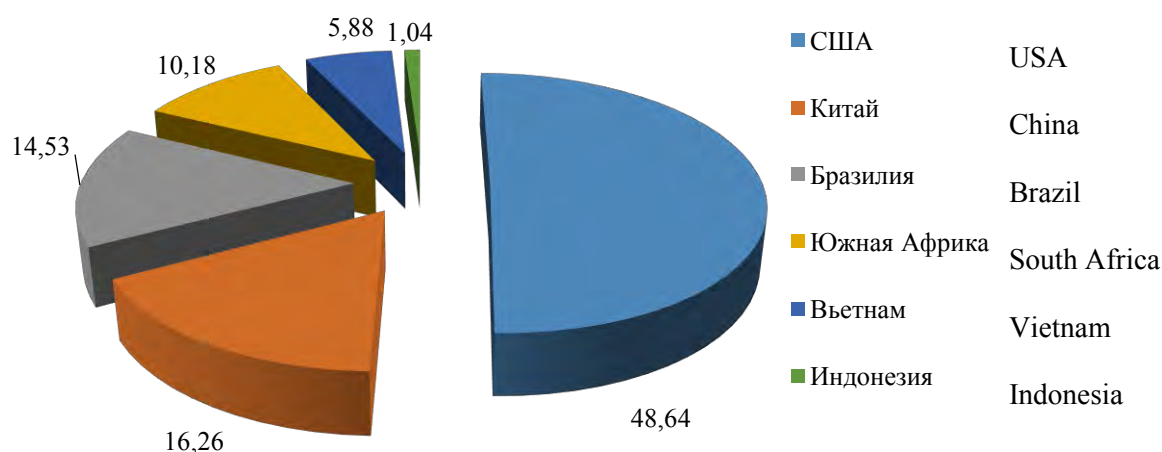


Рисунок 2. Ранжирование стран по экономическим объемам облученных пищевых продуктов, %

Figure 2. The countries' ranking in economic volumes of irradiated foods, %

По данным ФАО ООН ежегодные потери продуктов питания, обусловленные порчей при поражении насекомыми-вредителями, болезнями, преждевременным прорастанием клубне- и корнеплодов, бактериальной порчей овощей, фруктов, мяса, рыбы и других продуктов питания при хранении, составляют порядка 30%.

В России во время хранения насекомые-вредители съедают около 8% выращенного зерна [16]. На текущий момент активно внедряются радиационные технологии с использованием гамма-излучения, электронного и тормозного рентгеновского излучения. Россия, тем не менее, остается одной из немногих развитых стран, в которых радиационные технологии в агропромышленном производстве практически

не используются, что обусловлено как недостаточно развитыми нормативно-правовой и технической базами применения радиационных технологий, так и необходимостью проведения дополнительных фундаментальных исследований в целях повышения уровня экологической и продовольственной безопасности.

Отметим, что по оценке экономической составляющей (стоимости на потребительском рынке и стоимости на рынке производителей), рейтинг стран существенно меняется (рисунок 2). По мнению авторов, это объясняется различной стоимостью категорий продуктов питания: специи стоят в несколько раз дороже картофеля.

Так, потенциальные объемы облучения продуктов питания в России представлены следующими категориями продуктов: мясные продукты – около 10 млн. т в год; основные овощные культуры – более 12 млн. т в год, пищевые ингредиенты, специи и корма – около 200 тыс. т. в год [17, с. 24]. Отметим, что общий объем производства в 2016 г. [18]:

— выращено скота и птицы 14 082,6 тыс. т, из которых на убой в убойном весе 9 899,2 тыс. т; валовые сборы зерновых и зернобобовых 120 671,79 тыс. т;

— валовые сборы пряностей необработанных 97,5 тыс. т;

— валовые сборы картофеля 31 107,80 тыс. т;

— валовые сборы овощей (без бахчевых) 16 283,34 тыс. т;

— валовые сборы кормовых культур (кроме трав) 27 674,15 тыс. т.

Таким образом, исходя из представленной информации, что в России потенциально может быть облучено 10 млн. т мяса, фактически за 2016 г. было выращено на убой в убойном весе 9 899,2 тыс. т, можно сделать вывод, что порядка 100% мяса в России может быть подвергнуто радиационному облучению. Аналогично рассуждая, можно предположить, что потенциально в России может быть облучено примерно 74 % овощей и примерно 1 % специй и кормов.

Выводы

Радиационное воздействие, предотвращающее существенные потери при хранении и поражении насекомыми-вредителями, является активно внедряемым инструментом сельхозрадиологии, повышающим экологическую и продуктовую безопасность государств.

В исследовании проведен анализ мирового рынка центров облучения и рассмотрены 30 стран, активно использующих технологии радиационного воздействия на пищевые продукты в коммерческих целях.

Показано, наиболее активно использующими облучение пищевых продуктов странами:

— Американского региона являются США (103 тыс. т или 8 335,05 млн. рублей) и Бразилия (23 тыс. т или 2 489,92 млн. рублей);

— Европейского Союза – Бельгия (5,84 тыс. т или 110,5 млн. рублей), Нидерланды (1,54 тыс. т или 74,78 млн. рублей), Франция (1,02 тыс. т или 23,18 млн. рублей);

— Азии и Океании – Китай (200 тыс. т или 2 787,15 млн. рублей), Вьетнам (66 тыс. т или 1007,43 млн. рублей), Индонезия (6,9 тыс. т или 177,47 млн. рублей), Япония (6,3 тыс. т или 8,49 млн. рублей);

ЛИТЕРАТУРА

1 Публичная отчетность Госкорпорации «Росатом». URL: <http://www.rosatom.ru/about/publicnaya-otchetnost>.

2 Чиж Т.В., Козьмин Г.В., Полякова Л.П., Мельникова Т.В. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности // Вестник РАЕН. 2011. № 4. С. 44–49.

3 Санжарова Н.И., Гераськин С.А., Алексехин Р.М., Козьмин Г.В. и др. Перспективы применения радиационных технологий в агропромышленном производстве // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 5. С. 21–23.

— Африки – ЮАР (21,8 тыс. т или 1743,72 млн. рублей);

— других регионов – Украина (78,4 тыс. т или 98,17 млн. рублей).

Мировой рынок по количеству облученных пищевых продуктов разделен между следующими игроками – Китай (37,60%), США (19,36%), Украина (14,74%), Вьетнам (12,41%), Бразилия (5,62%), ЮАР (4,10%), Индонезия (1,30%), Япония (1,17%), Бельгия (1,10%). Остальные 20 государств занимают долю мирового рынка в размере 2,6%. Экономический объем мирового рынка облученных продуктов составляет 17 136,56 млн. рублей, который распределен между США (48,64%), Китаем (16,26%), Бразилией (14,53%), ЮАР (10,18%), Вьетнамом (5,88%), Индонезией (1,04%). На оставшиеся 24 страны приходится 3,48%, доля каждой из которых менее 1%.

Выявлено, что наиболее дорогостоящей категорией подвергшихся облучению продуктов является «специи и травы», наименее – «овощи», «злаки».

Потенциальные объемы облучаемых продуктов в России составляют более 22,2 млн. т. Несмотря на передовые технологии и статус лидера в сфере сельхозрадиологии и радиоэкологии, коммерческое облучение в России не осуществляется. По мнению авторов, последнее обусловлено необходимостью углубленного изучения влияния радиационно-обработанных продуктов на биохимические, физическо-химические, молекулярно-генетические процессы в организме человека и в представителях агробиоценозов.

Полученные результаты могут быть использованы при оценке экономического потенциала технологии радиационного облучения в целях коммерциализации облученных продуктов питания. Дальнейшее развитие исследования планируется осуществлять в направлении проведения анализа стоимости 1 кг облученных продуктов питания каждого наименования в России и мире, формирования обоснованной рыночной стоимости (производства и потребления) облученных пищевых продуктов.

4 Bradshaw C., Kapustka L., Barnthouse L., Brown J. et al. Using an ecosystem approach to complement protection schemes based on organism-level endpoints // J. Environ. Radioact. 2014. V. 136. P. 98–104.

5 Алексехин Р.М., Гераськин С.А., Удалова А.А. Новейшие результаты исследований в области радиоэкологии // Вестник Российской академии наук. 2015. Т. 85. № 4. С. 373.

6 Ульяновко Л.Н., Удалова А.А. Оценка состояния окружающей среды по реакции сельскохозяйственных растений на действие ионизирующих излучений // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2015. Т. 24. № 1. С. 118–131.

7 Brechignac F., Bradshaw C., Carroll S., Jaworska A. et al. Recommendations from the International Union of Radioecology to improve guidance on radiation protection // Integr. Environ. Assess. Manag. 2011. V. 7. P. 411–413.

8 Удалова А.А., Гераскин С.А., Дубынина М.А. База данных по действию ионизирующих излучений на растения: опыт создания и перспективы использования // Радиационная биология. Радиоэкология. 2012. Т. 52. № 5. С. 517–533.

9 Oudalova A.A., Ulyanenko L.N., Geras'kin S.A. Development of an approach to assess critical doses and dose rates for cultivated plants // Radioprotection. 2011. V. 46, № 6. P. S249–S254.

10 Алексахин Р.М., Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Павлов А.Н. и др. Перспективы использования радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Вестник РАЕН. 2014. № 1. С. 78–85.

11 Алексахин Р.М., Удалова А.А., Гераскин С.А. Учение о биосфере В.И.Вернадского и современные проблемы радиоэкологии // Радиационная биология. Радиоэкология. 2014. Т. 54. № 4. С. 432–439

12 Kume T. et al. Quantity and Economic Scale of Food irradiation in the world // Food irradiation. 2008. № 1–2. V. 43. P. 46–54

13 Kume T., Todoriki S. Food Irradiation in Asia, the European Union and the United States: a status update // Radioisotopes. 2013. V. 62. P. 291–299

14 International Monetary Fund. URL: http://www.imf.org/external/np/fin/data/rms_mth.aspx?SelectDate=2017-12-31&reportType=REP

15 Eustice R.F. Compilation data from private interviews with US food irradiation service providers as published in Food Irradiation Update. 2012. URL: <http://foodirradiation.org/Food%20Irradiation%20Updates/July2014.html>

16 Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Гераскин С.А. Фундаментальные и прикладные аспекты применения радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности // Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробиотехнологиях: сборник докладов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, М.: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2016. с. 109–112

17 Санжарова Н.И. Перспективы применения радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации. URL: <http://docplayer.ru/33230453-Perspektivy-primeneniya-radiacionnyh-tehnologiy-v-agropromyshlennom-komplekse-rossiyskoy-federacii.html>

18 Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии). URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516

REFERENCES

1 Publichnaja otchetnost' Goskorporacii «Rosatom» [Public reporting The State Atomic Energy Corporation Rosatom] Available at: <http://www.rosatom.ru/about/publichnaya-otchetnost/> (in Russian)

2 Chisch T.V., Kozmin G.V., Polyackova L.P., Melnickova T.V. Radiation treatment as a technology accepting for food safety. *Vestnik RAEN* [Proceedings of RANS] 2011, vol. 4, pp. 44–49 (in Russian)

3 Sanzharova N.I., Geraskin S.A., Aleksakhin R.M., Kozmin G.V. et al. Prospects of employing radiation technologies in agroindustrial production. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skhozjajstvennyh nauk* [Proceedings of RAAS] 2013, vol. 5, pp. 21–23. (In Russian)

4 Bradshaw C., Kapustka L., Barnthouse L., Brown J. et al. Using an ecosystem approach to complement protection schemes based on organism-level endpoints. *J. Environ. Radioact.* 2014. vol. 136. pp. 98–104.

5 Aleksahin R.M., Geraskin S.A., Oudalova A.A. The newest results of research in the field of radioecology *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skhozjajstvennyh nauk* [Proceedings of RAAS] 2015. no. 85. vol. 4. p. 373 (in Russian)

6 Ulyanenko L.N., Oudalova A.A. Environmental health assessment based on agricultural plants responses to ionizing radiation. *Radiacija i risk (Bjulleten' Nacional'nogo radiacionno-jepidemiologicheskogo registra* [Radiation and rescue] 2015. no. 24. vol. 1. pp. 118–131. (in Russian)

7 Brechignac F., Bradshaw C., Carroll S., Jaworska A. et al. Recommendations from the International Union of Radioecology to improve guidance on radiation protection. *Integr. Environ. Assess. Manag.* 2011. vol. 7. pp. 411–413.

8 Udalova A.A., Geraskin S.A., Dubynina M.A. Database on the effects of ionizing radiation on plants: experience and prospects. *Radiac. biologija. Radiojekonomologija*. [Radiation biology] 2012. vol. 52, no. 5. pp. 517–533 (in Russian)

9 Oudalova A.A., Ulyanenko L.N., Geras'kin S.A. Development of an approach to assess critical doses and dose rates for cultivated plants. *Radioprotection*. 2011. vol. 46, no. 6. pp. S249–S254

10 Alexakhin R.M., Sanzharova N.I., Kozmin G.V., Pavlov A.N. et al. Future development of radiation technology in agricultural industry of Russian Federation. *Vestnik RAEN* [Proceedings of RANS] 2014. vol. 1. pp. 78–85 (in Russian)

11 Aleksahin R.M., Oudalova A.A., Geraskin S.A. The teaching on the biosphere by V.I.Vernadsky and the radioecology modern problems. *Radiacionnaja biologija. Radiojekonomologija* [Radiation biology. Radioecology] 2014, no. 54, vol. 4, pp. 432–439 (in Russian)

12 Kume T. et al. Quantity and Economic Scale of Food irradiation in the world. *Food irradiation*. 2008. no. 1–2. vol. 43. pp. 46–54.

13 Kume T., Todoriki S. Food Irradiation in Asia, the European Union and the United States: a status update. *Radioisotopes*, 2013, vol. 62, pp. 291–299.

14 International Monetary Fund. Available at: http://www.imf.org/external/np/fin/data/rms_mth.aspx?SelectDate=2017-12-31&reportType=REP

15 Eustice R.F. Compilation data from private interviews with US food irradiation service providers as published in Food Irradiation Update. 2012. Available at: <http://foodirradiation.org/Food%20Irradiation%20Updates/July2014.html>

16 Sanzharova N.I., Kozmin G.V., Geraskin S.A. Fundamental and applied aspects of radiation technology in agriculture and food industry. Primene-nie himicheskikh veshhestv, ionizirujushhih i neioni-zirujushhih izluchenij v agrobiotehnologijah: sbor-nik dokladov kruglogo stola v ramkah XX Mendeleevskogo s#ezda po obshhej i prikladnoj himii [The use of chemicals, ionizing and non-ionizing radiation in agrobiotechnology] Moscow, FGBNU VNIIRAJe, 2016. pp. 109–112 (in Russian)

17 Sanzharova N.I. Perspektivy primeneniya radiacionnyh tehnologij v agropromyshlennom komplekse

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария М. Осецкая к.э.н., руководитель проекта, центр компетенций по операционным процессам, АНО ДПО «Техническая академия Росатома», ул. Курчатова, 21, Обнинск, 249031, Россия, mmary@rambler.ru

Ольга А. Момот к.б.н., доцент, Отделение ядерной физики и технологий, Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Студгородок, 1, г. Обнинск, 249040, Россия, momotulya@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария М. Осецкая обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Ольга А. Момот выполнила расчёты, консультации в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.11.2017

Rossijskoj Federacii [Prospects for application of radiation technologies in the Russian Federation agro-industrial complex]. Available at: <http://docplayer.ru/33230453-Perspektivy-primeneniya-radiacionnyh-tehnologiy-v-agropromyshlennom-komplekse-rossiyskoy-federacii.html> (in Russian)

18 Bjulleteni o sostojanii sel'skogo hozjajstva (jel-ektronnye versii) [The bulletins on the state of agriculture (electronic version)]. Available at :http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516 (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mariya M. Osetskaya Cand. Sci. (Econ.), project manager, the competence center operational processes, ANO SPE “Rosatom Technical Academy”, Kurchatova str., 21, Obninsk, 249031, Russia, mmary@rambler.ru

Olga A. Momot Cand. Sci. (Biol.), associate professor, Nuclear Physics and Technology Department, Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering of the National Research Nuclear University MEPhI, Studgorodok, 1, Obninsk, 249040, Russia, momotulya@gmail.com

CONTRIBUTION

Mariya M. Osetskaya review of the literature on an investigated problem, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Olga A. Momot performed computations, consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.4.2017

ACCEPTED 11.14.2017

Подходы к созданию благоприятных условий для осуществления инновационной деятельности в истории развития экономики

Татьяна Г. Свиридова¹

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

Реферат. На различных этапах экономического развития интерес к условиям совершенствования инновационной деятельности со стороны исследователей различен. Он опосредован уровнем развития экономики: если в начале XX века зарубежные исследователи проблемы экономического развития на основе инновационной деятельности рассматривали как процессы внедрения новшеств, то в классической теории экономического развития с учетом создания благоприятных условий для рациональной деятельности объяснялись индивидуалистическим поведением субъекта, когда отдельный человек имея в виду лишь собственный интерес, преследовал собственную выгоду. Но уже сторонники кейнсианства показали, что стабильный темп роста в экономике обеспечивается использованием факторов производства, т. е. полного использования рабочей силы при сочетании гарантированных и естественных факторов. Посткейнсианцы (Дж. Робинсон, Н. Калдор, Л. Пазинетти и Дж. Кригель) предложили собственную концепцию экономического развития, которая базировалась с точки зрения развития инноваций на факторах сочетания технического прогресса и институциональных факторах. Современные исследователи благоприятных условий совершенствования инноваций связывают их с технократическим и индустриальным развитием. Развитием. При этом технократическое развитие включает развитие технических и интеллектуальных процессов в экономике. Условия совершенствования инновационной деятельности представляют собой комплекс взаимодействия новаторов (предприятий, лабораторий, НИИ, образовательных учреждений, индивидов), инвесторов, предприятий-производителей конкурентоспособной продукции (услуг) и развитой инфраструктуры их взаимодействия между собой и рынком. Основным условием для всех указанных факторов совершенствования инновационной деятельности являются инвестиции.

Ключевые слова: условия совершенствования инноваций, развитие экономики

Approaches to the creation of favorable conditions for innovative activity development in the history of the development of the economy

Tat'yana G. Sviridova¹

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

Summary. At different stages of economic development interest in terms of improvement of innovative activity on the part of researchers is different. It is mediated by the level of economic development: if in the beginning of XX century, foreign researchers, problems of economic development based on innovative activities are considered as processes of innovation, the classical theory of economic development with the creation of favorable conditions for rational activity was due to the individualistic behavior of the subject when an individual keeping in mind only their own interest, to pursue their own benefit. But supporters of Keynesianism showed that a stable growth rate in the economy is ensured by the use of factors of production, i.e. full utilization of the workforce with a combination of guaranteed and natural factors. Post-Keynesians (John Robinson, N. Kaldor, L. Pasinetti and John Krigel), suggested his own concept of economic development, which was based from the point of view of development of innovations in the factors of the combination of technological progress and institutional factors. Modern researchers enabling environment improvement innovation associate them with technocratic and industrial development. Development. At the same technocratic development includes the development of technical and intellectual processes in the economy. Conditions of improvement of innovative activity is a complex interaction between the innovators (enterprises, laboratories, research institutes, educational institutions, individuals), investors, manufacturers of competitive products (services) and infrastructure of their interaction among themselves and the market. The main condition for all these factors of improvement of innovative activity are investments.

Keywords: conditions for improving innovation, economic development

Введение

В трудах исследователей экономическое развитие на основе совершенствования инновационной деятельности изучалось с точки зрения разных подходов. С точки зрения меркантилистов

развитие экономики происходило с изменением (повышением/понижением) нормы прибыли, с изменениями строения капитала (К. Маркс), учетом сбережений и инвестиций (Р. Харрорд) и др. (рисунок 1).

Для цитирования

Свиридова Т.Г. Подходы к созданию благоприятных условий для осуществления инновационной деятельности в истории развития экономики // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 330–338. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-330-338

For citation

Sviridova T.G. Approaches to the creation of favorable conditions for innovative activity development in the history of the development of the economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 330–338. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-330-338

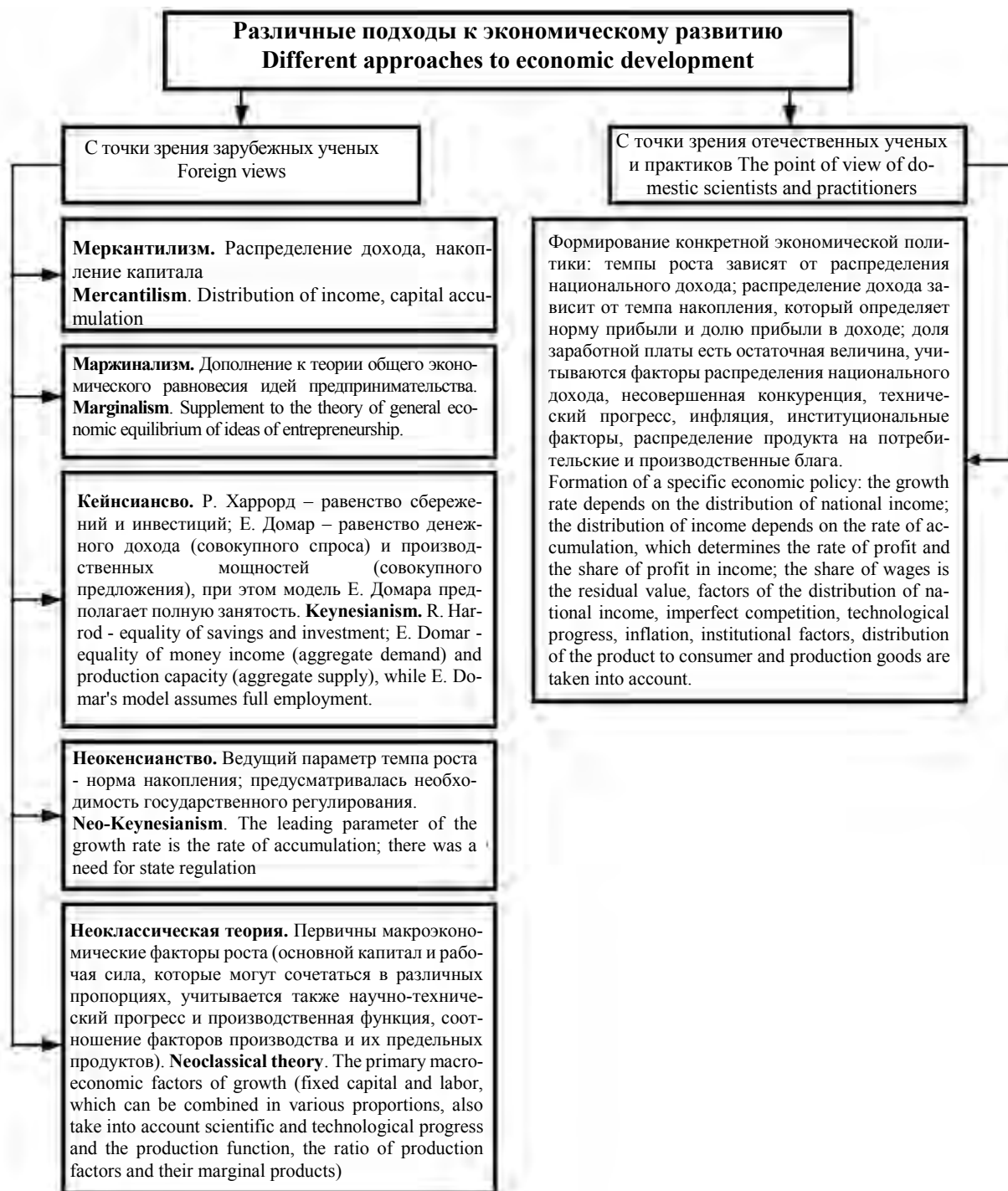


Рисунок 1. Различные подходы к экономическому развитию на основе учета создания условий для производства и реализации инновационной деятельности

Figure 1. Different approaches to economic development based on the creation of conditions for the production and implementation of innovative activities

Основная часть

В начале XX века зарубежные исследователи проблемы экономического развития на основе инновационной деятельности рассматривали как процессы внедрения новшеств. Так, Й. Шумпетер («Теория экономического развития», 1912), исследуя развитие общественных явлений, обратил внимание на процессы нововведений,

которые «расшатывали» устойчивое развитие рыночной системы.

Теоретические предпосылки в классической теории экономического развития с учетом создания благоприятных условий для рациональной деятельности возникли под влиянием экономиста А. Смита, который объяснял экономические процессы индивидуалистическим поведением субъекта («Исследование о природе и причинах

богатства народов» (1776); он писал о том, что «каждый отдельный человек имеет в виду лишь собственный интерес, преследует лишь собственную выгоду, причем в этом случае он «невидимой рукой» направляется к цели, которая не входила в его намерения. Преследуя свои собственные интересы, он (индивид) часто более действенным образом служит интересам общества, чем тогда, когда сознательно стремится служить им» [1].

Это представление об индивидуалистическом поведении на рынке (как первый росток инновационной деятельности) просуществовало в классической экономической теории до 30-х годов XX века, когда внешние факторы, влияющие на поведение не только индивида, но и организаций, не приводили к максимизации их интересов и каким-то достижениям. Поэтому после 30-х годов положения классической теории подверглись критике; однако выводы, касающиеся рациональной деятельности, остались; в частности, сохранилась точка зрения на индивидуальное поведение, движущее производства к оптимизации. При этом значительна роль субъектов в экономическом развитии, а значимость государства и институциональных структур снижена и зависит напрямую от субъектов. Это положение дополнил Д. Бьюкенен, который считал, что «люди, делающие выбор даже при определенных ограничениях, достигают нужных им результатов без какой-либо поставленной извне цели» [2]. Хозяйствующий субъект (индивид) в поведении проявляет стремление максимизировать свою выгоду, функционируя на рынке в собственных интересах, рационально взаимодействует с другими хозяйствующими структурами (индивидами).

Зарубежные экономисты (начиная от А. Смита и заканчивая Ф. Хайеком), аргументируя влияние рынка на позитивистскую (рационалистическую) деятельность производств, делают акцент на индивидуальный характер поведения хозяйствующих структур, который, в конечном варианте (как они считали) приведет к общему благосостоянию общества. Именно поэтому государство не должно вмешиваться в функционирование рынка. Однако неосуществимость идеи значимости деятельности индивида доказывают представители дальнейших подходов к экономическому развитию и роли инновационной деятельности, учитывающей системный характер.

Интерес к проблеме создания благоприятных условий для осуществления инновационной деятельности в целях экономического развития, и само понятие «инновационная деятельность» возникает с появлением теории Дж. Кейнса, который выявил факторы, не только позволяющие,

но и заставляющие заниматься рационализаторством как первой фазой инноваций. Затем Р. Харрорд – сторонник теории Дж. Кейнса – считал основным условием для экономического развития стабильный темп роста в экономике, который обеспечивается использованием факторов производства, последние он подразделял на: фактические, гарантированные, естественные. При этом, с его точки зрения, гарантированные факторы – это равномерный рост производства и полная загрузка производственных мощностей; естественные факторы это – оптимальное использование рабочей силы; сочетание гарантированных и естественных факторов (что происходит случайно) является фактическим развитием [3]. А поскольку фактический рост экономики случаен, необходимо вмешательство государства, чтобы помочь хозяйствующим субъектам выйти из ситуации кризиса. Недостатком теории Р. Харрорда и его последователя Е. Домара является то, что ими учитывается в целях развития экономики лишь один фактор – инвестиции, которые являются главным в осуществлении производственной деятельности. На этом этапе не употребляется термин «инновации» в производстве, однако на уровне ощущений новшества в производстве учитываются.

Возникла необходимость четкого определения содержания термина «инновационная деятельность» и ее роль в экономическом развитии, появилась также идея о том, что следует различать количественное и качественное развитие. А. Пезенти писал: «Надо постоянно помнить, что развитие не равносильно количественному росту, оно включает в себя качественные изменения, затрагивающие связи между различными явлениями» [4]. Считаем, что в этом подходе уже обосновывается влияние модернизации производств как основы инновационной деятельности.

В середине XX века теория и практика экономического развития учитывает, как количественные показатели (темпы прироста ВВП, ВРП за определенный временной период или в перерасчете на душу населения, постоянный темп производства благ, необходимых для удовлетворения человеческих потребностей), так и качественные изменения (численность, состав населения, качество продукции и другие неэкономические факторы). Авторами качественного подхода к изменениям в экономике были К. Макконел, С. Брю, Дж. Харвей, С. Кузнец [5–7]. Сочетание количественных и качественных факторов (к примеру, природных ресурсов, политических институтов) отразил в своем исследовании Б. Селигмен [8].

В указанных подходах категория «инновационная деятельность» и ее роль в экономическом развитии не основана на том понимании, которое отражает современную категорию «инновационная деятельность» (это – новшество в экономической деятельности, достигшее коммерческой прибыли, т. е. экономических результатов). Однако акцент на индивидуальное поведение хозяйствующего субъекта на рынке, учет инвестиций, структуризация и модернизация производств и другие факторы экономического развития в теории классицизма предполагают такую экономическую деятельность, которая является условиями для осуществления инноваций и опосредуется новизной как характерной чертой производственной деятельности.

В неоклассической теории основным параметром развития экономики считалась норма накопления, но при этом предусматривалось необходимость государственного регулирования; в этой теории уже учитываются факторы роста (сочетание в различных пропорциях основного капитала и рабочей силы), научно-технический прогресс и производственная функция, в форме соотношения факторов основного производства и их предельных продуктов. Развитие экономики достигает такого масштаба, когда предприятия функционируют в условиях свободной конкуренции, свободного ценообразования, что обусловлено развитием производственных факторов. Развитие новшеств (как один из факторов развития производства), рассматривается как модернизация предприятия.

Технико-технические и технологические изменения, а также изменения на рынках исследовал Р. Солоу (он модифицировал производственную функцию Кобба-Дугласа [9]) и ввел в анализ категорию научно-технического прогресса и человеческого потенциала, которые в дальнейшем будут рассматриваться как условие для развития инноваций. Заслугой данного подхода [10] являлась попытка устранить принцип неустойчивости в экономическом развитии в результате технического прогресса и его инвестиционного обеспечения.

Внесли свой вклад в теорию экономического развития с учетом условий развития инновационной деятельности Дж. Робинсон, Н. Калдор, Л. Пазинетти и Дж. Кригель, которые считали, что экономическое развитие должно базироваться на следующих положениях: распределение национального дохода влияет на темпы роста, а он, в свою очередь, зависит от темпа накопления, определяющего норму прибыли и долю прибыли в доходе.

Главное, на что необходимо обратить внимание, в данной теории учитывались факторы распределения национального дохода: несовершенная конкуренция, технический прогресс, институциональные факторы и др. С точки зрения развития инноваций особое внимание обратим на факторы сочетания технического прогресса и институциональные факторы в указанной теории.

Так, Н. Калдор, как условие развития инновационной деятельности, повышение темпов роста (связанных с полной занятостью); Дж. Робинсон в длительной перспективе распределение национального дохода в пользу предпринимателей считал основой инвестирования. С условиями для совершенствования инновационной деятельности Дж. Робинсон связывал распределение национального дохода и повышение заработной платы в соответствии с ростом производительности труда; производительность труда обосновывалась не техническими факторами, а «застоем в результате угасания конкуренции и отсутствия роста заработной платы» [11].

О. Симомура [12] предложил тезис «равновесия между сбережениями и инвестициями», предполагая, что неравенство между ними определяется неравномерным темпом роста инвестиций, опережающим темпы роста сбережений.

В нашей стране исследователи в 50-е годы XX века учитывали процессы модернизации экономики, структуризации ее отраслей, а также технико-техническое усовершенствование отдельных производств. Г. Фельдман, И. Блюмин и другие разрабатывали модель экономической динамики, рассматривая ее ведущим фактором. развитие технических средств производства [13].

Современные отечественные авторы считают, что развитие экономики обосновывается «формированием конкретной экономической политики, учитывающей не только условия, но и развитие инновационной деятельности» [14].

В конце XX века возникли теории экономического развития с учетом развития условий для совершенствования инновационной деятельности, включающие новые факторы: внутреннюю и внешнюю среду, развитие социально-экономических институтов (Дж. Шлезингер, Н. Спалбер, Дж. Гелбрейт) [15–17].

В частности, Дж. Гелбрейт исследовал уровень жизни и уровень производства в США, доказывая, что уровень производства в США уже удовлетворяет потребности людей, следовательно, «масштабные экономические преобразования не нужны» как условие для развития инноваций; а необходимо лишь перераспределение доходов в пользу бедных.

Идея перераспределения (пределы производства и потребления материальных благ) лежала также в основе исследований Д. Медоуз и Дж. Форестер которые также считали, что необходимо свести материальное производство и потребление до уровня простого воспроизводства (концепция «нулевого роста»).

Современные исследователи рассматривают условия для совершенствования инновационной деятельности с точки зрения технократического и индустриального развития (технократическое означает развитие технических и интеллектуальных процессов в экономике), трансформации общества в «новое индустриальное общество», футуристические концепции и т. д. Они отражены на рисунке 2.

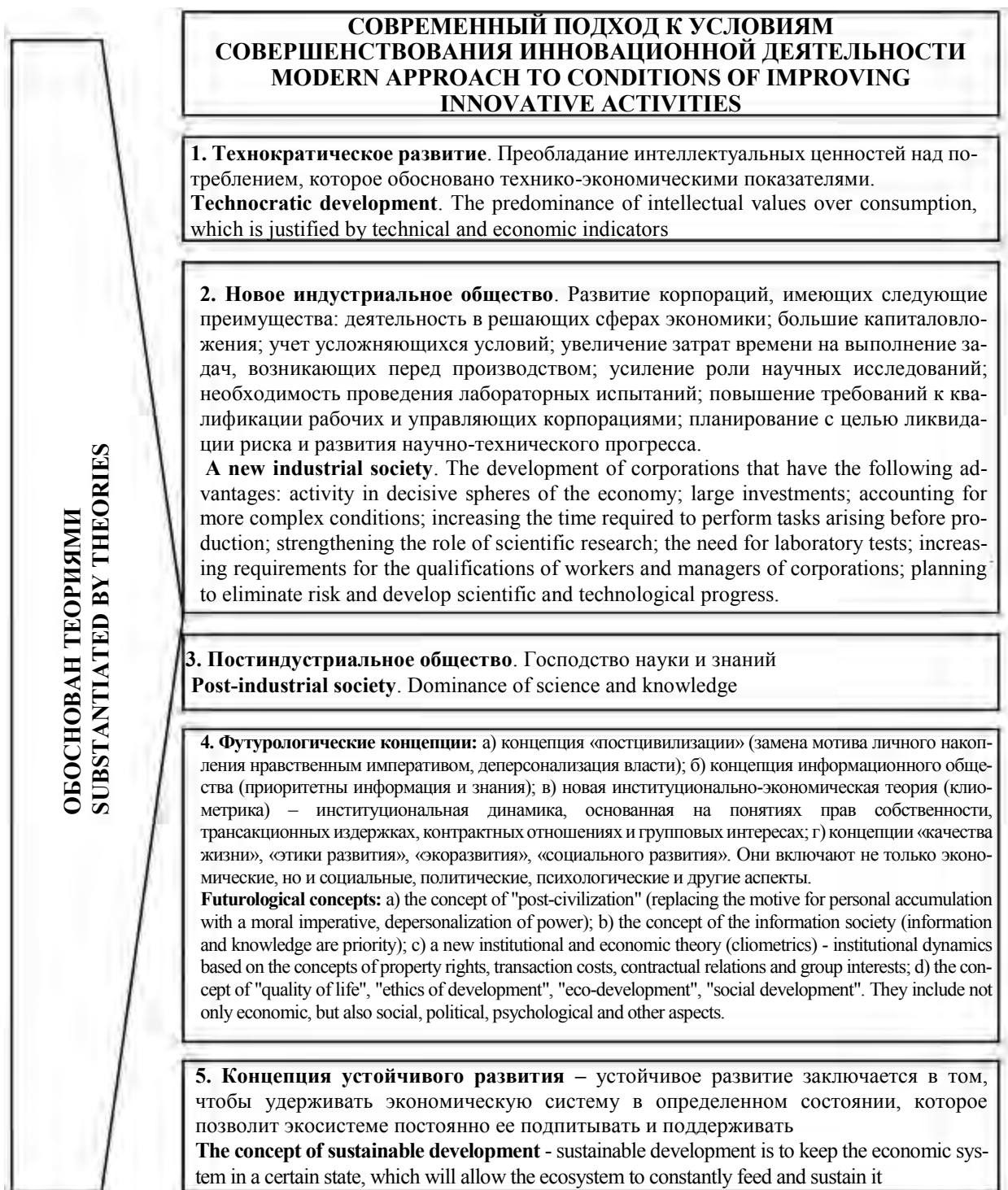


Рисунок 2. Современный подход к развитию. условий совершенствования инновационной деятельности
Figure 2. Modern approach to development. conditions for improving innovation

Важным условием для развития инновационной деятельности на современном этапе развития экономики являются следующие факторы: знания, информация, нравственные императивы, которые рассмотрены в трудах отечественных и зарубежных ученых (О.С. Виханский, Г. Минцберг, Б. Альстренд, Дж. Лемпел, Г. Хэмел, К.К. Прахалад, Д.О. Нил и др.) [18–20].

Термин «новая экономика», основанная на знаниях, впервые представлен в работах И. Нонакаи. Новые технологии (как результат знаний индивидов) успешными становятся тогда, когда они используются на предприятиях и потребляются рынком, преобразуя знания в инновации.

Условием развития инновационной деятельности является среда, в которой возникает и развивается хозяйствующая структура, создающая конкурентное преимущество хозяйствующих субъектов, успешно функционирующих на рынке.

С середины XX в. и до настоящего времени интерес у многих исследователей вызывают условия развития инноваций, обосновывающие

механизмы уменьшения затрат, что связано с развитием рынка и изменениями в экономике отдельных стран (США, Японии, Евросоюза).

Благоприятным условием совершенствования инновационной деятельности стал фактор обучения персонала конкурентоспособных предприятий, а также обоснование стратегического планирования, учитывающее развитие глобального рынка. Определяющими условиями совершенствования инновационной деятельности теперь уже являются: поведение предприятий на международных рынках, учитывающих не только технико-технологическое развитие, но и имиджевые аспекты деятельности фирм во внешней среде [21].

В XXI в. особые условия такие как: развитие человеческого капитала [22], процесс коммерциализации («процесс введения новшества на рынок принято называть процессом коммерциализации» [23], жизненный цикл инноваций (временные затраты от зарождения идеи до создания новшества и его распространения) и другие начинают играть важную роль (рисунок 3).



Рисунок 3. Инвестирование как важнейшее условие факторов развития инноваций

Figure 3. Investing as the most important condition for the development of innovations

Условием совершенствования инновационной деятельности, является: развитие рынков, разнообразие которых отражается в рынках инноваций, рынках чистой конкуренции нововведений, рынках капитала (инвестиций); развитие организационных форм (виолентная, пациентная, коммутантная, эксплерентная и венчурная) [24].

Однако при всем многообразии условий совершенствования инновационной деятельности (повышение технической составляющей производства; улучшение технического уровня продукции, развитие форм организации, снижающих издержки производства, совершенствование системы технического обслуживания, сокращение эксплуатационных расходов у потребителей и т. д.) ведущим условием является объем инвестиций как в сферу научной и научно-технической деятельности, так и в процесс преобразования новшества в нововведения. При этом рынок не приемлет те новшества, которые не соответствуют его требованиям (ценообразование, качество и т. д.).

Многообразие условий совершенствования инновационной деятельности опосредуется следующими факторами:

- развитие научной и научно-технической деятельности;
- проведение НИОКР;
- заключение договоров на проведение научно-исследовательских и (или) экспериментальных работ сторонней организации;
- приобретение лицензий на право производства товаров или услуг;
- покупки готового изделия, технологии, ноу-хау и другой интеллектуальной собственности;
- приобретение нематериальных активов путем выпуска акций, облигаций, привлечения иностранного капитала и организации совместного производства.

К примеру, японские компании, изучая друг друга, инвестируют в крупномасштабные производства, часто все вместе и одновременно, при этом лидеры в отрасли постоянно меняются.

Обратим внимание на необходимость сбалансированного развития рынка капиталов (под которым имеем в виду капитал во всех его видах (ссудный, оборотный, акционерный, венчурный, уставный и др.) с развитием НИОКР, знаний, производством и сбытом товаров и услуг. В условиях санкций и экономической напряженности в Российской Федерации государственные источники финансирования дополняются частными. Однако основными источниками инвестиций являются собственные средства и финансовые инвестиции через рынок ценных бумаг.

Итак, условия совершенствования инновационной деятельности представляет собой комплекс взаимодействия новаторов (предприятий, лабораторий, НИИ, образовательных учреждений, индивидов), инвесторов, предприятий-производителей конкурентоспособной продукции (услуг) и развитой инфраструктуры их взаимодействия между собой и рынком.

Если инновационная деятельность – это деятельность, направленная на практическое использование научного, научно-технического результата и интеллектуального потенциала с целью получения нового или улучшения конкурентоспособного продукта, способа или формы его производства и реализации, то условия создания и совершенствования инновационной деятельности – это среда, позволяющая удовлетворять потребности общества в конкурентоспособных товарах и услугах.

Благоприятные условия для совершенствования инновационной продукции представляют собой:

- параллельно-последовательное осуществление инновационной деятельности при параллельном или последовательном осуществлении научно-исследовательских, технико-технологических, производственных, маркетинговых процессах;
 - условия, рассматриваемые как этапы осуществления жизненного цикла нововведений (возникновение новшества до его разработки и распространения на рынке);
 - финансирование и инвестирование новшества и его распространение в виде нового продукта или процесса (проекта).
- Условия совершенствования инновационной деятельности состоят из трех этапов:
- первый – интеллектуальный результат, сопрягаемый с деятельностью научных учреждений, получением знаний и воплощением их в продукт изобретения;
 - второй – административная, производственная деятельность по воплощению знаний в продукты;
 - третий – превращение продуктов и инновационные товары.

Заключение

В основе всех трех этапов лежит важное условие – финансирование (изобретений, производства, реализации). На первом этапе – это, как правило, государственное финансирование, на втором этапе – это инвестиции разного характера (государственные, кредитование банков, собственное финансирование), на третьем – это поведение потребителей, мотивируемое на первых порах заинтересованными лицами или хозяйствующими субъектами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. М., 1992. 332 с.
- 2 Бьюкенен Дж. Конституция экономической политики // Вопросы экономики. 1994. № 6. С. 106.
- 3 Харрорд Р. К теории экономической динамики. М., 1959. 126 с.
- 4 Пезенти А. Очерки политической экономики капитализма. Т.2. М.: «Прогресс», 1976. 387 с.
- 5 Самуэльсон, П. Экономика. М.: Прогресс, 1964. 792 с.
- 6 Харвей Дж. Современная экономическая теория. М., 2003. 537 с.
- 7 Критика буржуазных и реформистских экономических теорий. М.: «Высшая школа», 1969. 210 с.
- 8 Селигмен Б. Основные течения современной экономической мысли. М., 1968. 510 с.
- 9 Солоу Р. Теория роста. Сер.: Панорама экономической мысли конца XX столетия. СПб., 2002. С. 503–504.
- 10 Шелл К. Неоклассические модели роста. Современная экономическая мысль. М.: Прогресс, 1964. 504 с.
- 11 Robinson J. Accumulation of Capital. London, 1959. P. Y1.
- 12 Пигулевская Е.А. Теория экономического роста в буржуазной политэкономии Японии. М.: Наука, 1976. С. 27.
- 13 Погребинская В.А. Г.А. Фельдман – автор первой в мире модели экономического роста. Волгоград, 2002. 217 с.
- 14 Евстигнеева Л.П., Евстигнеев Р.Н. Экономический рост: либеральная альтернатива. М.: Наука, 2005. 519 с.
- 15 Шлезингер Дж. Политическая экономия национальной безопасности. М., 1960.
- 16 Спалбер Н. Советская экономика. Структура. Принципы. Проблемы. М., 1962.
- 17 Гелбрейт Дж. Общество достатка, 1958.
- 18 Виханский О.С. Стратегическое управление. Учебник. М.: «Гардарика», 2000. 294 с.
- 19 Минцберг Г., Альстренд Б., Лемпел Дж. Школы стратегий. СПб: Питер, 2000. 336 с.
- 20 Хэмел Г., Прахалад К., Нил Д.О. Стратегическая гибкость. Менеджмент в условиях нестабильности. СПб.: Питер, 2005. 384 с.
- 21 Grosse R., Kujava D. International Business. Boston, 1992. 733 p.
- 22 Cullen J. Multinational Management: A Strategic Approach. Washington State University, 2002. 664 p.
- 23 Румянцева З.П. Менеджмент предприятия. М., 159 с.
- 24 Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент. М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2002. С. 320–324.
- 25 Hakansson H. et al. Industrial Technological Development (Routledge Revivals): A Network Approach. Routledge, 2015.
- 26 Pogodina T. V. et al. Improvement of the innovative capacity of a socioeconomic system based on

the development of the cluster approach // Asian Social Science. 2014. V. 11. №. 1. P. 304.

27 Leigh N. G., Blakely E. J. Planning local economic development: Theory and practice. Sage Publications, 2016.

28 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.

29 Kotsemir M. N., Meissner D. Conceptualizing the innovation process—trends and outlook. 2013.

REFERENCES

- 1 Smith A. Issledovanie o prirode i prichinakh bogatstva narodov [A study on the nature and causes of the wealth of peoples] Moscow, 1992. 332 p. (in Russian)
- 2 Bukenen J. Constitution of the economic policy. *Voprosy ekonomiki* [Issues of economics] 1994. no. 6. pp. 106. (in Russian)
- 3 Harrod R. K teorii ekonomicheskoi dinamiki [Theory of Economic Dynamics] Moscow, 1959. 126 p. (in Russian)
- 4 Pesenti A. Ocherki politicheskoi ekonomii kapitalizma [Essays on the Political Economy of Capitalism] Moscow, Progress, 1976. 387 p. (in Russian)
- 5 Samuelson, P. *Ekonomika* [The Economy] Moscow, Progress, 1964. 792 p. (in Russian)
- 6 Harvey J. *Sovremennaya ekonomicheskaya teoriya* [Modern economic theory] Moscow, 2003. 537 p. (in Russian)
- 7 Kritika burzhuaznykh i konformistskikh ekonomicheskikh teorii [Criticism of bourgeois and reformist economic theories] Moscow, Vysshaya shkola, 1969. 210 p. (in Russian)
- 8 Seligmen B. Osnovnye techeniya sovremennoi ekonomicheskoi mysli [The main currents of modern economic thought] Moscow, 1968. 510 p. (in Russian)
- 9 Solow R. *Teoriya rosta* [The theory of growth.: Panorama of economic thought of the end of XX century] Saint-Petersburg, 2002. pp.503-504. (in Russian)
- 10 Shell C. Neoklassicheskie modeli rosta [Neoclassical models of growth. Modern economic thought] Moscow, Progress, 1964. 504 p. (in Russian)
- 11 Robinson J. Accumulation of Capital. London. 1959. pp. Y1.
- 12 Pigulevskaya E.A. *Teoriya ekonomicheskogo rosta v burzhuaznoi politekonomii Yaponii* [The theory of economic growth in the bourgeois political economy of Japan] Moscow, Nauka, 1976. pp. 27. (in Russian)
- 13 Pogrebinskaya V.A. G.A. Feldman – avtor pervoi v mire modeli ekonomicheskogo rosta [G.A. Feldman is the author of the world's first model of economic growth] Volgograd, 2002. 217 p. (in Russian)
- 14 Evstigneeva L.P., Evstigneev R.N. *Ekonomicheskii rost: liberal'naya alternativa* [Economic growth: a liberal alternative] Moscow, Nauka, 2005. 519 p. (in Russian)
- 15 Schlesinger J. *Politicheskaya ekonomiyaa* [Political Economy of National Security] Moscow, 1960. (in Russian)
- 16 Spalber N. *Sovetskaya ekonomika* [Soviet Economy. Structure. Principles. Problems] Moscow, 1962. (in Russian)

17 Galbraith J. Obshchestvo dostatka [The Society of Sufficiency] 1958. (in Russian)

18 Vikhansky O.S. Strategicheskoe upravlenie [Strategic management] Moscow, Gardariki, 2000. 294 p. (in Russian)

19 Mintsberg G., Alstrand B., Lempel J. Shkoly strategii [School of Strategy] Saint-Petersburg, Piter, 2000. 336 p. (in Russian)

20 Hamel G., Prahalad K., Nile D.O. Strategicheskaya gibkost' [Strategic flexibility. Management in conditions of instability] Saint-Petersburg, Piter, 2005. 384 p. (in Russian)

21 Grosse R., Kujava D. International Business. Boston, 1992. 733 p.

22 Cullen J. Multinational Management: A Strategic Approach. Washington State University, 2002. 664 p.

23 Rumyantseva Z.P. Menedzhment predpriyatiya [Management of the enterprise] Moscow, 159 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна Г. Свиридова ст. преподаватель, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна Г. Свиридова Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.10.2017

24 Fatkhutdinov R.A. Strategicheskii menedzhment [Strategic Management] Moscow, ZAO Intel-Sintez Business School, 2002. pp. 320-324. (in Russian)

25 Hakansson H. et al. Industrial Technological Development (Routledge Revivals): A Network Approach. Routledge, 2015.

26 Pogodina T. V. et al. Improvement of the innovative capacity of a socioeconomic system based on the development of the cluster approach. Asian Social Science. 2014. vol. 11. no. 1. pp. 304.

27 Leigh N. G., Blakely E. J. Planning local economic development: Theory and practice. Sage Publications, 2016.

28 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.

29 Kotsemir M. N., Meissner D. Conceptualizing the innovation process—trends and outlook. 2013.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tat'yana G. Sviridova senior lecturer, Economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,

CONTRIBUTION

Tat'yana G. Sviridova Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.28.2017

ACCEPTED 10.30.2017

Реализация стратегии развития интегрированных структур на основании оценки инновационной активности предприятия

Виталий Ю. Падалкин¹

Владимир В. Дудчак¹

Алексей М. Прыгунков¹

dudchak@sozvezdie.su

prygunkov@sozvezdie.su

¹ АО Концерн Созвездие, Плехановская улица, 14, г. Воронеж, 394000, Россия

Реферат. В статье рассматривается важность оценки инновационной активности организации как инструмента реализации инновационного сценария развития в рамках проведения технологической модернизации предприятий Концерна в интересах обеспечения производства инновационной продукции на базе передовых управленческих технологий и информационных систем управления бизнес-процессами и качеством продукции. В качестве методической основы оценки инновационной активности использованы группы экономических показателей, определяющих степень обеспеченности предприятия экономическими ресурсами в инновационной сфере. Рассмотрена структура инновационной деятельности по видам завершённых технологических, маркетинговых и организационных инноваций. Особое внимание уделено типам технологических инноваций: продуктовым и процессным. Отмечено, что АО «Концерн «Созвездие» обладает значительными трудовыми ресурсами, позволяющими увеличить долю процессных инноваций, нацеленных, как правило, на снижение издержек производства или деятельности по передаче продуктов, услуг на единицу продукции, повышение качества, эффективности производства или передачи уже существующих в организации продуктов, но могут предназначаться также и для производства и передачи технологически новых или усовершенствованных продуктов, услуг, которые не могут быть произведены или поставлены с использованием обычных производственных методов. На основании проведенного исследования инновационной активности авторами отмечено, что необходимым условием активного внедрения инноваций является проведение технологической модернизации (технического перевооружения) как АО «Концерн «Созвездие», так и предприятий Концерна, способствующей созданию производственных мощностей для обеспечения серийного производства перспективных образцов вооружения, военной и специальной техники в рамках выполнения ГОЗ, а также реконструкцию, расширение и создание производств для выпуска инновационной гражданской продукции.

Ключевые слова: инновационная активность, интегрированная структура, стратегия, инновационное и технологическое развитие, оборонно-промышленный комплекс

Implementation of the development strategy of integrated structures on the basis of enterprise's innovative activity assessment

Vitalii Yu. Padalkin¹

Vladimir V. Dudchak¹

Aleksei M. Prygunkov¹

dudchak@sozvezdie.su

prygunkov@sozvezdie.su

¹ JSC Sozvezdie, Plekhanovskaya Str., Voronezh, 394000, Russia

Summary. The article discusses the importance of assessment of innovation activity of the organization as an instrument of realization of innovative scenario of development in the framework of the technological upgrading of enterprises of the Concern in order to ensure the production of innovative products based on advanced management technology and management information systems business processes and product quality. As a methodological framework for the assessment of innovative activity used group of economic indicators that determine the degree of security of the enterprise economic resources in innovation. The structure of innovative activities on types of completed technological, marketing and organizational innovations. Special attention is paid to the types of technological innovation: product and process. Noted that the JSC Sozvezdie has considerable labour resources, allowing to increase the share of process innovations aimed generally at reducing costs of production or transmission activities of products, services per unit of output, improved quality, production efficiency or transfer of already existing products in the organization, but can be used also for the production and transmission of technologically new or improved products, services cannot be produced or delivered using conventional production methods. On the basis of studies of innovative activity, the authors noted that a necessary condition for active implementation of innovations is technological modernization (technical upgrading) as JSC Sozvezdie and the companies of the Group, contributing to the creation of production facilities to enable mass production of advanced weapons, military and special equipment in the framework of the SDO, as well as reconstruction, expansion and creation of production to the production of innovative civilian products.

Keywords: innovation activity, strategy, integrated structure, innovative and technological development, military-industrial complex

Введение

В настоящее время оборонно-промышленный комплекс (ОПК) является наиболее наукоемким и высокотехнологичным сектором российской экономики, наряду с разработкой и производством вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), должен решать задачи

создания и расширения выпуска конкурентоспособной, наукоемкой и высокотехнологичной продукции гражданского назначения.

В данных условиях эффективная реализация выбранной стратегии развития интегрированной структуры «Концерн «Созвездие» (далее – Стратегия) до 2020 года требует рационального

Для цитирования

Падалкин В.Ю., Прыгунков А.М., Дудчак В.В. Реализация стратегии развития интегрированных структур на основании оценки инновационной активности предприятия // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 339–343. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-339-343

For citation

Padalkin V.Yu., Prygunkov A.M., Dudchak V.V. Implementation of the development strategy of integrated structures on the basis of enterprise's innovative activity assessment. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 339–343. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-339-343

использования временных, интеллектуальных и материальных ресурсов и, в первую очередь, мер государственной поддержки, партнерства, инициативы предприятий, а также комплекса оперативных мероприятий направленных на разработку и внедрение новых технологий, инновационных продуктов и услуг, соответствующих мировому уровню. Таким образом, в рамках реализации Стратегии, приоритетным выбран инновационный сценарий развития [1]. Следовательно, качественно-количественной характеристикой инновационной деятельности следует определить инновационную активность предприятия, выражающую степень (высокую, низкую, среднюю) реализации его инновационного потенциала.

В этой связи наибольшую актуальность приобретает оценка инновационной активности масштабов активного внедрения инноваций в условиях завершения предприятиями интегрированной структуры «Концерн «Созвездие» (далее – Концерн) модернизации для сокращения технологического разрыва с целью снижения издержек и доведения своей продукции до максимально конкурентного уровня [10].

В качестве методической основы оценки инновационной активности целесообразно использовать группы экономических показателей, определяющих степень обеспеченности предприятия экономическими ресурсами в инновационной сфере [2, 3, 6–9] и анализированных в соответствии с особенностями производственно-хозяйственной деятельности АО «Концерн «Созвездие» (таблица 1).

Таблица 1.
Система показателей оценки инновационной активности АО «Концерн «Созвездие» за 2014–2016 гг.

Table 1.
The system of indicators of estimation of innovative activity of JSC Sozvezdie for 2014–2016

№ п/п	Наименование показателя Index	Методика расчета Calculation method	Расчетные значения Value			Отклонение за период, (+,-) Deviation for the period	Темп прироста за (The growth rate for) 2014– 2016 гг., %
			2014	2015	2016		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Коэффициент обеспеченности интеллектуальной собственностью ($K_{ис}$) Coefficient of intellectual property security	$K_{ис} = C_n / (C_n + OC)$ где C_n – интеллектуальная собственность (стр. 1110 «Нематериальные активы» I разд. Бухгалтерского баланса), руб.; OC – основные средства where C_n - intellectual property (page 1110 "Intangible assets" of the 1st section of the Balance Sheet), rubles; OS - fixed assets	0,11	0,10	0,04	-0,07	-63,64
2	Коэффициент персонала, занятого в НИР и ОКР ($K_{пр}$) Coefficient of personnel engaged in research and development	$K_{пр} = П_n / Ч_p$ где $П_n$ – число занятых в сфере НИР и ОКР, чел.; $Ч_p$ – среднесписочная численность работников предприятия, чел. where $П_n$ - number of people employed in the field of research and development, people; $Ч_p$ - average number of employees of the enterprise, people	0,54	0,53	0,51	-0,03	-5,56
3	Коэффициент имущества, предназначенного для НИР и ОКР ($K_{им}$) Coefficient of property intended for research and development	$K_{им} = O_{оп} / O_{ин}$, где $O_{оп}$ – стоимость приобретенных машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями, руб.; $O_{ин}$ – стоимость приобретенных машин и оборудования производственного назначения, руб. where $O_{оп}$ - the cost of purchased machinery and equipment associated with technological innovation, rubles; $O_{ин}$ - the cost of purchased machines and equipment for industrial use, rubles.	0,03	0,21	0,64	0,61	2 020,07

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Коэффициент освоения новой техники ($K_{он}$) Coefficient of development of new technology	$K_{он} = ОФ_n / ОФ_{ср}$ где $ОФ_n$ – стоимость вновь введенных основных фондов (машин и оборудования), руб.; $ОФ_{ср}$ – среднегодовая стоимость основных производственных фондов предприятия, руб. where $ОФ_n$ - the cost of newly introduced fixed assets (machinery and equipment), rubles; $ОФ_{ср}$ - average annual cost of the basic production assets of the enterprise, rub	0,18	0,08	0,43	0,25	137,14
5	Коэффициент освоения новой продукции ($K_{оп}$) Coefficient of development of new products	$K_{оп} = В_{нп} / В_{об}$ где $В_{нп}$ – выручка от продаж новой или усовершенствованной продукции (работ, услуг) и продукции (работ, услуг), изготовленной с использованием новых или улучшенных технологий, руб.; $В_{об}$ – общая выручка от продажи всей продукции (работ, услуг), руб. where $В_{нп}$ - proceeds from sales of new or improved products (works, services) and products (works, services) manufactured with the use of new or improved technologies, rubles; $В_{об}$ - total revenue from the sale of all products (works, services), rubles.	0,89	0,88	0,67	-0,23	-25,30

Результаты оценки инновационной активности АО «Концерн «Созвездие» показали низкую степень оснащенности организации интеллектуальным капиталом, по сравнению с общей величиной средств производства. За период 2014–2016 гг. расчетное значение показателя обеспеченности интеллектуальной собственностью снизилось на 63,64% и составило 4%, что обусловлено недостаточной проработкой вопросов материального стимулирования авторов объектов интеллектуальной собственности.

Не смотря на снижение за рассматриваемый период показателя, отражающего долю персонала занятого в НИР и ОКР, на 5,56%, организация имеет в своем составе сравнительно большую долю сотрудников научно-исследовательских и проектно-конструкторских подразделений, способных разрабатывать улучшающие и новые технологии.

Следует отметить существенное увеличение на 93,88% приобретаемых машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями в общей стоимости машин и оборудования производственного назначения. Расчетное значение коэффициент имущества, предназначенного для НИР и ОКР по состоянию на 2016 год составило 77%, что характеризует общее техническое перевооружение научно-технологической, лабораторно-испытательной и производственно-технологической базы АО «Концерн «Созвездие».

Существенно увеличилась доля имущества экспериментального и исследовательского назначения, связанного с технологическими инновациями, о чем свидетельствует коэффициент имущества, предназначенного для НИР и ОКР. За рассматриваемый период рост показателя составил 2020,07%, что показывает высокий уровень обновления научно-исследовательской базы организации.

Оценка динамики освоения новой техники показала высокую интенсивность замены старой техники новым оборудованием и производственно-технологическими линиями, о чем свидетельствует увеличение коэффициента освоения новой техники на 137,14%. При этом важно отметить, что группа «Машины и оборудование», включающая измерительные и регулирующие приборы, рабочие машины и станочное оборудование, представляют собой активную часть ОПФ, которые непосредственно участвуют в управлении производственными и технологическими процессами на основе проведения испытаний и исследований [4, 5].

В среднем за рассматриваемый период необходимо отметить существенный удельный вес инновационных товаров (работ, услуг) в общем объеме выручки от продаж организации. Так на 1 рубль общих доходов в среднем за рассматриваемый период приходится 0,81 рубля выручки, полученной от реализации вновь введенных или подвергшихся значительным технологическим изменениям товаров (работ, услуг).

Рассматривая типы технологических инноваций АО «Концерн «Созвездие» (рисунок 1), наибольшую долю составляют продуктовые инновации, включающие в себя разработку и внедрение в производство технологически новых и значительно технологически усовершенствованных продуктов. Удельный вес затрат на продуктовые инновации варьирует от 80,85 до 99,88%. Значительно меньшую долю занимают затраты на процессные инновации (составляющие от 0,12 до 19,15%), связанные с совершенствованием производственных методов, включая методы передачи продуктов, направленных на снижение издержек на единицу продукта или повышение качества.

На основании проведенной оценки инновационной активности АО «Концерн «Созвездие» следует отметить общее техническое перевооружение АО «Концерн «Созвездие», способствующее созданию производственных мощностей для обеспечения серийного производства перспективных образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) в рамках выполнения ГОЗ, как основного вида деятельности большинства предприятий Концерна, а также реконструкцию, расширение и создание производств для выпуска инновационной гражданской продукции.

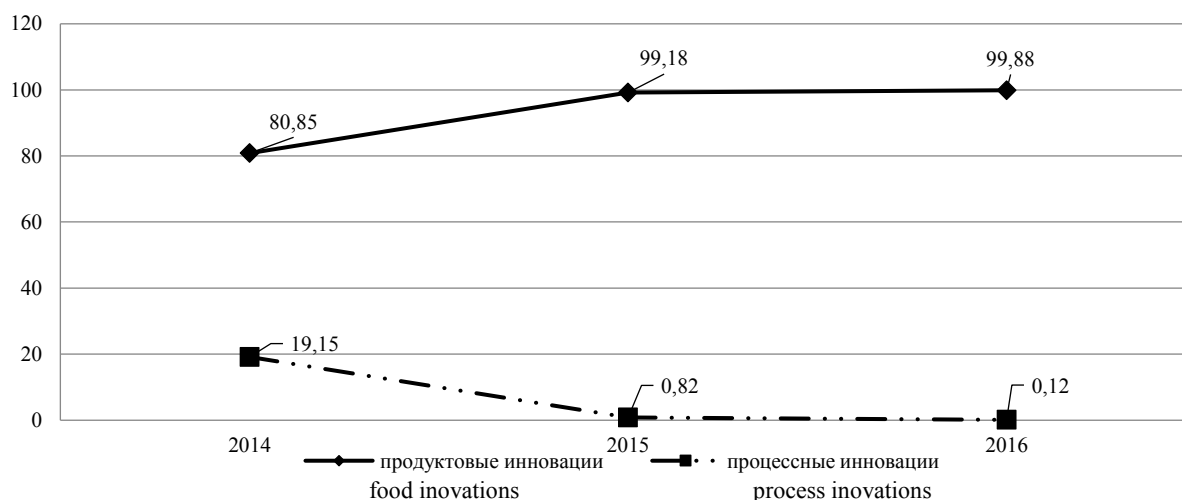


Рисунок 1. Затраты по типам технологических инноваций

Figure 1. Costs by type of technological innovation

По мнению авторов, у Концерна имеются значительные трудовые ресурсы, позволяющие увеличить долю процессных инноваций, нацеленных, как правило, на снижение издержек производства или деятельности по передаче продуктов, услуг на единицу продукции, повышение качества, эффективности производства или передачи уже существующих в организации продуктов, но могут предназначаться также и для производства и передачи технологически новых или усовершенствованных продуктов, услуг, которые не могут быть произведены или поставлены с использованием обычных производственных методов.

Заключение

Оценка инновационной активности АО «Концерн «Созвездие» показала, что необходимым условием активного внедрения инноваций является проведение технологической модернизации (технического перевооружения)

как АО «Концерн «Созвездие», так и предприятий Концерна, в интересах обеспечения производства инновационной продукции, внедрения новейших технологий, повышения эффективности производства, снижения энергозатрат и повышения производительности труда, на базе передовых управленческих технологий и информационных систем управления бизнес-процессами и качеством продукции.

Следовательно, АО «Концерн «Созвездие» обеспечивает выполнение поставленных задач в рамках утвержденной программы инновационного развития и технологического перевооружения Концерна «Созвездие», целью разработки которой, является обоснованный выбор перечня и содержания мероприятий, реализация которых должна обеспечить развитие Концерна как научно-производственной социально-экономической системы – целостного субъекта хозяйственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Стратегия развития интегрированной структуры ОАО «Концерн «Созвездие» на период до 2020 г.
- 2 Болгаров Н.И. Инструмент отбора инновационно-активных предприятий // Инновации. 2006. № 6 (93). С. 115–117.
- 3 Трифилова А.А. Оценка инновационной активности // Инновации. 2003. № 10. С. 51–55.
- 4 Хорев А.И., Падалкин В.Ю., Прыгунков А.М., Букреев А.М. Оценка эффективности использования основных производственных фондов оборонных предприятий (на примере АО «Концерн «Созвездие») // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №3. С.198-03
- 5 Якутина О.В. Рейтинговая оценка эффективности инновационной активности организаций // Экономика и Управление. 2005. № 4 (21). С. 73–78.
- 6 Polyanin A.V., Popova O.V., Dokukina I.A. The use of criterion-oriented approach for evaluation of economic efficiency of agricultural organization's business activity// Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. №8. P. 145-151.
- 7 Polyanin A.V., Dokukina I.A. Implementation of strategic management in agricultural organizations: problems and prospects // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 55. №7. P. 54-61.
- 8 Bobrova E.A. The methodology for development of «costs» category in the management mechanism of agricultural economic sector // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. №8. P. 181-191.
- 9 Саликов Ю.А., Кулдошина Е.О. Анализ инновационной среды промышленного предприятия // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1 (67). С. 233-236.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виталий Ю. Падалкин д.э.н., профессор, советник генерального директора, АО Концерн Созвездие, г. Воронеж, 394000, Россия,

Владимир В. Дудчак д.э.н., профессор, заместитель генерального директора, АО Концерн Созвездие, г. Воронеж, 394000, Россия, dudchak@sozvezdie.ru

Алексей М. Прыгунков к.э.н., заместитель главного бухгалтера, АО Концерн Созвездие, г. Воронеж, 394000, Россия, prygunkov@sozvezdie.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 27.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.11.2017

REFERENCES

- 1 Strategiya razvitiya integrirovannoi struktury OAO "Kontsern "Sozvezdie" do 2020 [Strategy for the development of the integrated structure of JSC Concern Sozvezdie for the period until 2020 (in Russian)].
- 2 Bulgarov N.I. The tool of selection of innovation-active-active enterprises. *Inovatsii* [Innovations] 2006. no. 6 (93). pp. 115-117. (in Russian)
- 3 Trifilova A.A. An estimation of innovative activity. *Inovatsii* [Innovations]. 2003. no. 10. pp. 51-55. (in Russian)
- 4 Khorev A.I., Padalkin V.Yu., Prygunkov A.M., Bukreev A.M. Evaluation of the efficiency of the use of fixed assets of defense enterprises (on the example of JSC "Concern" Sozvezdie "). *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2016. no.3. pp. 198-03 (in Russian)
- 5 Yakutina O.V. A rating estimation of efficiency of innovative activity of the organizations. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and Management] 2005. no. 4 (21). pp. 73-78. (in Russian)
- 6 Polyanin A.V., Popova O.V., Dokukina I.A. The use of criterion-oriented approach for evaluation of economic efficiency of agricultural organization's business activity. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016. vol. 56. no. 8. pp. 145-151.
- 7 Polyanin A.V., Dokukina I.A. Implementation of strategic management in agricultural organizations: problems and prospects. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016. vol. 55. no. 7. pp. 54-61.
- 8 Bobrova E.A. The methodology for development of «costs» category in the management mechanism of agricultural economic sector. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016. vol. 56. no. 8. pp. 181-191.
- 9 Salikov Yu.A., Kuldoshina E.O. Analysis of the innovation environment of an industrial enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2016. no. 1 (67). pp. 233-236. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vitalii Yu. Padalkin Dr. Sci. (Econ.), professor, director general adviser, JSC Sozvezdie, Voronezh, 394000, Russia

Vladimir V. Dudchak Dr. Sci. (Econ.), professor, deputy director general, JSC Sozvezdie, Voronezh, 394000, Russia, dudchak@sozvezdie.ru

Aleksei M. Prygunkov Cand. Sci. (Econ.), deputy chief accountant, JSC Sozvezdie, Voronezh, 394000, Russia, prygunkov@sozvezdie.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 9.27.2017

ACCEPTED 11.15.2017

Инновационные риски на рынке туристических услуг

Ирина А. Киселева	¹	kia1962@list.ru
Николай Е. Симонович	²	nsimoni@mail.ru
Алла В. Литвинова	³	litvinova_av@mail.ru
Юрий А. Шаповалов	⁴	meatech@yandex.ru

¹ Российский экономический Университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, 117997, Россия

² Российский Государственный Гуманитарный Университет, Миусская пл., 6, г. Москва, 125993, Россия

³ Волжский филиал Волгоградского государственного университета, ул. 40 Лет Победы, 11, Волжский, 404133, Россия

Реферат. В статье определены методы управления инновационным риском в туристическом бизнесе. Туристическая фирма, реализующая инновационную стратегию своей деятельности, сталкивается с особыми рисками, сопровождающими инновации: низким спросом на инновационные услуги ввиду недостаточной информации о них, а также отсутствием отзывов от потребителей этих услуг; недооценкой стоимости реализации инновационной услуги; появлением, так называемых, проблемных нововведений и т. д. Цель работы заключается в исследовании особенностей функционирования туристического рынка, а также выявлении проблем и перспектив развития сферы туризма с использованием инноваций. Были решены следующие задачи: проведен анализ функционирования рынка на современном этапе; предложены рекомендации по совершенствованию развития рынка туризма с использованием инноваций. В качестве методов выступали методы познания, ретроспективного и документального анализа, а также синтез, обобщения, систематизация. В статье рассмотрен ассортимент инновационных услуг; предложен организационно-экономический механизм управления рисками в туризме и основные направления совершенствования менеджмента в туристической деятельности. В настоящее время туристическая индустрия в регионах представлена большим числом малых турфирм. Раздробленность индустрии туризма создает информационные проблемы. С целью координации деятельности этих фирм целесообразно создание единого центра, выполняющего информационные, координационные и диспетчерские функции. Кроме того, должны быть предусмотрены мероприятия по ликвидации возникающего ущерба на основе восстановительных технологий. При этом для управления предпринимательскими рисками наибольшее значение имеет эффективный менеджмент, а для потребительских рисков – различные виды страхования.

Ключевые слова: туристические услуги, коэффициент предпочтения, моделирование рынка, инновации, риски

Innovation risks in the market of tourist services

Irina A. Kiseleva	¹	kia1962@list.ru
Nikolai E. Simonovich	²	nsimoni@mail.ru
Alla V. Litvinova	³	litvinova_av@mail.ru
Yuryi A. Shapovalov	⁴	meatech@yandex.ru

¹ Plekhanov Russian University of economics, Stremyanny alley, 36, Moscow, 117997, Russia

² Russian State Humanitarian University, Miusskaya sq., 6, Moscow, 125993, Russia

³ Volzhsky Branch of Volgograd State University, 40-let Pobedy, 11, Volzhsky, 404133, Russia

Summary. The article defines methods of managing innovation risk in the tourist business. A travel company that implements an innovative strategy of its activities faces special risks that accompany innovation: low demand for innovative services due to lack of information about them, and lack of feedback from consumers of these services; underestimation of the cost of the innovation service; the appearance of so-called problematic innovations, etc. The aim of the work is to study the features of the functioning of the tourism market, as well as to identify problems and prospects for the development of tourism using innovations. The following tasks were accomplished: an analysis of the functioning of the market at the present stage; recommendations are proposed for improving the development of the tourism market with the use of innovations. Methods of cognition, retrospective and documentary analysis, as well as synthesis, generalization, systematization were methods. In the article the assortment of innovative services is considered; proposed the organizational and economic mechanism of risk management in tourism and the main directions for improving management in tourism. Currently, the tourism industry in the regions is represented by a large number of small travel agencies. The fragmentation of the tourism industry creates information problems. In order to coordinate the activities of these firms, it is advisable to create a single center that performs information, coordination and dispatch functions. In addition, measures should be envisaged to eliminate the resulting damage on the basis of recovery technologies. At the same time, for effective management of business risks, effective management is most important, and for consumer risks different types of insurance.

Keywords: travel services, preference factor, market modeling, innovation, risks

Введение

Туризм постепенно становится одним из стратегических видов деятельности в России, постоянно расширяется сфера услуг, и ее разнообразие. Особую роль стал играть внутренний туризм. Это обусловлено экспансией новой социокультуры, выражающейся, с одной стороны,

в возврате интереса к национальным традициям, а с другой в фискальных возможностях туризма [1]. Многие воспринимают туризм как новый вид коммуникаций и демонстрации статуса. Это выражается в устойчивом повышении доли этой сферы в ВВП ведущих рыночных стран. Суммарная доля стоимости услуг в этой сфере

Для цитирования

Киселева И.А., Симонович Н.Е., Литвинова А.В., Шаповалов Ю.А. Инновационные риски на рынке туристических услуг // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 344–349. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-344-349

For citation

Kiseleva I.A., Simonovich N.E., Litvinova A.V., Shapovalov Yu.A. Innovation risks in the market of tourist services. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 344–349. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-344-349

в ВВП стран G20 превышает 60% по данным на 2015 г. (США – 79,6%, Франция – 77,6%, Греция – 75,3%, Великобритания – 74,5%), в РФ этот показатель находится в пределах 60%.

Рост бюджетности туризма и туристических услуг коррелирует с инновационными процессами [2]. В связи с этим становится очевидной актуальность исследования инновационных процессов на рынке туристических услуг. В то же время данный аспект инновационной деятельности, касающийся именно сферы услуг, недостаточно изучен. В значительной степени это обусловлено тем, что понятие инновации, и инновационной деятельности в том числе, долгое время трактовалось узко – в основном в технологической и технической сфере, считалось, что они требуют значительных затрат. Однако уже с 2005 г., появились официальные документы, в которых зафиксирована более широкая трактовка понятия инноваций. В частности, в новом Руководстве Осло (2005 г.) в понятие инновационного процесса были включены нововведения в области организации и маркетинга, а сейчас и налоговый консалтинг, и туризм. Это создает методические предпосылки для исследования инновационных процессов в сфере услуг, в которой доля данных видов деятельности традиционно очень высока [3].

В ряде стран туристические инновации стали занимать новым источником доходов бюджета. Лидерами являются (в силу географических причин и смешения различных культур) островные государства и анклавы: Макао (89,5%), Антигуа и Барбуда (75,8%), Мальдивы (61,3%), Сейшеллы (54,5%), Багамы (53,6%). Однако и другие развитые страны характеризуются достаточно высокой долей туризма в ВВП: Греция – 15,5%, Испания – 15,3%, Австрия – 12,5%; чуть ниже доля туризма в ВВП в Турции, Египте, ОАЭ. В России эта доля составляет ≈6% ВВП, что соответствует всего лишь 138-у месту в рейтинге стран по этому показателю [4].

Основная часть

Развитие туризма является важным показателем, характеризующим открытость экономики страны, а также приоритеты государственной политики, ориентированной на учет современных тенденций к глобализации, интеграции и межкультурному взаимодействию различных стран. Кроме того, формирование эффективно функционирующего туристского комплекса является во многих странах «локомотивом» экономического роста [5]. Возможности туризма для развития российской экономики оказались нереализованными, поскольку, хотя Россия и обладает богатым туристско-рекреационным потенциалом, но он в настоящее время недостаточно востребован.

В туристическом бизнесе следует различать следующие основные группы рисков:

1. предпринимательские, сопутствующие деятельности различных турфирм, предприятий размещения, развлечений, питания и т. д., являющихся производителями туристических услуг;

2. потребительские, которым подвержены туристы, выступающие в качестве потребителей услуг;

3. политические, обусловленные международным положением, противостоянием таможенных режимов, валютных систем.

Предпринимательские риски, в свою очередь, делятся на внутренние (предполагающие принятие решений на уровне рассматриваемого предприятия) и внешние, обусловленные взаимодействием предприятия с внешней средой (экономическими и природными объектами этой среды) [6].

Процессы принятия решений (и обуславливаемые ими риски) могут осуществляться на стадиях создания, функционирования, а также модернизирования предприятия. На стадии создания (образования) фирмы наиболее часто возникают проектные риски, обусловленные излишним оптимизмом и переоценкой эффективности будущего бизнеса. При этом не всегда учитываются риски реализации негативных условий, препятствующих возникновению новой структуры: высокие барьеры вхождения в рынок, неблагоприятная ценовая конъюнктура на приобретение оргтехники и аренду помещений, неудачное размещение будущей фирмы (предопределяющее отсутствие спроса на туристические услуги) и т. д.

Для уже работающего предприятия могут возникнуть риски потери эффективности из-за плохого менеджмента (отсутствие рекламы, неправильный подбор персонала, ориентация на сегмент туристических услуг с малым спросом и т. д.).

Туристическая фирма, реализующая инновационную стратегию своей деятельности, сталкивается с особыми рисками, сопровождающими инновации: 1) низким спросом на инновационные услуги ввиду недостаточной информации о них, а также отсутствием отзывов от потребителей этих услуг; 2) недооценкой стоимости реализации инновационной услуги; 3) появлением, так называемых, проблемных нововведений и т. д.

При взаимодействии фирмы с внешней средой возникают риски банкротства, обусловленные жесткой конкурентной борьбой, нарушения сложившихся связей между турагентом и туроператором (в случае, например, ухода с рынка одного из них), кредитные риски (угрозы невыплаты долговых обязательств) и т. п. Кроме того, у турфирмы могут возникнуть убытки от стихийных бедствий – пожара, наводнения,

цунами, которые приводят к потере имущества фирмы и гибели персонала. Фирма несет также менее масштабные убытки и в случае неблагоприятных погодных условий: например, нелетная погода, нарушающая график трансфера туристов; отсутствие связи или электричества из-за обрыва проводов и т. д.

Потребительские риски определяются как субъективными (внутренними), так и объективными (внешними) факторами. Так, запланированная туристическая поездка может не состояться из-за проблем со здоровьем, по семейным обстоятельствам (например, смерть родственника), из-за необходимости решения важных дел на работе и т. д. Внешние факторы потребительских рисков чаще всего связаны с невыполнением обязательств со стороны производителя услуг (например, условия размещения и питания туриста могут не соответствовать заявленному). Возможны также риски, с выполнением обязательств, в случае травм или болезней клиентов и т. д. [7].

При осуществлении туристской деятельности и производители, и потребители туристских услуг стремятся к снижению рисков и минимизации возникающих при этом ущербов.

Методы управления рисками и снижением возникающих при этом ущербов достаточно унифицированы (как для предпринимательских, так и потребительских рисков) и меняющиеся экономические факторы приводят к появлению все новых инструментов:

1) прогнозирование рисков и принятие рациональных решений по их избежанию (для туристических фирм, это, прежде всего эффективный менеджмент);

2) метод уклонения, это последнее требование налоговых служб, каждая организация обязана проверять надежность своих партнеров. Негативная бизнес и налоговая информация не являются коммерческой тайной; [8, с. 42].

3) распределение (диверсификация) риска между различными участниками туристской деятельности или сегментами рынка туристического продукта;

3.1) диссипация, этот метод инновационное управление временем и адресными инвестициями;

4) создание резервов для покрытия возможных ущербов;

4.1) локализация, предполагает создание полигона для рискованных проектов и инвестиционной «подушки»;

5) страхование выявленных рисков (в том числе – имущества, здоровья, жизни) в страховом бизнесе;

6) хеджирование рисков с помощью финансовых инструментов;

6.1) метод компенсаций, предполагающий использование мониторинга и агрессивного маркетинга [9].

При этом для управления предпринимательскими рисками наибольшее значение имеет эффективный менеджмент, а для потребительских рисков – различные виды страхования.

Таким образом, одной из первоочередных задач туристического бизнеса является выявление и прогнозирование рисков. В рамках данной задачи на основе когнитивно-гносеологического подхода (предполагающего использование критерия степени определенности возможных исходов или последствий различных действий, с которыми сталкивается лицо, принимающее решение – ЛПР) риски туристической деятельности классифицируются иначе:

1) риски, наступление которых предопределено спецификой набором условий, и которые достаточно хорошо прогнозируются;

2) риски, наступление которых зависит от одного из множества частных исходов, причем каждый исход имеет вычисляемую или экспертно оцениваемую вероятность появления; предполагается, что ЛПР эти вероятности известны или их можно определить путем экспертных оценок;

3) выбор решений в условиях неопределенности, когда то или иное действие или несколько действий имеют своим следствием множество частных исходов, но их вероятности совершенно не известны или не имеют смысла.

При минимизации рисков второй группы используются такие методы как: 1) определение вероятностей наступления событий экспертным способом; 2) формирование сценариев и построение деревьев принятия решений [10]. Для большей объективности экспертного способа задания вероятностей в этом процессе обычно участвует не один эксперт, а целая группа экспертов. При этом их мнения могут сильно различаться, что ставит под сомнение целесообразность такого подхода. В этих случаях обычно рассчитывается коэффициент конкордации (согласованности экспертных оценок), в том случае, если этот коэффициент меньше 0,5, значение его предъявляется экспертам и производится еще одна итерация по оценке вероятностей – до тех пор, пока значение коэффициента конкордации не будет удовлетворять условию: $\geq 0,5$. Численный пример процедуры экспертного назначения вероятностей наступления рискованных событий в туристическом бизнесе приводится в работе [11, с. 8].

Сценарный подход и (как более сложный случай) построение деревьев решений базируется на построении исходной посылки о том, что объект имеет достаточно обозримое число вариантов развития. Метод деревьев особенно полезен в том случае, когда решения, принимаемые в конкретный момент времени, с одной стороны, зависят от решений, принятых ранее, а с другой – сами определяют будущее развитие событий.

Минимизировать риски по третьей группе обычно не удастся. Данный ряд событий относится к группе так называемых непредвиденных обстоятельств. Войны, теракты и катаклизмы являются наименее прогнозируемым риском в работе турагента и туроператора. Сложно предугадать как саму проблему, так и реакцию туристов на нее. В случае войны в стране, принимающей туристов, доходы теряет и туроператор, и турагент, продававший путевки на это направление и позиционировавший себя как специалист по данной стране. Теракты и стихийные бедствия сопровождаются резким снижением цен на данное направление и, соответственно, снижением дохода агентства.

При оценке ущербов, возникающих вследствие наступления негативного события, широко применяется проектный подход, когда инвестиционный проект развития предприятия (в данном случае – турфирмы) исследуется на чувствительность к возможным негативным возмущениям внешней или внутренней среды. Этот подход сочетается обычно с экспертным методом назначения вероятностей, в результате чего рассчитывается математическое ожидание прибыли предприятия.

Важная задача, возникающая на стадии формирования фирмы, состоит в выборе будущего проекта развития. При этом выбор проекта осуществляется чаще всего на основании пары критериев – риска и дохода, которые, как правило, являются конкурирующими: наиболее доходные проекты являются и более рискованными [12].

Наиболее часто подобная ситуация возникает у предприятий, осуществляющих инновационную деятельность. Возможные подходы и способы отбора различных проектов рассмотрены в работе. Суть этих способов состоит в следующем.

Принимается исходная гипотеза о том, что «мерой риска некоторого решения или операции является среднее квадратичное отклонение (положительный квадратный корень из дисперсии) от среднего значения показателя эффективности (прибыли) в результате принятия этого решения.

Поскольку риск обусловлен недетерминированностью исхода решения, то, чем меньше разброс (дисперсия) результата решения, тем более он предсказуем, т. е. меньше риск. Если вариация (дисперсия) результата равна нулю, риск полностью отсутствует» [13, с. 12].

Следует также учитывать современную тенденцию постепенного перехода от модели туризма “3S” к модели “3L” (“3S” – See, Sun, Sand – море, солнце, песок; “3L” – Lore, Landscape, Leisure – знание, ландшафт, досуг). То есть усиление культурно-познавательных мотивов туризма, замещающих мотивы пассивного отдыха у моря. Данная тенденция – это фактор, содействующий намеченному инновационному курсу развития туризма в регионах.

Еще одно направление совершенствования туризма состоит в интеграции информационного пространства в данной сфере услуг [14]. В настоящее время туристическая индустрия в регионах представлена большим числом малых турфирм. В то же время такая раздробленность индустрии туризма создает информационные проблемы. С целью координации деятельности этих фирм целесообразно создание единого центра, выполняющего информационные, координационные и диспетчерские функции.

К числу важных инноваций в туристическом бизнесе является внедрение ресурсосберегающих и природоохранных технологий [15, с. 35]. Туризм как отрасль имеет выраженную ориентацию на использование природных ресурсов. В отличие от других отраслей он сам вызывает мощные миграции людей к местам сосредоточения рекреационных ресурсов. Кроме того, должны быть предусмотрены мероприятия по ликвидации возникающего ущерба на основе восстановительных технологий.

Заключение

Внедрение данного ассортимента инновационных услуг невозможно, во-первых, без их экономического обоснования [16, с. 41] (на основе экономико-математических моделей и методов); а во-вторых, без разработки соответствующих организационно-экономических механизмов, обеспечивающих вхождение на рынок туруслуг и дальнейшее их функционирование.

С этой целью должны быть осуществлены инновации в области знаний – создании новых экономико-математических методов оценки эффективности используемых технологий при оказании туристских услуг, [17, с. 56], обосновании различных стратегий управления туристическими предприятиями, оптимизации

ассортимента и структуры рассматриваемых услуг, а также другие методы и модели, ориентированные на совершенствование менеджмента в туристической деятельности [18]

Необходимо разработать методику встраивания экономико-математических моделей и оптимизационных задач в функциональной области туризма в среду информационной

системы без повторного ввода информации [19]. Существуют некоторые модели по туризму, среди которых можно выделить статистические, оптимизационные и динамические. Но в настоящее время нет реализуемых динамических моделей, учитывающих рыночные элементы в туристической деятельности [20].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Жукова М.А. Индустрия туризма: менеджмент организации. М.: Финансы и статистика, 2012. 200 с.
- 2 Черешкин Д.С. Управление рисками и безопасностью. М.: Издательская группа URSS, 2010. 200 с.
- 3 Гуляев В.Г. Туризм: экономика и социальное развитие. М.: Финансы и статистика, 2003. 304 с.
- 4 Исмаев Д.К. Основная деятельность туристской фирмы (на примере российского турбизнеса). М.: ООО «Книгодел»: МАТГР, 2015. 158 с.
- 5 Иванов А.П., Сахарова И.В., Хрусталеv Е.Ю. Финансовые методы управления инвестиционной привлекательностью компании // Аудит и финансовый анализ. 2006. № 1. С. 124–141.
- 6 Ефремова Н.Е. Системный подход к управлению рисками на предприятиях туризма // Известия ТулГУ Экономические и юридические науки. 2013. № 5–1. С. 109–115.
- 7 Alexander C. Financial Risk Management and Analysis. Wiley, 1996.
- 8 Киселева И.А., Трамova А.М. Моделирование прогнозирования спроса на рынке туристических услуг // Интернет-журнал Науковедение. 2013. № 6 (19). С. 42.
- 9 Brigham E. Fundamentals of financial Management. The Dryden Press, 1992.
- 10 Здорov А.Б. Экономика туризма. М.: Финансы и статистика, 2004. 272 с.
- 11 Киселева И.А., Трамova А.М. Инновационная стратегия развития отраслевых комплексов как условие устойчивого экономического роста // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 1. С. 2–10.
- 12 Власов А. Риск-менеджмент: система управления потенциальными потерями // Бизнес. 2013. № 5. С. 25–32.
- 13 Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталеv Е.Ю. Моделирование рисковvх ситуаций в экономике и бизнесе. М.: Финансы и статистика, 2003. 222 с.
- 14 Ушаков Д.С. Прикладной туvроперейтинг. М.: ИКЦ «MapT», 2014. 416 с.
- 15 Киселева И.А., Симонович Н.Е. Инновационные методы принятия решений в условиях рисков: психологические аспекты // Аграрное образование и наука. 2016. № 2. С. 35.
- 16 Киселева И.А., Симонович Н.Е. Конкурен-тоспособность предприятия в условиях глобализации общества: влияние корпоративной культуры // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 11. С. 39–44.
- 17 Кабушкин Н.И. Менеджмент туризма. Минск: Новое знание, 2005. 408 с.

- 18 Акаев А.А. и др. Проекты и риски будущего: концепции, модели, инструменты, прогнозы. М.: Издательская группа URSS, 2011. 432 с.
- 19 Anderson C. Makers: The New Industrial Revolution. NY.: Crown Business, 2012. P. 272.
- 20 Rodoula H. Strategic Marketing in Tourism Services Business & Economics. 2012. P. 434.
- 21 Родионова Н.С., Дерканосова А.А. Анализ экономической эффективности инновационной технологии производства мучных кондитерских изделий для бортового питания // Вестник Воронежской государственной технологической академии. 2011. № 4. С. 58–60.
- 22 Ильина Т. С., Захаров Н. Ю. Управление образовательными рисками // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 290–295. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-290-295
- 23 Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю. Процедуры параметрической оценки экономической безопасности промышленного предприятия // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12–2 (53–2). С. 756–758.
- 24 Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю., Гнеушева Н.М. Обеспечение корпоративной экономической безопасности на основе управления изменениями // Современная экономика: проблемы и решения. 2012. № 11 (35). С. 39–44.

REFERENCES

- 1 Zhukova M.A. Industriyatourizma: menedzhmentorganizatsii. [Tourism industry: management of the organization] Moscow, Finansyistatistika, 2012. 200 p. (in Russian)
- 2 Chereshekin D.S. Upravlenieriskamiibezopasnost'yu [Risk and Security Management] Moscow, Izdatel'skayagruppa URSS, 2010. 200 p. (in Russian)
- 3 Gulyaev V.G. Turizm: ekonomikaisotsial'noerazvitie [Tourism: economics and social development]. Moscow, Finansyistatistika, 2003. 304 p. (in Russian)
- 4 Ismaev D.K. Osnovnayadeyatelnost' turistskoifirmy (na primererossiiskogoturbiznesa) [The main activity of the tourist company (on the example of the Russian tourist industry)]. Moscow, ООО «Knigodel»: MATGR, 2015. 158 p. (in Russian)
- 5 Ivanov A.P., Sakharova I.V., Khrustalev E. Yu. Financial methods of managing the company's investment attractiveness. *Audit ifinansovyanaliz*. [Audit and financial analysis] 2006. no. 1. pp. 124–141. (in Russian)
- 6 Efremova N.E. A Systems Approach to Risk Management at Tourism Enterprises. *IzvestiyaTulGU. Ekonomicheskieiuridicheskienauki* [Proceedings of TulSU] 2013. no. 5–1. pp.109–115. (in Russian)
- 7 Alexander S. Financial Risk Management and Analysis. Wiley, 1996.
- 8 Kiseleva I.A., Tramova A.M. Modeling of forecasting of demand in the market of tourist services *Internet-zhurnal Naukovedenie*. [Internet-journal Naukovedenie] 2013. no. 6 (19). pp. 42. (in Russian)

9 Brigham E. Fundamentals of financial Management. The Dryden Press, 1992.

10 Zdorov A.B. Ekonomikaturizma. [Economy of Tourism] Moscow, Finansyistatistika, 2004. 272 p. (in Russian)

11 Kiseleva I.A., Tranova A.M. Innovative strategy of development of industrial complexes as a condition for sustainable economic growth. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*. [Regional economy: theory and practice] 2014. no. 1. pp. 2–10. (in Russian)

12 Vlasov A. Risk Management: Potential Loss Management System. *Biznes*. [Business] 2013. no. 5. pp. 25–32. (in Russian)

13 Dubrov A.M., Lagosha B.A., Khurstalev E. Yu. Modelirovaniye riskovykh situatsiy v ekonomike i biznese [Modeling of risk situations in economy and business] Moscow, Finansyistatistika, 2003. 222 p. (in Russian)

14 Ushakov D.S. Prikladnoy turizme. [Applied tour reporting] Moscow, IKTs «MarT», 2014. 416 p. (in Russian)

15 Kiseleva I.A., Simonovich N.E. Innovative methods of decision-making in the context of risks: psychological aspects. *Agrarnoe obrazovanie i nauka*. [Agrarian education and science] 2016. no. 2. pp. 35. (in Russian)

16 Kiseleva I.A., Simonovich N.E. Competitiveness of an enterprise in the context of globalization of society: the impact of corporate culture. *Natsional'nye interesy: priority bezopasnosti*. [National interests: priorities and security] 2014. no. 11. pp. 39–44. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Киселева д.э.н., профессор, кафедра математических методов в экономике, Российский экономический Университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия, kia1962@list.ru

Николай Е. Симонович д.псих.н., профессор, кафедра психологии личности Института психологии им. Л.С. Выготского, Российский Государственный Гуманитарный Университет, Миусская пл., 6, г. Москва, Россия, nsimoni@mail.ru

Алла В. Литвинова д.э.н., зав. кафедрой, кафедра финансов и кредита, Волжский филиал Волгоградского государственного университета, ул. 40 Лет Победы, 11, Волжский, 404133, Россия, litvinova_av@mail.ru

Юрий А. Шаповалов студент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, meatech@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.11.2017

17 Kabushkin N.I. Menedzhmenturizma [Tourism Management] Minsk, Novoeznanie, 2005. 408 p. (in Russian)

18 Akaev A.A. Proekty i riski budushchego: kontseptsii, modeli, instrumenty, prognozy [Projects and risks of the future: concepts, models, tools, forecasts]. Moscow, Izdatel'skaya gruppa URSS, 2011. 432 p. (in Russian)

19 Anderson C. Makers: The New Industrial Revolution. New-York, Crown Business, 2012. p. 272.

20 Rodoula H. Strategic Marketing in Tourism Services Business & Economics 2012. pp. 434.

21 Rodionova N.S., Derkanosova A.A. Analysis of the economic efficiency of innovative technology for the production of flour confectionery products for on-board nutrition. *Vestnik VGTA*. [Proceedings of Voronezh State Technological Academy] 2011. no. 4. pp. 58–60. (in Russian)

22 Il'ina T. S., Zakharov N. Yu. Management of educational risks. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 290–295. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-290-295.

23 Kolomytseva O.Yu., Kolesnikova E.Yu. Procedures for parametric estimation of economic security of an industrial enterprise. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship]. 2014. no. 12–2 (53–2). pp. 756–758. (in Russian)

24 Kolomytseva O.Yu., Kolesnikova E.Yu., Gneusheva N.M. Providing corporate economic security based on change management. *Sovremennaya ekonomika* [Modern economy: problems and solutions] 2012. no. 11 (35). pp. 39–44. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Kiseleva Dr. Sc. (Econ.), professor, mathematical methods in economics department, Plekhanov Russian University of economics, Plekhanov Russian University of economics, Stremyanny alley, 36, Moscow, Russia, kia1962@list.ru

Nikolai E. Simonovich Dr. Sci. (Psych.), professor, department of personality psychology institute named after L.S. Vygotsky, Russian State Humanitarian University, Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia, nsimoni@mail.ru

Alla V. Litvinova Dr. Sci. (Econ.), head of department, finance and credit department, Volzhsky Branch of Volgograd State University, 40-let Pobedy, 11, Volzhsky, 404133, Russia, litvinova_av@mail.ru

Yuryi A. Shapovalov student, technology of animal products, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, meatech@yandex.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2017

ACCEPTED 11.23.2017

Функциональные продукты питания как способ укрепления продовольственной безопасности региона

Оксана Г. Стукало¹ stukalo_oksana@mail.ru
Юлия А. Текутьева¹ teck.iulia@yandex.ru

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

Реферат. Решение проблемы продовольственной безопасности региона играет немаловажную роль для обеспечения населения необходимыми продуктами питания. В статье приведены способы достижения продовольственной безопасности. Представлены различные мнения о причинах проблемы продовольственной безопасности, в частности распространения генно-модифицированных организмов, а также низких доходов населения, неустойчивости цен на продовольствие и незначительных воспроизводственных возможностей. Проведен анализ производства и потребления различных продуктов питания в Российской Федерации (РФ) за последние годы. Также представлена динамика потребления основных видов продуктов питания в Воронежской области. Предложено решение проблемы продовольственной безопасности с помощью мучных кулинарных изделий с применением нетрадиционного растительного сырья, используемых также в качестве функциональных продуктов питания. Приведены примеры улучшения качества пищевых продуктов и повышения содержания пищевых волокон и других полезных питательных веществ, благодаря использованию вторичного сырья, выжимок и продуктов переработки растительного происхождения. Продовольственная безопасность региона имеет лишь условную территориальную локализацию, так как экономические отношения, возникающие между субъектами продовольственного сектора, охватывают всех без исключения субъектов региональной экономики. Особую роль в этих отношениях в сложившихся к настоящему времени условиях играют организации, относящиеся к сфере производства пищевых продуктов, а также организации, поставляющие для них наиболее дефицитные и значимые ресурсы, т.е. организации сферы образования, исследований и разработок. Именно поэтому, мы считаем, что основной акцент в исследовании продовольственной безопасности должен быть сделан на особенностях функционирования промышленных организаций, занимающих лидирующее положение на рынке продовольственных товаров, и на их взаимодействии с образовательными и научно-исследовательскими учреждениями.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, качество пищевых продуктов, функциональные продукты питания, вторичное сырье

Functional foods as a way of strengthening food security

Oksana G. Stukalo¹ stukalo_oksana@mail.ru
Yuliya A. Tekut'eva¹ teck.iulia@yandex.ru

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

Summary. The solution of the problem of food security in the region plays an important role in providing the population with the necessary food. The article describes ways to achieve food security. Different opinions are presented on the causes of the problem of food security, in particular the spread of genetically modified organisms, as well as low incomes of the population, the volatility of food prices and insignificant reproduction opportunities. The analysis of production and consumption of various food products in the Russian Federation (RF) in recent years has been carried out. Dynamics of consumption of the main types of food in the Voronezh region is also presented. An analysis has been made of the production and consumption of various food products in the Russian Federation (RF) in recent years. Dynamics of consumption of the main types of food in the Voronezh region is also presented. A solution to the problem of food security with flour culinary products using non-traditional plant raw materials, also used as functional food products, was proposed. Examples are given of improving the quality of food products and increasing the content of dietary fiber and other useful nutrients, thanks to the use of secondary raw materials, bugs and processed products of plant origin. The food security of the region has only conditional territorial localization, since the economic relations that arise between the subjects of the food sector cover all subjects of the regional economy without exception. A special role in these relations in the conditions that have developed up to now is played by organizations related to the sphere of food production, as well as organizations that supply them with the most scarce and significant resources, i.e. organization of education, research and development. That is why, we believe that the main emphasis in the study of food security should be made on the specifics of the functioning of industrial organizations occupying a leading position in the food market and on their interaction with educational and research institutions.

Keywords: food security, food quality, functional food, secondary raw materials

Введение

Продовольственная безопасность является неотъемлемой частью социально-экономического развития страны, обуславливающаяся обеспечением населения качественными продуктами питания, соответствующих требованиям технических регламентов и документов, по всей территории Российской Федерации согласно национальным нормам потребления.

Без решения проблемы продовольственной безопасности представляется затруднительным решение других острых экономических и социальных проблем. Ее необходимо рассматривать на разных уровнях: мировом, национальном, региональном, уровне домохозяйств и отдельной личности. Значимость данной проблемы определяется, прежде всего, тем, что в структуре потребностей человека, потребность в пище

Для цитирования

Стукало О.Г., Текутьева Ю.А. Функциональные продукты питания как способ укрепления продовольственной безопасности региона // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 350–357. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-350-357

For citation

Stukalo O.G., Tekuteva Yu.A. Functional foods as a way of strengthening food security. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 350–357. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-350-357

относится к первой группе, а степень ее удовлетворения недостаточна [1]. Кроме того, из-за тесной связи производства продовольствия и природной среды неэкологическое сельское хозяйство может привести к возникновению опасных факторов, влекущих за собой процессы, связанные с уменьшением количества и ухудшением качества природных ресурсов, от которых прямо или косвенно зависит производство продовольствия, а, следовательно, и продовольственная безопасность [2].

Согласно одному из наиболее распространенных определений, продовольственная безопасность достигается с помощью обеспечения физического и экономического доступа к безопасному и достаточному продовольствию [3].

Физическая доступность продовольствия может быть достигнута при наличии на территории страны продуктов питания в необходимом объеме и ассортименте (в соответствии с принятыми нормами потребления), причем их поступление должно быть бесперебойным. Обеспечение этого условия должно происходить за счет государственного контроля за внешними и внутренними поставками, а также имеющимися запасами продуктов питания.

Экономическая доступность продовольствия обуславливается тем, что каждый гражданин страны независимо от возраста, имущественного и должностного положения должен иметь достаточный уровень доходов для приобретения минимального набора продуктов питания. Достижение этого условия обеспечивается как за счет поддержания достаточного уровня доходов населения, так и за счет контроля за уровнем цен на продукты питания. Должна существовать также возможность самообеспечения населения продовольствием за счет личных подсобных хозяйств и дачных участков [4].

Безопасность питания обеспечивается с помощью качественного сырья и продуктов питания, которое должно соответствовать установленным требованиям и гарантировать безопасное потребление. Человек должен получать с пищей весь комплекс необходимых для нормального развития организма веществ и в то же время быть уверенным в ее безопасности, т. е. в отсутствии вредных для здоровья и окружающей среды веществ. Повышение интереса к безопасности продуктов питания в мире объясняется ростом числа заболеваний, связанных с пищевыми отравлениями. К тому же болезни, вызванные некачественным продовольствием, способны оказать негативное воздействие на состояние внутренней и внешней торговли, а также на доходы и занятость отдельных категорий населения [5].

Поэтому обеспечение доступности высококачественных и безопасных товаров в Стратегии

национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года определено в качестве гарантии достижения стратегического национального приоритета – повышения качества жизни российских граждан [6].

Анализ продовольственной безопасности в РФ

Оценка состояния продовольственной безопасности России не имеет единого мнения. Одни авторы считают, что продовольственная безопасность России не имеет никаких угроз, другие, наоборот, утверждают, что она в опасности, а третьи отмечают, что существует лишь потенциальная угроза, а нынешнее продовольственное положение страны характеризуется чертами, присущими временной зависимости от импорта [7].

Некоторыми исследователями проблема продовольственной безопасности рассматривается на примере распространения генно-модифицированных организмов и курительных смесей. Масштабное распространение в России генетически модифицированных организмов, опасность которых доказана учеными разных стран, ведет к возникновению бесплодия, всплеску онкологических заболеваний, генетических уродств и аллергических реакций, к увеличению уровня смертности людей и животных, резкому сокращению биологического разнообразия и ухудшению состояния окружающей среды. В современный период в Российской Федерации разрешено для использования 14 видов пищевой продукции растительного происхождения и 5 видов генетически модифицированных микроорганизмов. Среди них шесть сортов кукурузы, три – картофеля, три сорта сои, по одному сорту риса и свеклы. Соответственно каждый гражданин Российской Федерации имеет право на осознанный выбор качественных продуктов питания. В обязательном порядке производитель обязан маркировать те продукты питания, компоненты которых получены с применением генно-инженерно-модифицированных организмов, в случае если содержание указанных организмов в таком компоненте составляет более девяти десятых процента. Но в России эти нормы грубо нарушаются, так как отечественным аграрным товаропроизводителям действующее законодательство запрещает выращивать (производить) генно-модифицированную продукцию, а вот использование ими зарубежного генно-модифицированного сельскохозяйственного сырья, а также произведенного из него продовольствия разрешено [8].

Массовое распространение в России получили курительные смеси, обладающие галлюциногенным и психотропным действием. Курительные смеси представляют собой бренд травяных курительных смесей, обладающих

психоактивным действием, аналогичным действию марихуаны. Анализ работы правоохранительных органов по пресечению оборота запрещенных курительных смесей свидетельствует о том, что не всегда принимаются необходимые и достаточные меры по реальному привлечению виновных лиц к установленной законом ответственности. Также одной из серьезных проблем остается отсутствие методик проведения экспертиз курительных смесей и их компонентов. Во многих учреждениях здравоохранения не проводится специальная подготовка и переподготовка врачей по вопросу оказания медицинской помощи лицам, употреблявшим курительные смеси. Таким образом, законодательство ограничивает продажу курительных смесей в магазинах, но их распространение посредством интернет-торговли никак не регулируется [9].

Еще одними из немаловажных проблем продовольственной безопасности является отсутствие соответствующих доходов у потребителей и ухудшение воспроизводственных возможностей у производителей. Соответственно, все факторы снижающие доходы населения и ухудшающие воспроизводственные возможности производителей являются факторами, снижающими продовольственную безопасность. Продовольственная независимость Российской Федерации считается обеспеченной, если годовое производство жизненно важных продуктов питания в Российской Федерации составляет не менее 80 процентов годовой потребности населения в таких видах продуктов питания, соответствующих физиологическим нормам питания [10]. Решающая роль борьбы с факторами, снижающими продовольственную безопасность, возлагается на государство. России сохраняется высокая импортная зависимость страны по отдельным видам сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия. Оставляет желать лучшего и качество продукции, поскольку забраковывается от 10 до 50 % животного масла, сыров, колбасных изделий и копченостей, рыбных и мясных консервов, муки, хлебобулочных и макаронных изделий. Это происходит в первую очередь из-за недобросовестного отношения как производителей, нарушающих технологию производства, так и продавцов, не соблюдающих параметры хранения и сроков годности продуктов [11].

Несмотря на существующие проблемы, связанные с импортом продуктов питания, по мнению экономистов, наша страна в состоянии обеспечить экономическое развитие в аграрной сфере, потому что Россия имеет все возможности для этого. Некоторые ученые считают, что главный рычаг решения проблемы является импортозамещение. Единственный отрицательный момент

в этой политике то, что Россия не была подготовлена к такому повороту событий, так как ранее не уделяли особого внимания данной сфере. Сельхозпроизводители всегда ощущали нехватку денежных средств для развития и роста хозяйства, не имели никаких условий для конкурентно – способного пространства и государство не оказывало поддержку в том объеме, которая была необходима для выхода на рынок. Поэтому для активизации этого проекта понадобятся годы, чтобы страна стала независимой, а импортозамещение – это шанс вернуть российскую экономику, выйти из стагнации и увеличить ВВП [12].

Также многими рассматривается низкий уровень продовольственной независимости, который также прямо сказывается на ценовой неустойчивости на агропродовольственном рынке. Необходимо отметить, что при общем удовлетворительном уровне насыщенности продовольственного рынка системно возникают ситуации с краткосрочным дефицитом тех или иных видов продовольствия в отдельных регионах, а потребители не защищены от резких колебаний цен на продовольствие. Все эти факторы связаны с различным уровнем развития сельского хозяйства и пищевой промышленности в регионах России, неразвитости инфраструктуры рынка, высоких тарифах на перевозки и нехватка железнодорожного подвижного состава, олигополизации продовольственных рынков в ряде регионов, высоких барьеров доступа производителей на продовольственный рынок и многих других [13].

В последние годы в продовольственном обеспечении страны сформировались неблагоприятные тенденции, поэтому всем уровням органов власти необходимо принимать незамедлительные меры по улучшению ситуации на продовольственном рынке. И прежде всего, с макроэкономическим развитием связано решение проблемы продовольственной безопасности, так считают многие из авторов. Из этого следует, что на сегодняшний день изменение внешнеэкономической политики является актуальной задачей в улучшении продовольственной безопасности России. Благодаря решению этой проблемы возможно обеспечение спроса на отечественную продукцию, а также можно добиться реального роста российского аграрного сектора экономики [14].

Вышеуказанные задачи требуют долгой и тщательной работы над ними со стороны государства. При этом значительный вклад в этом также могут привнести исследователи, занимающиеся разработкой новых видов продуктов питания.

Непосредственная цель продовольственной безопасности Российской Федерации кроме обеспечения населения качественной и безопасной

пищевой продукцией, также состоит в формировании здорового типа питания, включающего разработку функциональных и обогащенных продуктов питания [15], которые, в свою очередь, могут сыграть немаловажную роль в развитии пищевой промышленности нашей страны.

Основными показателями для определения состояния продовольственной безопасности являются физическая доступность продовольствия, т. е. обеспечение населения всем необходимым ассортиментом продовольственных товаров на всей

территории страны, экономическая доступность и безопасность продовольствия для потребителей [16].

Согласно сведениям Федеральной службы государственной статистики РФ ниже (таблица 1) представлен уровень потребления различных групп продуктов питания [10], а также рекомендуемые нормы потребления [5].

В нижеуказанной диаграмме (рисунок 1) представлены данные объёмов потребления основных продуктов питания за 2017 год [11].

Таблица 1.

Потребление основных продуктов питания в Российской Федерации и Воронежской области

Table 1.

Consumption of basic foodstuffs in the Russian Federation and the Voronezh region

Группы продуктов Product groups	Норма, кг (шт.) / чел. в год Rate, kg (pcs.) / Person. in year	Российская Федерация, кг (шт.) / чел. в год Russian Federation, kg (pcs.) / Person. in year		Воронежская область, кг (шт.) / чел. в год Voronezh region, kg (pcs.) / Person. in year	
		2014	2015	2014	2015
Хлеб и хлебобулочные изделия Bread and bakery products	95–105	118	118	137	137
Картофель Potatoes	95–100	111	112	127	127
Молоко и молочные продукты Milk and dairy products	320–340	244	239	270	270
Мясо и мясопродукты Meat and meat products	70–75	74	73	89	90
Овощи Vegetables	120–140	111	111	130	130
Фрукты Fruit	90–100	64	61	75	74
Сахар Sugar	24–28	40	39	49	50
Яйца Eggs	260 шт.	269 шт.	269 шт.	338 шт.	338 шт.
Масло растительное Vegetable oil	10–12	13,8	13,6	15,0	15,0

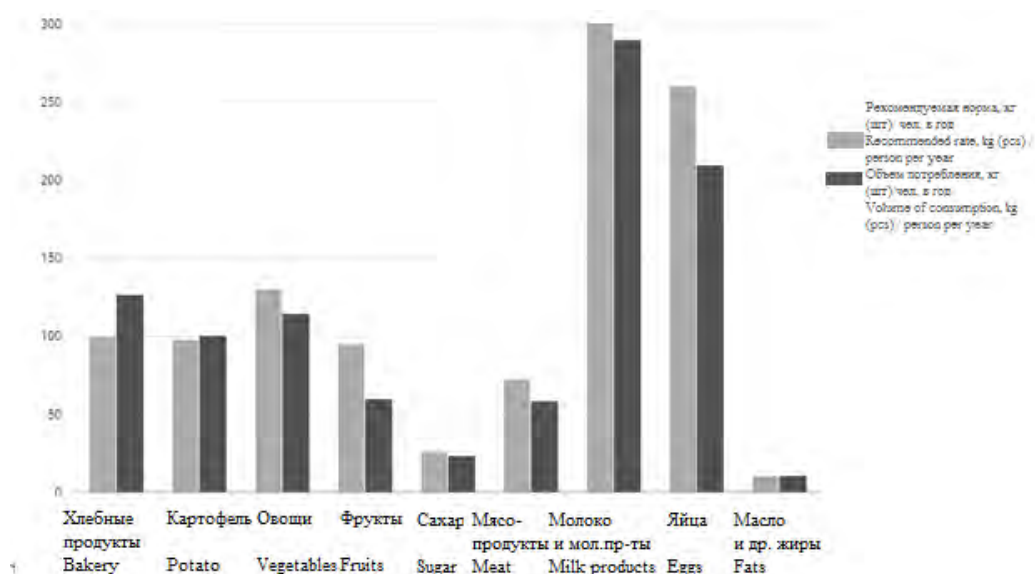


Рисунок 1. Потребление основных продуктов питания в Российской Федерации среди различных групп населения (2017 год)

Figure 1. Consumption of basic foodstuffs in the Russian Federation among different groups of the population (2017)

Согласно представленным данным, можно увидеть, что уровень потребления хлебобулочных изделий, картофеля, сахара, растительного масла и яиц в среднем по стране и Воронежской области завышен, в то время как количество используемых в питании овощей и фруктов в России не достигает рекомендуемой нормы потребления.

Улучшение продовольственной безопасности с помощью нетрадиционного растительного сырья

Хлеб и хлебобулочные изделия обладают высоким спросом среди россиян, уступая лишь молочным продуктам и яйцам, а в Воронежской области они занимают второе место. Таким образом, одним из способов укрепления продовольственной безопасности как государства, так и региона предложено применение нетрадиционного растительного сырья в производстве мучных кулинарных изделий, обладающими функциональными свойствами и содержащими различные полезные компоненты.

Одними из стратегически важных продуктов питания в России является хлеб и хлебобулочные изделия. Он имеет ряд преимуществ, среди которых низкая стоимость и доступность для населения. По итогам 2015 года в Российской Федерации показатели продовольственной безопасности по зерну составляет 99,2 %, что на 4,2 % выше порогового значения [12], что является благоприятным условием для расширения ассортимента хлебных продуктов, в частности мучных кулинарных изделий, а также обеспечение их доступности по всей территории страны. При этом, одним из главных недостатков данного вида продукта питания является недостаток полезных питательных веществ, необходимых для поддержания здоровья человека. В результате, это является еще одной причиной для развития производства мучных изделий, обогащенных растительными компонентами.

Данный способ позволит решить еще одну проблему, которой является несбалансированное питание, а также недостаток витаминов, и других питательных веществ, что влечет за собой проблемы со здоровьем, и как следствие либо дорогостоящее лечение, либо применение дополнительных синтетически синтезированных витаминов и минералов, которые также имеют достаточно высокие цены. Большая часть российского населения, с экономической точки зрения, не способна использовать дополнительные лекарственные и витаминные комплексы для обеспечения здорового функционирования

своего организма. Поэтому, для решения данной проблемы целесообразна разработка обогащенных, функциональных продуктов питания невысокой стоимости.

В настоящее время проведен ряд разработок по внесению различных растительных компонентов в мучные кулинарные и хлебобулочные изделия [14]. В частности, сырье растительного происхождения, богатое ПВ, не только положительно сказывается на качестве мучных и хлебобулочных изделий, но и способствует изготовлению продукции функционального действия, так как ПВ благотворно воздействуют на работу желудочно-кишечного тракта. На качество готовых изделий влияют не только пищевые волокна, но и другие компоненты растительного происхождения, а также соки, выжимки и другие продукты переработки растительного сырья.

Кроме того, одним из перспективных направлений является внесение в продукты питания вторичного сырья, например, жмых или шрот различных растительных продуктов, что экономически выгодно и целесообразно, так как такой вид сырья имеет достаточно низкую стоимость и позволит обеспечить минимальное количество отходов производства.

Развитие производства мучных кулинарных изделий можно считать высокоперспективным, так как использование нетрадиционных пищевых ресурсов и компонентов растительного происхождения нельзя считать исчерпанным. Это может способствовать не только улучшению качества, органолептических и микробиологических свойства данного вида продукции, но и использовать их в профилактике различных заболеваний, а также расширить ассортимент продуктов питания, в особенности хлебобулочных изделий.

Был проведен анализ влияния гороховой муки и сушеной петрушки на качество и безопасность булочки [15–19]. В результате была разработана рецептура булочки «Румяшка» с частичной заменой пшеничной муки высшего сорта на 10 и 1% гороховой муки и сушеной петрушки соответственно. Благодаря внесению новых растительных компонентов удалось не только увеличить срок хранения, ускорить технологический процесс приготовления изделия, что экономически выгодно, но и позволило улучшить усвояемость и аминокислотный состав продукта и повысить содержание антиоксидантов, витаминов, макро- и микроэлементов, что в целом, увеличило пищевую ценность. Сравнительная характеристика химического состава и биологической ценности булочки представлена в таблице 2.

Химический состав и биологическая ценность булочных изделий

Table 2.

Chemical composition and biological value of bakery products

Наименование показателя Indicator name	Контроль (булочка из пшеничной муки высшего сорта) Control (a bun of high-quality wheat flour)	Опыт (булочка «Румяшка») Experience (bun Rummyashka)
Белки, г / 100г Proteins, g / 100 g	10,70	11,90
Жиры, г / 100г Fats, g / 100g	1,20	1,30
Углеводы, г / 100г Carbohydrates, g / 100g	73,0	70,70
Пищевые волокна, г / 100г Dietary fiber, g / 100 g	4,00	5,00
Витамины на 100 г. Vitamins for 100 g.		
В ₁ (тиамин), мг B ₁ (thiamine), mg	0,28	0,344
В ₂ (рибофлавин), мг B ₂ (riboflavin), mg	0,08	0,114
В ₃ (пантотеновая кислота), мг B ₃ (pantothenic acid), mg	0,135	0,366
В ₆ (пиридоксин), мг B ₆ (pyridoxine), mg	0,015	0,051
В ₅ (ниацин), мкг B ₅ (niacin), µg	23,40	26,80
Е, мг E, mg	1,50	1,51
Минералы мг на 100 г. Minerals mg per 100 g.		
Кальций Calcium	27,97	48,89
Магний Magnesium	17,48	30,42
Калий Potassium	131,79	232,50
Фосфор Phosphorus	93,90	121,70
Натрий Sodium	778,18	785,67
Железо Iron	1,286	2,055
Цинк Zinc	0,091	0,464
Энергетическая ценность, ккал Energy value, kcal	345,20	341,20
Биологическая ценность, % Biological value, %	48,30	61,10

Заключение

Применение растительного сырья в производстве позволит не только обеспечить продовольственную безопасность, но и ряд других проблем, в частности обеспечение населения здоровой пищей, обладающей функциональными свойствами и восполняющими дефицит различных полезных веществ в рационе питания населения.

Продовольственная безопасность региона имеет лишь условную территориальную локализацию, так как экономические отношения, возникающие между субъектами продовольственного сектора, охватывают всех без исключения субъектов региональной экономики. Особую

роль в этих отношениях в сложившихся к настоящему времени условиях играют организации, относящиеся к сфере производства пищевых продуктов, а также организации, поставляющие для них наиболее дефицитные и значимые ресурсы, т. е. организации сферы образования, исследований и разработок. Именно поэтому, мы считаем, что основной акцент в исследовании продовольственной безопасности должен быть сделан на размещении и особенностях функционирования промышленных организаций, занимающих лидирующее положение на рынке продовольственных товаров, и на их взаимодействии с образовательными и научно-исследовательскими учреждениями.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Чеботарева М.С. Продовольственная безопасность в России и мире: сущность и проблемы // Молодой ученый. 2012. № 8. С. 149–151.
- 2 Стукало О.Г. Условия и предпосылки формирования индустрии продовольствия региона // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 8. С. 115–117.
- 3 Чернова О.А. Организационно-правовые проблемы обеспечения стратегических национальных приоритетов Российской Федерации в продовольственной сфере // Российская юстиция. 2011. № 12. С. 63–64.

- 4 Симонова С.С. Проблемы продовольственной безопасности в современной России // NB: Национальная безопасность. 2014. № 1. С. 1–8.

- 5 Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития России) от 2 августа 2010 г. № 593н г. Москва «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания».

- 6 Продовольственная безопасность. URL: http://www.detnadzor.ru/docs/ratio_norm_potreb.html.

7 Леванова Е.Г. Актуальные проблемы и способы решения продовольственной безопасности России // Science Time. 2015. № 4. С. 432–437.

8 Подольская Т.В. Экономические аспекты обеспечения продовольственной безопасности России // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2010. № 3. С. 60–72.

9 Потребительская корзина в России на 2017 год. URL: <http://finansiko.ru/potrebitelskaya-korzina-v-rossii-na-2016-god>.

10 Проблемы обеспечения продовольственной безопасности России // Молодежный научный форум: Общественные и экономические науки: электр. сб. ст. по материалам III студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. 2013. № 3 (3). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_social/3\(3\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_social/3(3).pdf).

11 Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1286360627828.

12 Обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации // Аналитический вестник. № 34 (633). URL: <http://council.gov.ru/media/files/d7AyThMfOHGKnaLJUoATIt3pvjU2HazD.pdf>

13 Домбровская, Я.П., Текутьева Ю.А. Применение нетрадиционного растительного сырья в производстве мучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. Т. 4. № 4. С. 86–94. doi: 10.14529/food160410

14 Gossalua A., Yu Chenb K., Hoc C.-T., Li S. Anti-inflammatory effects of characterized orange peel extracts enriched with bioactive polymethoxyflavones // Food Science and Human Wellness. 2014. V. 3. № 1. P. 26–35

15 Ефимов А.Б., Гринева М.Н. Проблема обеспечения продовольственной безопасности России и пути ее решения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № (4). С. 274–278.

16 Ranaa S., Guptad S., Ranaa A., Bhushana S. Functional properties, phenolic constituents and antioxidant potential of industrial apple pomace for utilization as active food ingredient // Food Science and Human Wellness. 2015. V. 4. № 4. P. 180–187

17 Khalimon T. et al. Influence of Financial Factors on Improving of Enterprise Competitiveness // Accounting and Finance. 2017. № 2. P. 127–132.

18 Трунова С.Е., Богомолов А.В., Белимова Е.А. Управление ресурсным потенциалом предприятия на основе функциональных продуктов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. №3. С. 186–193.

19 Olukunle O. T. Economic analysis of profitability and competitiveness of sugarcane enterprise in Nigeria // Journal of Development and Agricultural Economics. 2016. V. 8. №. 6. P. 160–171.

REFERENCES

1 Chebotareva M.S. Food safety in Russia and the world: essence and problems. *Molodoi uchenyi* [Young scientist] 2012. no. 8. pp. 149–151. (in Russian)

2 Stukalo O.G. Conditions and prerequisites for the formation of the food industry in the region. *Vestnik Kurskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy] 2015. no. 8. pp. 115–117. (in Russian)

3 Chernov OA Organizational and legal problems of ensuring the strategic national priorities of the Russian Federation in the food sector. *Rossiiskaya yustitsiya* [Russian Justice] 2011. no. 12. pp. 63–64. (in Russian)

4 Simonova S.S. Problems of food security in modern Russia. *Natsional'naya bezopasnost'* [NB: National Security] 2014. no. 1. pp. 1–8. (in Russian)

5 Prikaz minzdravsotsrazvitiya RF ot 2 avgusta 2010 № 593n [Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation (Ministry of Health and Social Development of Russia) of August 2, 2010, No. 593n Moscow "On the approval of recommendations on rational norms for the consumption of food products that meet modern requirements for healthy eating"] (in Russian)

6 Prodovol'stvennaya bezopasnost' [Food security] Available at: http://www.detnadzor.ru/docs/ratio_norm_potreb.html

7 Levanova, E.G. Actual problems and ways to solve Russia's food security. *Science Time*. [Science Time] 2015. no 4. pp. 432–437. (in Russian)

8 Podolskaya T.V. Economic aspects of ensuring food security of Russia. *Uchenya zapiski SKAGS* [State and municipal management. Scientific notes of NCAPS]. 2010. no 3. pp. 60–72. (in Russian)

9 Potrebitel'skaya korzina v Rossii 2017 [Consumer basket in Russia for 2017] Available at: <http://finansiko.ru/potrebitelskaya-korzina-v-rossii-na-2016-god>. (in Russian)

10 Problems of ensuring food security in Russia. Molodezhnaya nauchnyi forum [Youth Scientific Forum: Social and Economic Sciences: Electr. Sat. Art. on materials III stud. Intern. extramural scientific-practical work. conf.] 2013. no. 3 (3). Available at: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_social/3\(3\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_social/3(3).pdf) (in Russian).

11 Potrebienie osnovnykh produktov naseleniem RF [Consumption of basic food products by the population of the Russian Federation] Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/en/statistics/publications/catalog/doc_1286360627828. (in Russian)

12 Ensuring food security of the Russian Federation. *Analiticheskii vestnik* [Analytical Herald] no. 34 (633). Available at: <http://council.gov.ru/media/files/d7AyThMfOHGKnaLJUoATIt3pvjU2HazD.pdf> (in Russian)

13 Dombrovskaya, Ya.P., Tekutyeva Yu.A. Application of non-traditional plant raw materials in the production of flour culinary products of increased nutritional value. *Vestnik YuRGU* [Proceedings of SUSU. The series "Food and biotechnology"] 2016. vol. 4. no. 4. pp. 86–94. doi: 10.14529 / food160410 (in Russian)

14 Gossalua A., Yu Chenb K., Hoc C. - T., Li S. Anti-inflammatory effects of characterized orange peel extracts enriched with bioactive polymethoxyflavones. *Food Science and Human Wellness*. 2014. vol. 3. no. 1. pp. 26–35

15 Efimov A.B., Grineva M.N. The problem of ensuring food security of Russia and its solutions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2014. no. 4. pp. 274–278. (in Russian)

16 Ranaa S., Guptad S., Ranaa A., Bhushana S. Functional properties, phenolic constituents and anti-oxidant potential of industrial apple pomace for utilization as active food ingredient. *Food Science and Human Wellness*. 2015. vol. 4. no. 4. pp. 180–187

17 Khalimon T. et al. Influence of Financial Factors on Improving of Enterprise Competitiveness. *Accounting and Finance*. 2017. no. 2. pp. 127–132.

18 Trunova S.E., Bogomolov A.V., Belimova E.A. Management of the resource potential of the company based on functional products. *Vestnik VGUET* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2015. no. 3. pp. 186-193. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана Г. Стукало к.э.н., доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, stukalo_oksana@mail.ru

Юлия А. Текутьева студент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, teck.iulia@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Оксана Г. Стукало написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Юлия А. Текутьева обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 05.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.11.2017

19 Olukunle O. T. Economic analysis of the profitability and competitiveness of the sugarcane enterprise in Nigeria. *Journal of Development and Agricultural Economics*. 2016. vol. 8. no. 6. pp. 160-171.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana G. Stukalo 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, stukalo_oksana@mail.ru

Yuliya A. Tekut'eva student, management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, teck.iulia@yandex.ru

CONTRIBUTION

Oksana G. Stukalo wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Yuliya A. Tekut'eva review of the literature on an investigated problem

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.5.2017

ACCEPTED 11.24.2017

Минимизация транзакционных издержек в процессе воспроизводства национального богатства

Ирина А. Гущина¹ i-gyshina@yandex.ru

¹ Волгоградский государственный аграрный университет, пр-т Университетский, 26, 400002, г. Волгоград, Россия

Реферат. Процесс воспроизводства национального богатства сопровождается транзакционными издержками, которые имеют ряд особенностей. Структура этих издержек неоднородна. Обусловлено это тем, что основная часть издержек напрямую связана с обеспечением обмена между индивидами. Величина и структура транзакционных издержек оказывает существенное влияние на динамику инвестиций в развитие национального богатства, а также на его движение по стадиям воспроизводственного процесса. Транзакционные издержки создают систему стимулов, которая обуславливает поведение индивидов в тех или иных условиях. Из-за того, что цели экономических агентов неоднозначны, то одни из них будут заинтересованы в минимизации транзакционных издержек, а другие непосредственно будут стремиться к их увеличению. Проблемы транзакционных издержек в процессе воспроизводства национального богатства являются малоисследованными в современной экономической литературе. В связи с этим предполагается определить и уточнить сущность этих издержек, причины их возникновения, отличительные черты и особенности. Выяснено, что основными формами транзакционных издержек воспроизводства национального богатства являются: издержки поиска необходимых ресурсов и оценка их полезных свойств; издержки оппортунистического поведения; издержки заключения контрактов и обеспечения их выполнения; издержки экономической реализации собственности на человеческий капитал. Изучение особенностей и форм транзакционных издержек, а также специфика их проявления дает возможность осуществлять их минимизацию. Для этого разработаны критерии оценки всех форм транзакционных издержек, изучен противоречивый характер влияния транзакционных издержек на воспроизводство национального богатства, институциональные устройства и инструменты, использование которых позволит не только минимизировать эти издержки, но и при определенных условиях обеспечивать их возрастание.

Ключевые слова: национальное богатство, транзакционные издержки, воспроизводство национального богатства, минимизация транзакционных издержек

Minimization of transaction costs in the process of reproduction of national wealth

Irina A. Gushchina¹ i-gyshina@yandex.ru

¹ Volgograd State Agricultural University, Universitetsky av., 26, 400002, Volgograd, Russia

Summary. The process of reproduction of national wealth is accompanied by transaction costs, which have a number of features. The structure of these costs is heterogeneous. Due to the fact that the bulk of the costs directly associated with the provision of exchange between individuals. Size and structure of transaction costs has a significant impact on the dynamics of investment in the development of the national wealth and its movement in stages of the reproductive process. Transaction costs create an incentive system that determines the behavior of individuals in certain circumstances. Due to the fact that the objectives of economic agents are mixed, then some of them will be interested in minimizing transaction costs and other directly will tend to increase. The problem of transaction costs in the process of reproduction of national wealth are unexplored in current economic literature. In this regard, it is expected to determine and clarify the nature of these costs, their causes, the distinctive features and characteristics. Clarified that the basic forms of transaction costs of reproduction of the national wealth are: the costs of finding the required resources and estimation of their useful properties; the opportunity costs; the costs of Contracting and enforcement; the costs of economic realization of ownership of human capital. The study of characteristics and forms of transaction costs, as well as the specifics of their manifestation enables minimization. To this end, developed evaluation criteria for all forms of transaction costs, explored the contradictory nature of the impact of transaction costs on the reproduction of the national wealth, institutional arrangements and tools, the use of which will allow not only to minimize these costs, but under certain conditions to ensure their growth.

Keywords: national wealth, transaction costs, reproduction of the national wealth, minimization of transaction costs

Совокупность накопленных в стране экономических благ в форме физического капитала, природных ресурсов и человеческого капитала, обеспечивающих процесс воспроизводства, представляет собой национальное богатство.

Воспроизводство национального богатства сопровождается существенными транзакционными издержками. Объясняется это тем, что часть издержек напрямую связана с процессом обмена между индивидами. Количество и структура транзакционных издержек имеют весомое влияние на движение инвестиций по всем стадиям воспроизводственного процесса.

Данные издержки формируют совокупность стимулов, которые определяют деятельность экономического агента в различных условиях. При этом цели экономических агентов могут различаться: одна сторона заинтересована в уменьшении транзакционных издержек, а другая – в их увеличении. Эти обстоятельства являются основанием для формирования новых социально-экономических инструментов. Множество проблем, связанных с транзакционными издержками в процессе воспроизводства национального богатства, на сегодняшний день мало исследованы. Поэтому необходимо

Для цитирования

Гущина И.А. Минимизация транзакционных издержек в процессе воспроизводства национального богатства // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 358–362. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-358-362

For citation

Gushchina I.A. Minimization of transaction costs in the process of reproduction of national wealth. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 358–362. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-358-362

выявить социально-экономическое содержание транзакционных издержек, рассмотреть процесс их возникновения и особенности. Транзакционные издержки, характерные для воспроизводственного процесса национального богатства, имеют своеобразную форму. Раскрытие сущности, анализ и классификация издержек воспроизводственного процесса сделают возможным найти оптимальный путь и инструменты для минимизации транзакционных издержек.

Воспроизводство национального богатства представляет собой социально-экономический процесс, сопровождающийся затратами огромного числа ограниченных ресурсов. Роль транзакционных издержек заключается в создании препятствия, которое затрудняет движение инвестиций в воспроизводство национального богатства. Также издержки создают препятствия для поиска оригинальных путей и способов воспроизводства национального богатства. В большинстве случаев затраты на исследование новых возможностей связаны именно с получением информации, ее анализом и обработкой. В результате снижается альтернативная выгода использования национального богатства в современных условиях. Транзакционные издержки являются барьером для развития действующих правил и норм и таким образом препятствуют созданию эффективных институтов воспроизводства национального богатства. Заинтересованность некоторых групп людей в стабильности транзакционных издержек и даже, возможно, их максимизации, объясняется сохранением их статуса *quo* [5], тем самым эти группы извлекают огромные преимущества в процессе обмена редкими ресурсами. В случае если от мнения участников групп будет зависеть создание новых правил и норм, то это действие закончится полным фиаско.

В процессе воспроизводства национального богатства необходимо учитывать транзакционные издержки, которые имеют ряд свойств:

1) уменьшение транзакционных издержек довольно редко способствует уменьшению валовых издержек. Уменьшение транзакционных издержек в условиях институциональных изменений сопровождается увеличением трансформационных издержек. Например, руководство фирмы в наборе персонала отдает предпочтение родственным и дружеским связям, с целью неразглашения информации о незаконных сделках, а также чтобы оградить себя от мошенничества и обмана. Данное обстоятельство уменьшает транзакционные издержки, но качество труда будет значительно ниже, чем при трудоустройстве высококвалифицированного работника, следовательно, трансформационные издержки увеличиваются;

2) если уменьшение трансформационных издержек в процессе усовершенствования технологий оказывается единственным источником увеличения эффективности потребления ограниченных ресурсов и экономического роста, в таком случае, как пишет А.Е. Шаститко транзакционные издержки «не являются инвариантными по отношению к эффективному размещению ресурсов и расширению границ обмена» [4; с. 170];

3) в процессе воспроизводства национального богатства могут встречаться субституты и комплементы среди различных видов транзакционных издержек. Так, например, транзакционные издержки поиска ресурсов, с оценкой их полезных свойств, необходимых для воспроизводства национального богатства, взаимодополняются транзакционными издержками оппортунистического поведения, а процесс их возникновения объясняется специальным сокрытием и искажением информации. С другой стороны, детальная разработка контракта, увеличивает транзакционные издержки, но минимизирует издержки оппортунистического поведения.

Отсюда следует, что транзакционные издержки негативно влияют на воспроизводство национального богатства, поэтому необходимо определить пути их минимизации. Для этого необходимо произвести классификацию издержек и определить их конкретные формы. Первой формой таких издержек являются *издержки поиска информации об альтернативах сделки*. Воспроизводство национального богатства осуществляется за счет огромного количества ограниченных ресурсов. На поиск ограниченных экономических благ и на выявление их полезных свойств уходит большая часть этих ресурсов. Необходимо отметить, что затраты ресурсов на поиск благ и оценку их полезных свойств представляют собой в итоге затраты на приобретение информации. Однако приобретенная нужная информация не всегда является достоверной. В условиях неопределенности она постоянно асимметрична. Объясняется это тем, что одна сторона обмена знает больше о полезных свойствах блага, чем другая. Кроме того, более осведомленная сторона будет стремиться к увеличению выгоды от искажения этой информации [10].

Д. Норт считал, что «если строго следовать гипотезе о поведении, стремящемся к максимизации личной выгоды, то участники обмена будут мошенничать, воровать или обманывать, если вознаграждение за это превысит ценность доступных ему альтернативных возможностей» [2; с. 48]. Затраты на информацию в процессе поиска и оценке благ являются очень высокими и также создают барьер для обмена ограниченными ресурсами в процессе воспроизводства национального богатства. Анализируя

выше изложенное, можно сделать вывод о необходимости создания социально-экономических институтов, которые бы в свою очередь уменьшали бы эти затраты. Поиск информации об альтернативах сделки является необходимым и неотъемлемым свойством воспроизводства национального богатства.

Немаловажной формой транзакционных издержек, негативно влияющих на процесс воспроизводства, являются издержки оппортунистического поведения. Эти затраты обусловлены нечестным поведением контрагента, который скрывает или представляет ложную информацию о предлагаемом товаре [6]. Транзакционные издержки отрицательно сказываются как на процессе заключения контракта между агентами, так и на получении результата от реализации данного контракта. Также это отрицательное влияние связано с нежелательным отбором экономических ресурсов, которые используются для воспроизводства национального богатства. Данная ситуация представляет собой результат скрытой для контрагента информации о свойствах экономических ресурсов. Дж. Акерлоф утверждает: «Издержки недобросовестного поведения, таким образом, не ограничиваются той суммой, на которую обманут покупатель; в них необходимо также включить потери, связанные с сужением сферы честного бизнеса» [1; с. 98]. Для минимизации издержек оппортунистического поведения необходимы социально-экономические инструменты, такие как: репутация, лицензирование, государственные системы аккредитации и аттестации, рекомендательные письма.

Для воспроизводства национального богатства требуется использование различных ресурсов. Использование этих ресурсов в рамках рыночной экономики может быть достигнуто только при заключении огромного числа различных контрактных соглашений. Проектирование соглашений, процедура их заключения и реализации могут требовать огромных затрат времени и ресурсов. Отсюда следует, что воспроизводство национального богатства зависит от еще одного вида транзакционных издержек – *издержек ведения переговоров и заключения контракта*. Как считает О. Уильямсон, транзакции обладают такими характеристиками, как периодичность взаимодействия между экономическими агентами; уровень неопределенности и, наконец, степень специфичности ресурса, который является предметом соглашения или использование которого связано с выполнением контракта [3; с. 341]. Учитывая данные характеристики, необходимо выделить различные виды контрактов. О. Уильямсон считает, что классический контракт представляет собой

разовую сделку между контрагентами, реализующуюся в рамках высокого уровня определенности, используя при этом ресурсы с низкой специфичностью. Данный контракт предполагает только те отношения, которые прописаны в условиях контракта. Регулирование обмена происходит с помощью механизма цен, отсюда следует, что классический контракт – это стандартная форма рыночной сделки, где преимущественную роль играют цены, а процесс реализации проходит с минимальными транзакционными издержками.

Для неоклассического контракта характерно повышение интенсивности сделок между контрагентами и применение специфических ресурсов в условиях неопределенности. Таким образом, транзакционные издержки в условиях оппортунистического поведения могут иметь немалые значения. Для минимизации данных затрат контрактные соглашения наравне с формальными свойствами должны опираться на систему неформальных правил и включать в себя управленческую структуру через третью сторону (арбитражный суд).

Контракт получает название *отношенческого*, если взаимосвязь между участниками обмена становится регулярной, используются ресурсы, отличающиеся высокой специфичностью, и основная роль принадлежит отношениям взаимодействующих сторон. Условия данного контракта являются результатом взаимодействия сторон с учетом индивидуальных предпочтений. К сожалению, он является не завершенным. В условиях неопределенности возникающие транзакционные издержки могут быть значительными, и само заключение контракта такого вида становится под сомнение.

Огромное влияние на воспроизводственный процесс оказывают транзакционные *издержки экономической реализации собственности на человеческий капитал*. Осуществляются они в процессе присвоения контрагентами реализуемого ими продукта и показывают характер отношений собственности на человеческий капитал (рисунок 1). Отличительной особенностью человеческого капитала является то, что он неразрывно связан со своим носителем – человеком. Продуктом человеческой деятельности является труд, который является объектом собственности. В настоящее время владельцем человеческого капитала является свободный индивид. Но реализация данной собственности сопровождается транзакционными издержками. С правовой точки зрения, право собственности, а именно на человеческий капитал, представлено совокупностью правомочий. В результате экономической реализации собственности на человеческий капитал осуществляется перенос

совокупности прав, а именно, прав распоряжения и пользования этим ресурсом за вознаграждение. В итоге, в таком переносе экономической реализации собственности на человеческий капитал непосредственное участие принимает не только его настоящий собственник – носитель, но и пользователь. Собственник и пользователь работают согласно своим эгоистическим взглядам, поэтому уточнение величины вознаграждения как доля созданного данным ресурсом продукта непосредственно связано с транзакционными издержками. Забастовки и увольнения приводят

к потерям продукта человеческой деятельности [7]. Минимизировать данный тип издержек можно с помощью институциональных устройств, таких как профсоюзы и союзы предпринимателей. В процессе переговоров они создают условия и инструменты экономической реализации собственности на человеческий капитал. Главная роль в минимизации издержек принадлежит государству, которое формирует и соблюдает большую часть формальных правил, координирующих данную систему отношений.



Рисунок 1. Схема воспроизводства национального богатства и транзакционные издержки на стадии обмена
Источник: составлено автором

Figure 1. The scheme of reproduction of the national wealth and transaction costs at the stage of exchange
Source: compiled by the author

В статье было выяснено, что деятельность институционального механизма воспроизводства национального богатства сопровождается высокими затратами, которые представляют собой транзакционные издержки. Состав этих издержек весьма неоднороден. Основная их часть сконцентрирована на изменении качественных и количественных параметров национального богатства. Отсюда следует, что транзакционные издержки воспроизводства национального богатства – это затраты денег, времени, труда, направленные на обеспечение условий обмена, в ходе которого осуществляется формирование, распределение, обмен, совершенствование и сохранение национального богатства. Изучение проблемы воспроизводства национального богатства выявило, что транзакционные издержки в значительной степени усугубляют условия воспроизводства, а именно, для минимизации издержек государство вынуждено расходовать ресурсы. Транзакционные издержки усложняют поиск новых путей и способов реализации воспроизводства. Также они создают

барьер на пути преобразования существующих правил и норм в условиях институционального подхода, и таким образом замедляют развитие эффективной институциональной системы воспроизводства национального богатства. Уменьшение данного типа затрат редко провоцирует снижение валовых издержек и довольно нестабильно создает условия для увеличения эффективности совершаемых транзакций.

Во многих случаях увеличение транзакционных издержек содействует обеспечению деятельности контрагентов в социально-экономических условиях, принятых в социуме. Учитывая вышесказанное, данные обстоятельства формируют систему санкций, которые равным образом являются важным элементом институционального механизма. Изучение транзакционных издержек дает возможность определить степень их влияния на состояние производственного процесса и выяснить пути минимизации издержек в процессе осуществления экономической политики государства и предпринимательской деятельности экономических субъектов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Акерлоф Дж. Рынок «Лимонов»: неопределенность качества и рыночный механизм // THESIS. 1994. № 5. С. 91–104.
- 2 Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 180 с.
- 3 Уильямсон О.И. Экономические институты капитализма. Фирмы, рынки «отношенческая контрактация». СПб.: Лениздат, 1996. 638 с.
- 4 Шаститко А.Е. Неинституциональная экономическая теория. М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 1999. 465 с.
- 5 Шахназарян Г. Н. Стратегии сохранения и развития идентичности в условиях социальной неопределенности // Гуманитарий Юга России. 2014. №1.
- 6 Contractor F. J. 2012. Why do multinational firms exist? A theory note about the effect of multinational expansion on performance and recent methodological critiques // Global Strategy Journal. № 2 (4). P. 318-331.
- 7 Human Development Reports 2011 (HDR). United Nations Development Programme (UNDP). URL: http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2011.
- 8 Smarterinvesting. URL: <http://www.bankers.asn.au/smarterinvesting>.
- 9 Tan Y.H., Verhagen T. Perceived risk and trust associated with purchasing at electronic marketplaces. URL: <http://is2.lse.ac.uk/asp/aspecis/20040170>.
- 10 Wittchen F. Low efficiency and weak competition. The influence of corruption on the economic development // Diplomatisches Magazin. URL: www.diplomatisches-magazin.de/business-04-2012-en/A2.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Гущина ст. преподаватель, кафедра экологии и экономики природопользования, Волгоградский государственный аграрный университет, пр-т Университетский, 26, 400002, г. Волгоград, Россия, i-gyshina@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина А. Гущина полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.11.2017

REFERENCES

- 1 Akerlof G. Market for "Lemons": quality uncertainty and the market mechanism. *THESIS* [THESIS] 1994. vol. 5. pp. 91-104. (in Russian)
- 2 North D. Instituty, institutsional'nye izmeneniya [Institutions, institutional change and economic performance] Moscow, Nachala, 1997. 180 p. (in Russian)
- 3 Williamson O. I. Ekonomicheskie instituty kapitalizma [Economic institutions of capitalism. Firms, markets, "relational contracting"] Saint-Petersburg, Lenizdat, 1996. 638 p. (in Russian)
- 4 Shastitko A. E. Neoinstitutsional'naya ekonomicheskaya teoriya [New institutional economic theory] Moscow, Economic faculty of MSU, 1999. 465 p. (in Russian)
- 5 Shahnazaryan G. N. Strategies for the preservation and development of identity in conditions of social uncertainty. *Gumanitarii Yuga Rossii* [Humanities of the South of Russia] 2014. no. 1 (in Russian)
- 6 Contractor F. J. 2012. Why do multinational firms exist? A theory note about the effect of multinational expansion on performance and recent methodological critiques. *Global Strategy Journal*. no. 2 (4). pp. 318-331.
- 7 Human Development Reports 2011 (HDR). United Nations Development Programme (UNDP). Available at: http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2011.
- 8 Smarterinvesting. Available at: <http://www.bankers.asn.au/smarterinvesting>.
- 9 Tan Y.H., Verhagen T. Perceived risk and trust associated with purchasing at electronic marketplaces. Available at: <http://is2.lse.ac.uk/asp/aspecis/20040170>.
- 10 Wittchen F. Low efficiency and weak competition. The influence of corruption on the economic development. *Diplomatisches Magazin*. Available at: www.diplomatisches-magazin.de/business-04-2012-en/A2.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Gushchina senior lecturer, ecology and economics of nature management department, Volgograd State Agricultural University, Universitetsky av., 26, 400002, Volgograd, Russia, i-gyshina@yandex.ru

CONTRIBUTION

Irina A. Gushchina fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.2.2017

ACCEPTED 11.20.2017

Социальная ответственность как основа эффективного управления и условие повышения конкурентоспособности современной организации

Мария А. Гурина¹ mag30@mail.ru
Александр Д. Моисеев¹ lfags48@gmail.com

¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 30, г. Липецк, 398050, Россия

Реферат. В статье рассматривается подход к управлению организации на основе реализации стратегии социальной ответственности, которая обеспечивает условия для роста конкурентоспособности компании. Обобщаются теоретические положения ведущих зарубежных ученых о ключевой роли социальных факторов в успехе организации и основных условиях конкурентоспособности неэкономического характера, таких как человеческие ресурсы управления, компетенции персонала, удовлетворенность потребителей, репутация фирмы, организационно-управленческий потенциал и других. В рамках исследования обосновывается идея о смене целей управленческой парадигмы - развитии в экономике «социального бизнеса». Несмотря на неизменность природы частного предпринимательства – стремление к получению экономической выгоды, изменились: конкурентная среда, методы, взаимосвязи между прибылью и конкурентоспособностью в условиях постиндустриальной эпохи. Изменение потребительской структуры общества, усложнение конкурентной среды приводит к необходимости поиска других источников конкурентоспособности, одним из которых становится инвестиции в человеческий капитал. Человеческие ресурсы управления позволяют обеспечить долгосрочное развитие и достижение запланированных целей. Такой подход к пониманию конкурентоспособности организации получает все большее распространение среди зарубежных и отечественных компаний и позволяет включать управление социальными аспектами в стратегию развития предприятия. Делается вывод о том, что социально ответственная компания включает социальные цели в производственный процесс и оценочную деятельность предприятий, чем обеспечивает себе конкурентные преимущества в бизнесе. Важным выводом исследования является положение о том, что результаты работы социально ответственных организаций создают лучшие условия для развития территорий, где осуществляют свою деятельность, обеспечивая более высокий уровень благосостояния общества в целом.

Ключевые слова: социальная ответственность организации, конкурентоспособность организации, управление, социальные характеристики конкурентоспособности

The social responsibility as the basis for effective management and the condition for increasing the modern organization competitiveness

Mariya A. Gurina¹ mag30@mail.ru
Aleksandr D. Moiseev¹ lfags48@gmail.com

¹ Russian Academy of national economy and public administration under the President of the Russian Federation, Lipetsk branch, Intrnatsional'naya str., 30, Lipetsk, 398050, Russia

Summary. The article deals with the organization management based on the strategy of social responsibility implementation that supplies the conditions for a company's competitiveness development. The theoretical statements by the leading foreign researchers about the key role of social factors in an organization success and the main conditions of competitiveness such as human resources, staff competences, customers' pleasure, an organization's reputation, organizational and managing capacity, etc. The author discusses the idea of the new aim of the management paradigm is "social business" development in the economy. Despite the fact that entrepreneurship is still based on getting the economical benefit, the competitive area, the methods and the relationship between the profit and the competitiveness have changed in the post-industrial era. The change of the consuming society structure and the complication of the competitive area make us look for other sources of competitiveness, such as investments into the human resources. Such an approach to competitiveness is more and more spread among the foreign and national companies and allows to include social aspects management into the development strategy of a company. It is stated that a socially responsible company includes social goals in the production process, thus ensuring a competitive advantage in business. An important conclusion of the research is that socially responsible organizations create better conditions for the territories' development where they provide the society with a generally higher welfare level.

Keywords: social responsibility of the organization, competitiveness of the organization, organization management system, social characteristics of competitiveness

Для цитирования

Гурина М.А., Моисеев А.Д. Социальная ответственность как основа эффективного управления и условие повышения конкурентоспособности современной организации // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 363–369. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-363-369

For citation

Gurina M.A., Moiseev A.D. The social responsibility as the basis for effective management and the condition for increasing the modern organization competitiveness. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 363–369. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-363-369

Введение

В настоящее время повышение уровня конкурентоспособности организации, поиск возможностей для долгосрочного развития является ключевой проблемой современной экономики. От ее решения во многом зависит качество бизнес-процессов, доходность предприятий, их адаптация к рыночным условиям и последующий экономический и социальный рост [1]. Исследование проблемы развития организации с точки зрения конкурентоспособности требует комплексного подхода к пониманию механизмов и задач производственных систем, её образующих.

Как правило, при управлении коммерческой организации заботой руководителя является, главным образом, максимизация прибыли и ее распределение по основным направлениям хозяйственного портфеля. В тоже время для обеспечения её долгосрочного устойчивого развития необходимо создать условия для повышения её конкурентоспособности. Для решения этой задачи сегодня необходимо, чтобы социальные аспекты конкурентоспособности стали первостепенными в управлении компанией. Благодаря применению стратегии социальной ответственности руководство предприятия сможет обеспечить ему коммерческие выгоды, одновременно отвечая на запросы общества и способствуя росту его благосостояния. В последнее время такой подход получает все большее распространение в оценке конкурентоспособности [2].

Основная часть

В теории и практике менеджмента сохраняется традиционное представление о социальном управлении. Несмотря на то, что мы признаем формирование социальной рыночной экономики и то, что человеческие ресурсы являются решающим фактором производства, тем не менее, во многих исследованиях специалисты продолжают фетишизировать прибыль, как главную цель хозяйственной деятельности предприятия. Теоретически социальное управление опирается на диалог равноправных партнеров (работодателей и наемных рабочих), а в действительности многие ученые даже и не ставят под сомнение догму XIX века относительно купли-продажи труда и рабочей силы [3, С. 87].

Абсолютизация прибыли явно противоречит тем общественным достижениям, которые мы имеем. Например, существование Большого театра как национального достояния было бы невозможно, если во главу угла была бы поставлена прибыль.

Другим доказательством смены целей управленческой парадигмы является развитие в экономике «социального бизнеса». Несмотря на неизменность природы частного предпринимательства – стремление к получению экономической выгоды – меняются: конкурентная среда, методы, взаимосвязи между прибылью и конкурентоспособностью в условиях постиндустриальной эпохи.

Эволюция предпринимательства показывает, что индустриальная эра, где решающим фактором производства были финансовые и производственные ресурсы, и, соответственно, главным критерием эффективности управления была прибыль, закончилась в экономически развитых странах к концу 60-х годов XX столетия. Ценовой фактор, обеспечивающий успех предприятия в конкурентной борьбе, перестает быть определяющим. Увеличение объема продаж, снижение издержек производства, увеличение производительности и предложение товара по более низкой цене – все это не являются сегодня ключевыми факторами победы в конкуренции на рынке [4].

Сегодня решение потребителя о покупке того или иного продукта зависит не только от его цены, но и от его социальных аспектов: экологичности, моды, дизайна, брэнда, социального статуса покупателя и т. п. За последние полвека изменилась потребительская структура общества, а конкурентная среда стала сложной и многогранной. Для подтверждения нашей позиции приведем слова известного специалиста в области управления П. Друкера: «...В сущности, цель коммерческой фирмы определяется обществом, поскольку любое коммерческое предприятие является частью общества... Концепция максимизации прибыли на самом деле бессмысленна. Опасность этой концепции заключается в том, что она мифологизирует саму прибыльность предприятия... По сути, концепция мотива прибыли не просто бесполезна – она вредна» [12]. Другой специалист в области социального управления – Генеральный директор Международной организации труда Г. Райдер в своем докладе обращает внимание на отрицательное воздействие финансовой экономики на реальную экономику: «Одним из наблюдаемых эффектов стала погоня за высокими сиюминутными прибылями в ущерб устойчивости предприятий и занятости» [6].

Уже в 1954 г. Питер Друкер включал в ключевые факторы успеха, которые фирма должна отслеживать для достижения эффективности, удовлетворение спроса со стороны потребителя; социальную ответственность; настроение персонала; подготовку руководителей и нововведения.

В 1986 г. Питерс и Уотермен в своей книге «В поисках эффективного управления» определяют восемь факторов, которые характеризуют образцовые фирмы США: верность своему делу, ориентация на действие, лицом к потребителю, связь с жизнью, ценностное руководство, простота формы, скромный штат управления, отношение к человеку как к источнику качества и производительности, в организационной структуре сочетают централизованную и децентрализованную жесткость в отношении важных вещей, лояльность в остальном, самостоятельность и предприимчивость.

Таким образом, мы видим очевидную эволюцию во взглядах ведущих специалистов в области менеджмента относительно понимания, что является наиболее важным для обеспечения конкурентоспособности организации.

На наш взгляд, два основных фактора определяют успех современной организации в социальной рыночной экономике: а) возможности удовлетворения усложняющихся запросов потребителей; б) наличие соответствующего персонала, способного производить высококачественную продукцию инновационного характера.

Категория долгосрочного конкурентного преимущества перестала быть понятием исключительно бизнес-единицы. Сегодня специалисты рассматривают её как на микро-, так и на мезо- и макроуровне. С одной стороны, принципы экономической деятельности современного предприятия определяются наличием стратегией обеспечения конкурентоспособности на длительную перспективу. С другой стороны, обеспечение эффективного долгосрочного развития территории, страны невозможно без разработки национальных стратегий [5].

Подобный современный общественный вызов могут принять лишь социально ответственные предприятия, имеющие адаптацию к условиям длительного развития. Все в большей степени проявляется растущая связь между социальной ответственностью и успешностью, конкурентоспособностью предприятия. «Экономическая функция предпринимательства все более обуславливается функцией социальной: развитием человеческого капитала, социальной ответственностью бизнеса, социальными инвестициями и т. п.» [7].

Роль человеческого капитала стала определяющей в конкурентной позиции современного предприятия. Для производства более сложного продукта, соответствующего высоким требованиям новой конкурентной среды высококвалифицированный персонал должен быть материально и морально заинтересованным, иметь как внешнюю, так и внутреннюю мотивацию. Существенно изменяется взаимозависимость

между двумя основными функциями предпринимательства. На первое место выходит социальная функция – это создание рабочих мест, достойная заработная плата, высокие социальные гарантии, возможности обучения и развития. Экономическая функция бизнеса – получение прибыли является не целью, а условием успеха компании – становится определяющей. Сегодня, для обеспечения конкурентоспособности, роста добавленной стоимости и получения экономической выгоды необходимы социальные, то есть инвестиции в человеческий капитал [8].

Прибыль предприятия сегодня становится функцией его конкурентоспособности. В новых условиях конкурентной борьбы существенно изменяются и система социального управления предприятия. Получение собственником основной цели – прибыли заставляет его ставить перед менеджментом совершенно иную управленческую задачу – не получение сиюминутной прибыли, а обеспечение конкурентных преимуществ с ориентацией на устойчивое и долгосрочное развитие предприятия. Оно предполагает переосмысление системы управления, основу которой должна составлять стратегия социальной ответственности, а также регулирование социально-трудовых отношений на базе социального партнерства.

Создание социальных ценностей и долгосрочный подход в развитии компании сегодня возможен благодаря разработке и реализации стратегии социальной ответственности предприятия (СОП). Она не только представляет коммерческие выгоды предприятию, но и способствует благосостоянию общества.

История понятия социальной ответственности предприятия восходит к хозяйственной деятельности США 50-х гг. прошлого века. Термин «корпоративная социальная ответственность» был введен в теорию и практику управления экономистом Говардом Боуэном, опубликовавшим в 1953 году работу «Социальная ответственность бизнесмена», в которой впервые было предложено использование социальных факторов в деятельности предприятий для повышения их эффективности.

В Европе понятие социальной ответственности предприятия получает распространение лишь в 90-е гг. прошлого века. Однако практика включения социальных целей в производственный процесс и оценочную деятельность предприятия составляет уже более 40 лет.

Например, одной из компаний Западной Европы 70-х годов, которая реализовала социально ответственные шаги в своей деятельности, была шведская фирма «Альфа-Ловаль». Компания приглашала на работу ведущих специалистов с мировыми именами, создавала для них условия,

способствующих генерации новых идей и разработке наилучших мировых образцов сепараторов; организовывала многопрофильные медицинские центры с высоким уровнем обслуживания, где, по словам топ-менеджеров, проводилось лечение любой сложности, кроме пересадки сердца; обеспечивала высокие стандарты бытовых услуг работников корпорации и многое другое. В качестве основных аргументов в пользу развития социальной сферы предприятия, выдвигаемых такими компаниями, является, прежде всего, рентабельность и выгодность, повышение прибыли, возникающих в результате отдачи от работы. Развитие человеческого капитала, формируемого внутри компании, позволяет устанавливать отношения с участниками организации, обогащать ее новыми, потенциально значимыми индивидуальными и коллективными компетенциями [9].

Вместе с тем, в исследованиях радикально настроенных экономистов сохраняется критика основных идей социальной ответственности предприятия. Например, по мнению известного экономиста Милтона Фридмана, понятие социальной ответственности может быть приписано лишь индивиду – именно человек может быть ответственным или безответственным, предприятие вообще не может обладать какой-либо социальной ответственностью. Фридман утверждает, что в зоне ответственности любого топ-менеджера лежит лишь одна единственная цель, на которую он получил мандат акционеров и других участников организации – увеличение прибыли. Он не имеет права использовать деньги акционеров на другие цели.

Такой взгляд на прибыль долгое время оставался определяющим в экономической науке и при рассмотрении современной экономической системы и оценке конкурентоспособности [10].

Однако в последние десятилетия в теории и практике менеджмента получает распространение мнение специалистов, что «жесткие параметры» конкурентоспособности (характеристики цены, способность противостояния конкурентам, эффективная финансовая и производственная политика) уступают место «гибким факторам» конкурентных преимуществ (человеческие ресурсы управления, компетенции персонала, удовлетворенность потребителей, репутация фирмы, организационно-управленческий потенциал). Таким образом, расширяется понимание конкурентоспособности организации, которая:

- а) определяется компетенциями работников организации, как индивидуальными, так и коллективными;
- б) опирается на действия организации, предполагающие социальную ответственность;
- в) подтверждает востребованность организационной

системы; г) обеспечивает условия и принципы устойчивого стратегического развития.

В сформулированных положениях о конкурентоспособности организации социальные характеристики, повышающие конкурентоспособность, выходят на первый план и составляют её содержание.

Подтверждение того, что социальная ответственность предприятия становится ключевым фактором конкурентоспособности, мы находим в следующих доказательствах:

1. СОП реализуется в условиях растущих потребностей внешней среды, которые имеют четкую социальную направленность (экологизация, безопасность и т. п.). Возрастает роль условий производства товаров и услуг, которые покупают потребители.

2. Инвесторы проявляют реальный интерес к социальным характеристикам предприятия и проявлениям ответственности бизнеса, в который они вкладывают деньги.

3. СОП является привлекательным инструментом привлечения молодых специалистов, заинтересованных в реализации предприятием своих социальных обязательств. Престиж, надежность, социальная ориентация предприятия – весомые аргументы кадровой политики.

4. Развитие имиджа социальной ответственности по отношению к новым вызовам общества является выгодным в соответствии с требованиями внешней среды и общества.

5. СОП может быть использована как инструмент сокращения издержек, экономии природных ресурсов при постоянном росте цен на них, то есть направлен на развитие инноваций в управлении предприятием.

6. Подход, основанный на СОП, способствует появлению рабочих мест в результате освоения новых рынков.

7. Глобальная конкуренция требует одинаковых правил игры, в этих условиях СОП является универсальным механизмом работы на рынке.

8. СОП в контексте долгосрочного развития открывает путь к управлению изменениями и объединению социального развития и роста конкурентоспособности.

9. Социально ответственные предприятия меняют свои подходы в экономической деятельности: лучше учитывают интересы всех участников, повышают организационную эффективность в рамках процессов принятия решений и мобилизации компетенций и умений. Все это, в конечном счете, повышает конкурентоспособность предприятия.

10. СОП улучшает кадровые процессы в организации, положительно влияя на поведение работников, что создает условия для роста организационной эффективности и получения

экономических результатов деятельности посредством оптимизации передачи информации, контроля качества товаров и услуг самими сотрудниками.

11. Проявление социальной ответственности является экономически выгодным, поскольку рост социальных конкурентных преимуществ дает компании увеличение прибыли и укрепление её стратегических позиций.

Таким образом, успех в управлении современным предприятием взаимосвязан с пониманием стратегии социальной ответственности. Реализация в долгосрочном периоде стратегии СОП на основе социальных ценностей, обеспечивает экономические преимущества компании и способствует росту благосостояния общества. Социально ответственные компании получают конкурентное преимущество по многим позициям. К ним можно отнести: а) улучшение имиджа, б) подъем деловой репутации, в) повышение лояльности потребителей и поставщиков, г) удовлетворенность сотрудников, д) уважительное отношение конкурентов» [11].

Такой подход к пониманию конкурентоспособности организации получает все большее распространение среди зарубежных и отечественных компаний и позволяет включать управление социальными аспектами в стратегию развития предприятия.

Таким образом, конкурентоспособность организации определяется ее компетенциями персонала как коллективными, так и индивидуальными; основана на социально-ответственных действиях, подтверждает востребованность производимых товаров и услуг в контексте социального окружения и обеспечивает устойчивое стратегическое развитие компании. В основу действий организации по повышению конкурентоспособности должен быть положены человеческие ресурсы управления, обеспечивающие долгосрочное развитие и достижение запланированных целей. Каждое стратегическое действие организации должно предполагать эффективную комбинацию компетенций, усиливающих это действие [11].

Весомая роль социальной ответственности бизнеса в структуре элементов конкурентоспособности определяет значительный вклад в развитие территории, на которой он находится. Совокупность бизнес-единиц, реализующих стратегии СОП формируют положительный имидж территории и предпосылки устойчивого её развития, что воплощается в создании рабочих мест и заботе о сотрудниках, высоких стандартах качества продукции, в соблюдении налоговой

дисциплины, реализации социальных проектов и благотворительности и т. д.

Таким образом, сегодня управление организацией стало несравнимо более сложным: изменились задачи, усилилось разнообразие функций современного менеджмента, снизилась стабильность внешней среды. Его главная задача сегодня – максимально возможное вовлечение персонала в общую корпоративную деятельность и создание условий, чтобы человеческие ресурсы раскрыли свой творческий и интеллектуальный потенциал, что, в конечном счете, приносило бы значительный социальный отклик в обществе и стабильный экономический доход. Для этого необходимо привлекать персонал к совместной разработке стратегических программ, организации и координации всей корпоративной деятельности. В целом в системе социального управления происходит смена тейлоро-фордовской модели на модель «социального» менеджмента или менеджмент участия. Основные принципы этой модели сформулированы П. Друкером [12]:

1) принципы, функции и содержание основ управления не различаются в разных странах, но методы и особенности реализации его различны: национальный менеджмент основывается на традициях народа, его этике поведения, культуре и истории;

2) главным элементом системы управления и центром внимания является работник, эффективный труд которого позволит повысить эффективность работы всего предприятия;

3) общей задачей управления в современной организации является координация всех действий работников и направление их усилий на достижение общей цели предприятия;

4) одна из задач менеджмента направлена на постоянное развитие способностей, потребностей всех работников предприятия с целью определения возможностей их удовлетворения;

5) права и полномочия в рамках работы сотрудника должны предполагать и наличие зоны ответственности, при этом коммуникации являются неотъемлемым элементом системы управления и обеспечивают связь между работниками предприятия;

6) для оценки деятельности предприятия целесообразно использовать различный набор оценочных средств и способов, позволяющих дать комплексную оценку работе;

7) успех деятельности компании, оценка и результаты деятельности предприятия лежат за пределами предприятия, а не внутри него.

Заключение

Переход функции целеполагания от прибыли к достижению конкурентных преимуществ в хозяйственной деятельности позволяет существенно изменить к лучшему и менеджмент в целом. Для успеха современного предприятия становится недостаточным лишь обеспечение дивидендов акционерам компании, вознаграждения руководству и выплаты заработной платы сотрудникам. Обобщение зарубежной теории и практики управления современными организациями позволяет выделить ключевые факторы

менеджмента участия, которые лежат в основе повышения её конкурентоспособности. В рамках исследования доказывается, что основой эффективного управления современной организацией в долгосрочном плане становится социальная ответственность бизнеса, затрагивающая интересы всех участников организации. Создание социальных ценностей и долгосрочный подход в развитии компании сегодня возможен благодаря разработке и реализации стратегии социальной ответственности предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Полькина А.Ю., Сухоручкин Ю.А. Факторы конкурентоспособности российских предприятий // Молодой ученый. 2016. № 7. С. 927–929. URL: <https://moluch.ru/archive/111/27852/>.
- 2 Гурина М.А. Повышение конкурентоспособности организационных систем: смена парадигмы в социальном управлении// Стратегические инициативы социально-экономического развития хозяйствующих субъектов региона в условиях внешних ограничений: материалы международной научно-практической конференции. 2016.
- 3 Попов Ю.Н. Социальное управление: переосмысливая некоторые догмы // Труд и социальные отношения. 2015. № 5.
- 4 Bellemare C., Kroger S. On representative social capital // European an Economic Review. 2007. №51. P. 183–202.
- 5 Boulouta I., Pitelis C.N. Who Needs CSR? The Impact of Corporate Social Responsibility on National Competitiveness. Journal of Business Ethics. 2014. V.119. № 3. P. 349–364.
- 6 Райдер Г. Инициатива столетия, касающаяся будущего сферы труда. Доклад Генерального директора МОТ. Женева, 2015. URL: http://www.ilo.org/moscow/news/WCMS_372776/lang-ru/index.htm.
- 7 Cadbury A. Corporate social responsibility. Twenty-First Century Society // Journal of the Academy of Social Sciences. 2006. V.1. №1. P. 5–21.
- 8 Akcomark S., TerWeel B. Social capital, innovation and growth: evidence from Europe // European economic Review. 2009. № 53. P. 544–567.
- 9 Harries H., Brewster C., Sparrow P. International Human Resource Management. London: Chartered Institute for Personnel and Development, 2003.
- 10 Климова А.В. Социальные аспекты конкурентоспособности // Методология. Методика социологических исследований. URL: http://www.nsu.ru/rs/mw/link/Media:/33661/2014_2_12.pdf.
- 11 Ромашова Л.О. Социальные факторы обеспечения конкурентоспособности предпринимательских структур // Социология и жизнь. 2012. № 4. С. 171.
- 12 Друкер П. Энциклопедия менеджмента. М., 2004. С. 38. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/3844545/page:6/>

REFERENCES

- 1 Pol'kina A.Y., Sukhoruchkin Y. A. Factors of competitiveness of Russian enterprises. Molodoi uchenyi [Young scientist] 2016. no. 7. pp. 927–929. Available at: <https://moluch.ru/archive/111/27852/>. (in Russian)
- 2 Gurina M. A. improving the competitiveness of organizational systems: the paradigm shift in social management. Strategicheskie initsiativy sotsial'no-ekonomicheskie razvitiya khozyaistvuyushchikh sub'ektov [Strategic initiatives for socio-economic development of economic entities of the region in terms of external constraints: materials of international scientific-practical conference] 2016 (in Russian).
- 3 Popov Yu. N. Social control: rethinking some of the dogma. Trud I sotsial'nye otnosheniya [Labor and social relations] 2015. no. 5. (in Russian)
- 4 Bellemare C., Kroger S. On representative social capital. European an Economic Review. 2007. no. 51. pp. 183–202.
- 5 Boulouta I., Pitelis C.N. Who Needs CSR? The Impact of Corporate Social Responsibility on National Competitiveness. Journal of Business Ethics. 2014. vol. 119. no. 3. pp. 349–364.
- 6 Ryder G. Initsiativa stoletiya, kasayushchaya budushchego sfery truda [Initiative of the century concerning the future of the world of work. The report of the Director General of the ILO. Geneva] 2015. Available at: http://www.ilo.org/moscow/news/WCMS_372776/lang-EN/index.htm. (in Russian)
- 7 Cadbury A. Corporate social responsibility. Twenty-First Century Society. Journal of the Academy of Social Sciences. 2006. vol.1. no. 1. pp. 5–21.
- 8 Akcomark S., TerWeel B. Social capital, innovation and growth: evidence from Europe. European economic Review. 2009. no. 53. pp. 544–567.
- 9 Harries H., Brewster C., Sparrow P. International Human Resource Management. London: Chartered Institute for Personnel and Development, 2003.
- 10 Klimova A. V. Social aspects of competitiveness. Metodoogiya [Methodology. Sociological research methods] Available at: http://www.nsu.ru/rs/mw/link/Media:/33661/2014_2_12.pdf (in Russian)
- 11 Romashova L. O. Social factors of providing of competitiveness of enterprise structures. Sotsiologiya I zhizn' [Sociology and life] 2012. no. 4. pp. 171. (in Russian)
- 12 Drucker, P. Entsiklopediya menedzhmenta [Encyclopedia of management] Moscow, 2004, p. 38. Available at: http://www.studfiles.ru/preview/3844545/page:6 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария А. Гурина к.э.н., доцент, кафедра государственной, муниципальной службы и менеджмента, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, Россия, mag30@mail.ru

Александр Д. Моисеев к.ю.н., доцент, кафедра государственной, муниципальной службы и менеджмента, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, Россия, lfags48@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария А. Гурина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат. **Александр Д. Моисеев** обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 08.11.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mariya A. Gurina Cand. Sci. (Econ.), associate professor, public, municipal service and management department, Russian Academy of national economy and public administration under the President of the Russian Federation, Lipetsk branch, International str., 3, Lipetsk, Russia, mag30@mail.ru

Aleksandr D. Moiseev Cand. Sci. (Jud.), associate professor, public, municipal service and management department, Russian Academy of national economy and public administration under the President of the Russian Federation, Lipetsk branch, International str., 3, Lipetsk, Russia, lfags48@gmail.com

CONTRIBUTION

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

Aleksandr D. Moiseev review of the literature on an investigated problem

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.28.2017

ACCEPTED 11.8.2017

Перспективы интеграционного взаимодействия субъектов локального рынка мясной продукции

Ирина Е. Устюгова¹ ystugova@yandex.ru

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

Реферат. Локальные продовольственные рынки представляют собой взаимодействие местных производителей и потребителей продовольственной продукции. Данный подход является общим, однако, не теряющим своей актуальности и не подвергающимся серьезной содержательной критике. На протяжении нескольких сот лет ученые проявляют солидарность, выделяя в качестве основных элементов рыночной конъюнктуры спрос, предложение, цены и конкуренцию, а в качестве основных субъектов рыночного взаимодействия – производителей и потребителей специфического для конкретного рынка товара. Дискуссионными при этом являются вопросы, раскрывающие характер взаимодействия, его формы, а также отличительные характеристики субъектов взаимодействия и возникающих между ними отношений. Перспективной формой взаимодействия субъектов локального рынка мясной продукции сегодня является интеграция производителей и переработчиков сырья, направленная на обеспечение производства инновационной продукции, способной найти платежеспособный спрос даже в условиях низкой покупательской способности населения. Стабилизация и развитие мясной промышленности, повышение эффективности его работы в немалой степени зависят от его диверсификации, структурных преобразований путем реформирования и дальнейшего совершенствования вертикально-интегрированных компаний. Поэтому особую актуальность в настоящее время приобрела проблема вертикальной интеграции и совершенствования структуры мясоперерабатывающих предприятий путем образования вертикально-интегрированных структур, объединяющих в единое целое всю технологическую цепочку. Диверсификация позволяет закрепить хозяйственные связи, усилить стимулы для получения наиболее эффективного конечного результата, сконцентрировать ресурсы по наиболее эффективным направлениям экономической и технологической технической политики, решать отдельные задачи использования производственной и социальной инфраструктуры.

Ключевые слова: интеграционные формирования, локальные рынки, регион, диверсификация

Prospects of integration cooperation of the constituent entities of the local market of meat products

Irina E. Ustyugova¹ ystugova@yandex.ru

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

Summary. The local food markets represent interaction of local producers and consumers of food production. This approach is the general, however, not losing the relevance and not exposed to serious substantial criticism. For several honeycombs years scientists show solidarity, marking out as basic elements of market conditions demand, the offer, the prices and the competition, and as the main subjects of market interaction – producers and consumers of goods, specific to the concrete market. At the same time the questions disclosing the nature of interaction, his form and also distinctive characteristics of subjects of interaction and the relations arising between them are debatable. Perspective form of interaction of subjects of the local market of meat production is the integration of producers and processors of raw materials aimed at providing production of the innovative production capable to find solvent demand even in the conditions of low consumer ability of the population today. Stabilization and development of the meat industry, increase in efficiency of his work in no small measure depend on his diversification, structural transformations by reforming and further improvement of the vertically integrated companies. Therefore the special relevance was acquired now by a problem of vertical integration and improvement of structure of the meat-processing enterprises by formation of the vertically integrated structures uniting all technological chain in a whole. Diversification allows to fix economic communications, to strengthen incentives for obtaining the most effective end result, to concentrate resources in the most effective directions of economic and technological technical policy, to solve separate problems of use of production and social infrastructure..

Keywords: integration of formation, local markets, region, diversification

Введение

Необходимым условием для развития рынка продовольствия является возрождение кооперации и интеграции. Однако эти процессы развиваются медленно, что во многом является следствием отставания в разработке практического механизма управления интеграционным взаимодействием.

Актуальность проблемы обеспечения управления взаимодействием субъектов интеграционных структур региональной экономики обусловлена тенденциями развития интеграционных процессов, кластеризацией региональных экономик.

Для цитирования

Устюгова И.Е. Перспективы интеграционного взаимодействия субъектов локального рынка мясной продукции // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 370–377. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-370-377

Постоянный поиск рациональной модели выживания и дальнейшего развития мясоперерабатывающего предприятия в условиях изменчивости конъюнктуры в части покупательского спроса и освоения выгодных товарных ниш на рынке мясопродуктов обуславливает возрастание роли диверсификации производства как фактора противостояния рыночным катаклизмам и колебаниям покупательского спроса. Диверсификация деятельности в условиях рыночной экономики позволяет предприятиям мясной промышленности быстро перестраиваться в зависимости от условий хозяйствования снижать

For citation

Ustyugova I.E. Prospects of integration cooperation of the constituent entities of the local market of meat products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 370–377. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-370-377

риски, гибко реагировать на изменяющуюся структуру спроса, сохранять и наиболее эффективно использовать кадровые, материально-технические и финансовые ресурсы.

Сущность диверсификации в промышленности заключается в том, что она предоставляет возможность предприятиям, разным по организационно-правовой форме собственности, приспособиться к сложившейся конъюнктуре специализированных рынков, которые остро подвержены изменениям спроса и предложения [4]. Важнейшей предпосылкой перехода мясоперерабатывающего предприятия на диверсификационную основу является снижение спроса на произведенную продукцию и прибыльности капитала, вложенного в традиционное производство, стремление к более полному использованию синергетического эффекта, перемещение в менее затратные области деятельности. Поэтому в основе диверсификации положено стремление предприятий к поиску торговой ниши, обеспечивающей максимизацию прибыли, необходимость устоять в условиях неравномерного развития экономики – быстрого роста одних отраслей, упадка или стагнации других, изыскание рациональных сфер для приложения своих накоплений, повышение устойчивости в конкурентной борьбе, уменьшение возможных производственных и финансовых рисков [5]. Выбор направлений развития диверсификации мясного производства и диверсифицированных продуктов в значительной степени зависит от конъюнктуры рынка, финансового состояния и возможностей внедрения эффективных форм организации производства и сбыта [7].

Важнейшим проявлением направлений и форм диверсификации Н.В. Сироткина, А.А. Рублевская считают агропромышленную интеграцию, в которой комплексно задействовано производство различных видов продукции из сельскохозяйственного сырья [1]. Соглашаясь с цитируемыми авторами, заметим, что на современном этапе институциональных преобразований экономики сельского хозяйства возрастает необходимость в познании характеристики этой категории, изучении особенностей и результатов использования предприятиями мясной промышленности различных стратегий диверсификации.

Исходным в диверсификационной деятельности мясоперерабатывающего предприятия выступает специализированное производство. Специализация производства как одна из форм общественного разделения труда и развития его организации призвана в максимальной степени учитывать такие специфики мясного производства, как природные условия, биологические свойства продуктов, особенности использования

производственных объектов и оборудования, материальных и трудовых ресурсов и т. д. [2] В этой связи практика свидетельствует о том, что именно узкая специализация и развитие основной отрасли бизнеса, до поры до времени (в основном в зависимости от конъюнктуры рынка), приносят большую отдачу, чем все средства, вложенные в различные виды деятельности. Научно обоснованную специализацию предприятия мясной отрасли необходимо увязывать с дополнительными и сопутствующими отраслями и производствами [3]. Обеспечение пропорциональности и оптимального сочетания отраслей и производств позволяет полнее использовать трудовые и материальные ресурсы, организовать безотходное производство. Сторонниками данного подхода было сформировано целое направление научных исследований, получившее название экономики замкнутого цикла. Характеризуя данное течение, О.Г. Стукало было отмечено, что разработка и реализация политики пространственно-сетевой трансформации продовольственного сектора экономики региона представляет комплекс намерений и действий, согласованных со стратегическими целями развития региональной и национальной экономики, направленных на обеспечение справедливой конкуренции, взаимодовлетворение ресурсных потребностей и возможностей в процессе созидания ценности на принципах экономики замкнутого цикла [6].

Повышенную потребность в диверсификации испытывают, в частности, интегрированные мясоперерабатывающие промышленные организации, особенно стоящие перед необходимостью реструктуризации производства. Диверсификация предполагает изменение стратегических целей развития интегрированной организации, ее организационной структуры управления. В общем плане диверсификация может рассматриваться в качестве одного из важных рычагов развития организации и ее антикризисного управления, определяя преодоление отставания в технико-экономической и организационно-управленческой видах деятельности. Развитие производства, выпуск новых продуктов, использование эффекта масштаба позволяют увеличить рыночные возможности интегрированной организации. Это приводит к повышению эффективности производства.

Для решения данной проблемы планируется создать вертикально-интегрированный комплекс по разведению овец и коз, которые самостоятельно и эффективно контролируют практически все производственные и технологические процессы.

Вертикально-интегрированный комплекс по разведению МРС состоит из нескольких

независимых объектов, таких как комбикормовый завод, зоны выращивания молодняка, ферма по содержанию МРС, вспомогательных служб, торгового дома и т. д. Все объекты управляются посредством унифицированной системы управления и контроля, единого технологического и производственного плана, централизованной системой закупа сырья, реализации и распределения продукции.

Основные преимущества технологии: вертикально-интегрированная структура комплекса по разведению МРС; необходимый инструмент для анализа данных, обеспечивающий фермеру принятие решений, повышающих рентабельность фермы; соблюдение норм биологической безопасности; обязательство обеспечить высочайшее качество и свежесть продукции из козьего и овечьего мяса; уникальные рецептуры.

Основные конкурентные преимущества: комплексный подход (реализуется проект «под ключ» от стадии планирования и до начала эксплуатации созданного предприятия, обучаем персонал, а так же при необходимости предоставляем специалистов, все решения принимаются исходя их долгосрочных преимуществ); передовое оборудование; увеличение размера прибыли и быстрая окупаемость (до 3 лет) проекта за счет максимального использования высокотехнологичных процессов и оборудования по разведению коз и овец; племенное стадо, мы отбираем и привозим из-за границы самые продуктивные породы, с большой сопротивляемостью к болезням и подходящие для климатических условий района.

Разнообразие продукции фермы МРС и потенциал продукции: козье мясо (диетическое мясо козлят, особенно полезное при болезнях сердечно – сосудистой и иммунной систем, атеросклерозе), полуфабрикаты и мясопродукты на его основе; мясо овец (баранина) и полуфабрикаты и мясопродукты на его основе.

Актуальность разработки связана с реализацией продовольственной безопасности региона и концепции областной политики по обеспечению здорового питания населения Воронежской области, утвержденной губернатором. Особую важность данный проект имеет на рынке мясного сырья Центрально-Черноземного региона, где сегмент мясной продукции представлен большей частью свининой.

Целью данного проекта является: организация начального производства по выращиванию и глубокой переработке продукции овцеводства и козоводства с максимальным выходом мясопродуктов; создание комплекса по выращиванию мелкого рогатого скота, предприятия по убою, разделке и переработки туш МРС; обеспечение

населения оригинальными мясопродуктами на данной сырьевой основе; организация производства колбас, полуфабрикатов в потребительской упаковке и цельнокусковых продуктов; коррекция дефицита потребления населением биологически полноценных и жизненно-важных продуктов питания; организация производства товаров народного потребления и кормопроductов из побочных (вторичных) продуктов убой и переработки МРС.

Основная часть

Технологические предложения позволяют значительно усилить продовольственную базу населения области высококачественными продуктами питания относительно невысокой стоимости, сократить имеющийся дефицит полноценного белка животного происхождения, расширить и разнообразить ассортимент мясных продуктов функционального назначения на основе местного сырья и передовых технологий, завоевать нового покупателя и, одновременно, обеспечить положительные производственные показатели, а также организовать максимальное и рациональное использование продуктов переработки МРС на принципах безотходности с обеспечением экологичности и безопасности производств.

Особую актуальность проект приобретает в связи с создавшимся дефицитом животного белка, ростом импортного сырья и продукции и нацелен на развитие отечественного производства за счет максимального использования резервов местных ресурсов, способных к импортозамещающим технологиям. Кроме этого, рост уровня заболеваемости из-за экологической напряженности, стрессов и других причин требует создания продуктов с заданным соотношением пищевых нутриентов, обогащенных биологически активными веществами, а МРС является источником биологически ценных веществ. В проекте также предусмотрен выпуск обогащенных продуктов МРС для профилактики наиболее распространенных микроэлементозов, гипо- и авитаминозов, повышающих защитные функции организма.

Внедрение ассортимента продуктов пищевого назначения из продуктов разделки МРС позволит предприятию выйти на рынок сырья, как производителей продуктов, корректирующих и поддерживающих здоровье человека, так и влияющих на качество откорма сельскохозяйственных животных и птицы, а, следовательно, качество получаемого сырья.

К преимуществам разработанных пищевых продуктов можно отнести их невысокую цену.

Внедрение данного проекта будет способствовать увеличению объемов производства и переработки продуктов МРС в полноценные продукты питания и кормопродукты, доступные разным социальным слоям населения, увеличению прибыли на предприятии, использованию свободных мощностей, а также пополнению регионального бюджета за счет дополнительных налоговых поступлений. Эти мероприятия позволят предприятию занять свою нишу на региональном конкурентном рынке, обеспечив повышение его конкурентоспособности и эффективности деятельности за счет снижения себестоимости и полноты использования в основном производстве всех продуктов разделки МРС. Весьма существенен ожидаемый социальный эффект, достигнутый за счет улучшения структуры и качества питания, поддержания здоровья населения и расширения ассортимента кормовых и технических продуктов.

Компания располагается на территории предприятия ОАО «Сагуновский мясокомбинат», расположенного по адресу Воронежская область, Подгоренский район. Интересы компании распространяются на территорию Воронежской, Курской, Белгородской, Липецкой, Ростовской и Волгоградской областей. Целью компании является завоевание доли рынка, которая составит 20 % от общего объема продаж рынка МРС.

Компания будет осуществлять прямые продажи в Воронежской области, и через дистрибьюторов в остальных направлениях.

Стоимость дистрибуции складывается из расходов на логистику, отдел продаж, трейд-маркетинг, расходов на продажу.

Стоимость линии, устанавливаемой в здание ориентировочно – 10 млн рублей.

Условия оплаты: 60% – предоплата; 35% – по факту готовности завода к отгрузке; 5% – после ввода в эксплуатацию, получения санитарно-эпидемиологического заключения на производство и продукцию.

Создание вертикально – интегрированного комплекса планируется в 2018 году. Обобщенные технико-экономические показатели проектируемого производства по выращиванию и глубокой переработке продукции овцеводства и козоводства с максимальным выходом полезной продукции и мясопродуктов на базе вертикально-интегрированного комплекса показывают, что объемы производства фермы МРС ориентировочно будут составлять 108 тыс. т., а объемы производства мясопродуктов 55 тыс. т. Себестоимость продукции и мясопродуктов вертикально-интегрированного комплекса составит 591300 тыс. р. и 266731 тыс. р. соответственно.

Предполагается получить прибыль до налогообложения мясопродуктов из МРС в размере 80019 тыс. р. (рисунок 1). Срок окупаемости проектируемого производства составит 2 года. Стоимость молочной линии, устанавливаемой в здание ориентировочно – 2,8 млн р.

В качестве внедрения продуктовой диверсификации нами предлагается разработка мясных замороженных полуфабрикатов из козьего мяса с добавлением пшеничной клетчатки витацель, предназначенных для реализации населению через предприятия розничной торговли и сеть общественного питания в замороженном виде и употребления их в пищу после доведения до полной кулинарной готовности на предприятиях общественного питания или в домашних условиях.

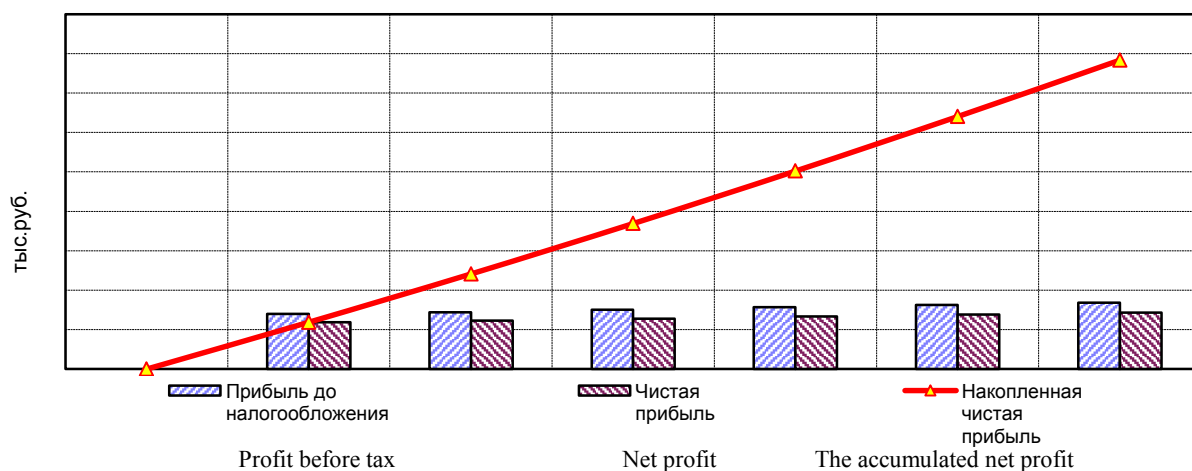


Рисунок 1. Динамика прибыли до налогообложения

Figure 1. Dynamics of net profit before tax

Для придания продукции высоких потребительских свойств и стабильного качества в полуфабрикаты добавляли витацель WF 200. Обогащенные пищевыми волокнами мясопродукты способствуют улучшению состоянию здоровья благодаря позитивному физиологическому воздействию на процессы, связанные с функционированием желудочно-кишечного тракта. При этом наряду с обогащением мясных полуфабрикатов пищевыми волокнами решается технологическая задача формирования необходимой консистенции и улучшения функциональных свойств мясных изделий. Изобретение нового вида шницеля позволит расширить ассортимент мясной продукции и использовать сырье, ранее не применявшееся в производстве замороженных полуфабрикатов.

Витацель – полностью натуральный продукт, обладающий высокой влаго- и жиросвязывающей способностью.

Разработанный продукт предназначен для питания всех групп населения, позволит восполнить дефицит полноценного белка, эссенциальных жирных кислот, жирорастворимых витаминов. Полуфабрикаты из козьего мяса с добавлением витацели имеют приятный вкус, внешний вид и цвет на разрезе, нежную и сочную консистенцию.

Мясные замороженные полуфабрикаты из козьего мяса с витацелью марки WF 200, не имеют аналогов на рынке, следовательно, будут обладать высокой конкурентоспособностью. При этом продукт обладает привлекательным внешним видом и приятным вкусом и ароматным запахом, поэтому при хорошей рекламе потребитель будет приобретать данный вид продукта.

Основными потребителями замороженных полуфабрикатов являются в основном студенты и рабочие в возрасте 18 – 39 лет. В большинстве случаев они обосновывают свой выбор недостатком времени на приготовление блюд из свежего мяса.

Так как разработанный шницель является новым видом продукта для покупателей, то целесообразно для привлечения покупателей проводить дегустации. Поскольку проведение дегустаций оказывает положительное воздействие на узнаваемость товара и отношение к нему потенциального покупателя, вероятность совершения первой покупки многократно повышается.

Расчёт годового объёма производства продукции представлен в таблице 1. Результаты всех расчетов (калькуляция себестоимости продукции) представлены в таблице 2.

Установим объём производства, при котором предприятие окупит свои затраты и начнёт работать с прибылью. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 1.

Расчёт годового объёма производства продукции в натуральном выражении

Table 1.

The calculation of the annual volume of production in natural expression

Наименование продукции Name	Объем переработки сырья в смену, т The volume of processed raw material per shift	Количество смен работы в год, Т _{эф} The number of shifts of operation per year	Годовой объем производства, т The annual production	Структура ассортимента, % The structure of the assortment
Шницель «Нежность» Schnitzel «Nezhnost'»	1	260	260	100

Таблица 2.

Калькуляция себестоимости продукции

Table 2.

The cost of production

Калькуляционные статьи затрат Calculation	Мясные полуфабрикаты Meat products			
	Шницель «Нежность»		Шницель традиционный	
	Затраты на годовой объем производства, тыс. р The cost of the annual production	Затраты на 1 т, тыс. р The cost of 1 ton	Затраты на годовой объем производства, тыс. р The cost of the annual production	Затраты на 1 т, тыс. р The cost of 1 ton
1	2	3	4	5
1. Сырье и основные материалы за вычетом отходов Raw materials and basic materials, less waste	41343,60	159,01	42123,6	162,01
2. Транспортно-заготовительные расходы Transportation and procurement costs	4134,36	15,9	4212,36	16,2
3. Вспомогательные материалы Auxiliary materials	263,90	1,01	263,90	1,01

1	2	3	4	5
4. Топливо и энергия на технологические цели Fuel and energy for technological purposes	717,25	2,75	717,25	2,75
5. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих Basic and additional wages of production workers	2180,4	8,38	2180,4	8,38
6. Страховые взносы во внебюджетные фонды Insurance contributions to extrabudgetary funds	654,12	2,51	654,12	2,51
7. Расходы на подготовку и освоение производства The costs of preparation and mastering of production	45,78	0,17	45,78	0,17
8. Общезаводские расходы Works General expenses	2326,28	8,90	2315,55	8,90
9. Прочие производственные расходы Other production costs	257,01	0,98	262,56	1,10
10. Производственная себестоимость The production cost	51658,79	198,69	52775,52	202,98
11. Внепроизводственные расходы Non-manufacturing costs	774,88	2,98	791,63	3,05
12. Полная себестоимость The total cost	52433,67	201,66	53567,5	206,03

Таблица 3.

Показатели для определения безубыточного объема производства

Table 3.

Indicators to determine break-even volume production

Показатель Index	Единица измерения	Величина показателя Value	
		Шницель «Нежность»	Шницель традиционный
Товарная продукция Commercial products	тыс. р.	60821,80	61066,20
Себестоимость продукции Cost of goods	тыс. р.	52431,60	53567,80
Переменные издержки Variable costs	тыс. р.	41945,28	42854,24
Удельные переменные издержки на 1 т продукции Unit variable costs per 1 ton of product	тыс. р./т	161,33	164,82
Постоянные расходы Fixed costs	тыс. р.	10486,32	10713,56
Цена за 1 т продукции Price for 1 ton of product	тыс. р./т	233,93	234,87

Безубыточный объем производства для шницеля «Нежность» составил: $Q_6 = 144,44$ т.

Безубыточный объем производства для шницеля традиционного составил: $Q_6 = 152,94$ т.

Чистая прибыль предприятия распределяется на создание фонда дивидендов, а также

на повышение технического уровня реконструируемых предприятий или на погашение кредитов банка.

Основные экономические показатели выпуска продукции представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Основные экономические показатели выпуска продукции

Table 4.

Main economic indicators of production

Наименование продукции Name	Стоимость товарной продукции, тыс. р. The cost of commercial products	Себестоимость товарной продукции, тыс. р. The cost of marketable products	Прибыль, тыс. р. (гр. 2 – гр. 3) Profit, thousand RUR	Затраты на 1 р. товарной продукции, р. The cost of 1 RUR of commercial products
Шницель «Нежность» Schnitzel «Nezhnost'»	60821,80	52431,60	8390,2	0,86
Шницель традиционный Schnitzel Traditsionyi	61066,2	53567,5	7498,7	0,88

Производство данного объема продукции является безубыточным. Выручка от реализации продукции полностью покрывает все издержки. Производство продукции эффективно. В результате расчетов установлено, что расчетная годовая прибыль от производства 1 т. полуфабрикатов в смену 8390,20 тыс. р., уровень рентабельности 16%. Масса упаковки полуфабрикатов 1 кг (в упаковке 10 шницелей). Цена за упаковку 252,87 р. Цена на традиционные мясные полуфабрикаты составила 257,33 р., что несколько ниже разработанных, так как при производстве шницеля

«Нежность» ценное мясное сырье (козье мясо) заменяется на более дешевую пшеничную клетчатку. Кроме более низкой цены, разработанные полуфабрикаты имеют функциональную направленность и высокие органолептические показатели. Таким образом, можно предположить, что шницель «Нежность» будет пользоваться спросом у покупателей.

Основные технико-экономические показатели выпуска продукции представлены в таблице 5.

Основные технико-экономические показатели выпуска продукции

Table 5.

The main technical and economic indicators of production

Показатель Index	Значение показателя Value	
	Шницель «Нежность»	Шницель традиционный
Годовая выработка в натуральном выражении, т Annual output in real terms	260,00	260,00
Безубыточный объем производства, т Break-even volume of production	144,44	152,94
Товарная продукция, тыс. р. Commodity products	60821,80	61066,20
Полная себестоимость товарной продукции, тыс. р. Total cost of marketable products	52431,60	53567,50
Затраты на 1 р. товарной продукции, р. The cost of 1 RUR of commercial products	0,86	0,88
Валовая прибыль, тыс. р. Gross profit, thousand rubles	8390,20	7498,70
Чистая прибыль, тыс. р. Net profit, thousand rubles	6712,20	5998,96
Рентабельность продукции, % Product profitability, %	16,00	14,00
Среднесписочная численность работающих, чел. The average headcount, person	23	23
Годовой фонд заработной платы всех работающих, тыс. р. Annual payroll of all employees	4774,75	4774,75
Цена оптово-отпускная, р. за 1 кг Wholesale price-release, RUR for 1 kg	257,33	258,35

Заключение

Стабилизация и развитие мясной промышленности, повышение эффективности его работы в немалой степени зависят от его диверсификации, структурных преобразований путем реформирования и дальнейшего совершенствования вертикально-интегрированных компаний. Поэтому особую актуальность в настоящее время приобрела проблема вертикальной интеграции и совершенствования структуры мясоперерабатывающих предприятий

путем образования вертикально-интегрированных структур, объединяющих в единое целое всю технологическую цепочку. Диверсификация позволяет закрепить хозяйственные связи, усилить стимулы для получения наиболее эффективного конечного результата, сконцентрировать ресурсы по наиболее эффективным направлениям экономической и технологической технической политики, решать отдельные задачи использования производственной и социальной инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сироткина Н.В., Рублевская А.А. Механизм формирования эффективных интегрированных структур в АПК // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2012. № 1. С. 221–230.
- 2 Сироткина Н.В., Рублевская А.А. Формирование и функционирование интегрированных хозяйственных образований пищевой промышленности. Воронеж, 2012. 260 с.
- 3 Сироткина Н.В., Стукало О.Г. Формирование и развитие индустрии продовольствия региона: факторы, предпосылки, механизмы, перспективы // Дельта науки. 2015. № 2. С. 89–93.
- 4 Булгакова И.Н., Вертакова Ю.В. Использование теории игр при управлении территориальным развитием (на примере оценки эффективности интегрированных структур) // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2017. № 2 (104). С. 61–67.
- 5 Баутин В.М., Филатова М.В., Стукало О.Г. Формирование и развитие индустрии продовольствия

региона: факторы, предпосылки, механизмы, перспективы // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2015. № 9. С. 37–39.

6 Стукало О.Г., Сироткина Н.В. Сетевое взаимодействие субъектов региональной экономики (на примере продовольственного сектора экономики региона). Воронеж: ВГПУ, 2016. 264 с.

7 Стукало О.Г., Устюгова И.Е., Негороженко Ю.В. Совершенствование продовольственной безопасности на основе интеграционных процессов в агропромышленном комплексе региона // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4.

8 Богомолова И.П., Стукало О.Г., Устюгова И.Е. Методические подходы к оценке эффективности функционирования интеграционных формирований // Вестник ВГУИТ. 2014. № 1.

9 Стукало О.Г., Устюгова И.Е., Негороженко Ю.В. Совершенствование продовольственной безопасности на основе интеграционных процессов в агропромышленном комплексе региона // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4.

REFERENCES

- 1 Sirotkina N.V., Sirotkina A.A. Mechanism of formation of the effective integrated structures in agriculture. *Vestnik Tikhookeanskogo universiteta*. [Bulletin of Pacific state University] 2012. no. 1. pp. 221–230. (in Russian)
- 2 Sirotkina N.V., Sirotkina A.A. Formirovanie i funktsionirovanie integrirovannykh sbrazovaniy [Formation and function operation of the integrated economic entities of the food industry] Voronezh, 2012. 260 p. (in Russian)
- 3 Sirotkina N.V., Stukalo O.G. Formation and development of food industry of the region: factors, prerequisites, mechanisms and perspectives. *Del'ta nauki* [Delta science] 2015. no. 2. pp. 89–93. (in Russian)
- 4 Bulgakova I.N., Vertakova Y.V. The use of game theory in managing territorial development (for example, evaluation of efficiency of integrated structures). *Izvestiya SpBGEU* [Proceedings of Saint-Petersburg state University of Economics] 2017. no. 2 (104). pp. 61–67.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина Е. Устюгова ст. преподаватель, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ystugova@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина Е. Устюгова Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.10.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.11.2017

- 5 Bautin V.M., Filatova M.V., Stukalo O.G. Formation and development of food industry of the region: the factors prerequisite, mechanisms, prospects. *Finansy. Ekonomika. Strategiya* [FES: Finance. Economy. Strategy] 2015. no. 9. pp. 37–39. (in Russian)

- 6 Stukalo O.G., Sirotkina N.V. Network interaction of subjects of regional economy (on the example of the food sector of the region). Voronezh, VGPU, 2016. 264 p. (in Russian).

- 7 Stukalo O.G., Ustyugova I.E., Negorozhenko Yu.V. Improving food security on the basis of integration processes in the agroindustrial complex of the region. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET] 2016. no. 4. (in Russian)

- 8 Bogomolova I.P., Stukalo O.G., Ustyugova I.E. Methodological approaches to the assessment of efficiency of integration of the form. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET] 2014. no. 1. (in Russian)

- 9 Stukalo O.G., Ustyugova I.E., Negorozhenko Yu.V. Improving the proven-na-based security integration processes in the agroindustrial complex of the region. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET] 2016. no. 4 (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina E. Ustyugova senior lecturer, management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ystugova@yandex.ru

CONTRIBUTION

Irina E. Ustyugova Fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.26.2017

ACCEPTED 11.21.2017

Создание эффективной системы управления качеством в медицинских организациях на основе внедрения технологии «бережливого» производства

Мария А. Гурина¹ mag30@mail.ru

¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 30, г. Липецк, 398050, Россия

Реферат. В условиях смены управленческой парадигмы в государственной сфере, усиления политических, экономических, социальных и технологических рисков со стороны стейкхолдеров медицинских организаций возникает необходимость в создании эффективной системы управления качеством на основе технологии «бережливого» производства. Данная система ориентирована на повышение удовлетворенности потребителей медицинских услуг, снижение трудопотерь медицинского персонала, повышение качества и производительности труда в медицинских организациях. Применение лин-производства в рамках пилотных проектов, реализуемых на территории России последние три года, показывает значительные преимущества в работе медицинских организаций по сравнению с традиционными подходами в организации оказания услуг поликлиниками. В статье рассматривается поэтапная организация работы по созданию «бережливой» поликлиники.

Ключевые слова: система управления качеством, технология «бережливого» производства, медицинские организации

Creating an effective system of quality management in health care organizations through the implementation of technology lean production

Marija A. Gurina¹ mag30@mail.ru

¹ Russian Academy of national economy and public administration under the President of the Russian Federation, Lipetsk branch Internatsional'naya str., 30, Lipetsk, 398050, Russia

Summary. In the conditions of changing management paradigm in the public sphere, strengthening political, economic, social and technological risks on the part of stakeholders of medical organizations, there is a need to create an effective quality management system based on the technology of lean production. This system is aimed at increasing the satisfaction of consumers of medical services, reducing the labor losses of medical personnel, improving the quality and productivity of labor in medical organizations. The use of lin-production in the framework of pilot projects implemented in Russia for the last three years shows significant advantages in the work of medical organizations in comparison with traditional approaches in the organization of the provision of services by polyclinics. In the article, step-by-step organization of the work on creating a thrifty polyclinic is considered.

Keywords: quality management system, technology of lean production, medical organizations

Введение

К современным тенденциям эволюции государственного управления двух последних десятилетий следует отнести постепенный переход от государственного администрирования (РА) к государственному менеджменту (Public Management). С точки зрения управления стираются границы между коммерческими и некоммерческими организациями, так как большинство подходов и приемов успешного управления коммерческих организаций актуальны и для государственных организаций. В государственные структуры проникают идеи менеджериализма, в связи с чем, деятельность

государства в различных сферах рассматривается как процесс оказания услуг населению [1, С. 213]. Сфера здравоохранения не является исключением. Технологии менеджмента и маркетинга все глубже проникают в работу медицинских учреждений.

К стратегически значимым факторам (политическим, социальным и технологическим), влияющим на деятельность медицинских организаций и стимулирующим внедрение методов повышения эффективности их работы, следует отнести: изменение законодательства в области контроля качества и безопасности медицинской деятельности, неудовлетворенный спрос населения на гарантированные виды медицинской помощи;

Для цитирования

Гурина М.А. Создание эффективной системы управления качеством в медицинских организациях на основе внедрения технологии «бережливого» производства // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 378–384. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-378-384

For citation

Gurina M.A. Creating an effective system of quality management in health care organizations through the implementation of technology lean production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 378–384. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-378-384

формирование новой (контрактной) модели отношений между пациентом (законным представителем) и врачом (медицинской организацией); развитие «потребительского экстремизма» у значительного числа граждан при недостаточной ответственном отношении к здоровью; отставание в развитии отечественных медицинских технологий; недостаточное развитие технологий менеджмента качества и др. [2].

В этих условиях медицинские организации сталкиваются с различными рисками, исходящими от внешних и внутренних стейкхолдеров [3].

Со стороны потребителей медицинских услуг это: а) большое количество претензий на качество и доступность медицинской помощи; б) необоснованные требования «особых условий» при оказании медицинской помощи; в) недостаточная комплаентность пациентов к деятельности медицинских работников;

Контролирующие организации и надзорные органы являются источниками таких рисков как усиление надзорных функций; увеличение количества проверок и экспертиз; увеличение штрафных санкций.

Работа с поставщиками товаров и услуг создает медицинским организациям проблему асимметрии информации. С действующими конкурентами идет борьба за потребителей и квалифицированные кадры.

Ответом на существующие угрозы и риски может стать создание эффективной системы управления качеством и безопасностью медицинской деятельности на основе внедрения менеджмента качества и бережливого производства. Использование современных технологии менеджмента качества позволяет не только снизить вышеперечисленных риски, но и повысить эффективность оказания услуг для медицинских организаций.

Ключевая задача нашего исследования – обобщить положительный опыт внедрения лин-производства в сфере здравоохранения и предложить алгоритм, описывающий создание эффективной системы управления качеством на основе технологии «бережливого» производства.

Основная часть

Бережливое производство в здравоохранении – система, ориентированная на повышение удовлетворенности потребителей медицинских услуг, снижение трудопотерь медицинского персонала, повышение качества и производительности труда. При работе медицинской организации с применением методов бережливого производства достигается постоянное сокращение

всех типов потерь с целью достижения идеальных условий протекания процессов.

Обобщение зарубежной литературы, описывающей опыт лин-производства, показывает, что ключевым принципом бережливого производства является непрерывность производственного потока, без задержек и очередей, за счет равномерности загрузки персонала, рациональной логистики пациентов, персонала и информации, оптимальной планировки площадей организации и устранения всех видов потерь [4, 5].

Весь объем работы, выполняемый персоналом в медицинской организации (МО), имеет четыре составляющие по отношению к ценности конечного результата:

Работа, добавляющая ценность – работа, которую необходимо выполнить для обеспечения требований заказчика (пациента). Это непосредственно профессиональные действия персонала: осмотр, выполнение исследований и процедур, забор биоматериала и т. д.

Работа необходимая, но не добавляющая ценность – работа, которую необходимо выполнять во время профессиональных действий: перевязка жгутом, подготовка кушетки, заполнение документации и т. д.

Периодическая работа – работа, выполняемая в определенные периоды времени, например, один раз в смену, 2 раза в смену: дезинфекция и утилизация расходных материалов, транспортировка биоматериала в лабораторию, проветривание и уборка помещений и т. д.

Потери – все остальное, что не входит в вышеперечисленные три.

Общепринятым подходом является группировка всех потерь в 7 видов [6, 12]:

Перепроизводство – производство в большем объеме, чем нужно в текущий момент времени (назначение анализов, которые не будут востребованы, выполнение дублирующих исследований).

Лишние движения – нерациональная последовательность выполнения работ связанная, в том числе, с планировкой рабочей зоны (выполнение действий, не связанных с врачебной функцией, лишние перемещения, связанные с неправильной организацией эргономики рабочего места и трудового процесса в целом).

Ненужная транспортировка – передвижение пациента сверх минимально необходимого, в том числе по причине неорганизованности диагностического / скринингового процесса (необходимость многократного посещения поликлиники в разные дни/смены).

Излишние запасы – очереди, которые образуются в результате неправильного планирования максимальной нагрузки персонала,

а также непродуманная логистика поставки расходных материалов / реагентов.

Избыточная обработка – выполнение большего объема работ, чем регламентируется требованиями действующих порядков и стандартов оказания медицинской помощи.

Ожидание – любое ожидание, в том числе, результатов исследований, документов, информации и пр., является бесполезной деятельностью и одним из основных видов потерь.

Брак и Переделка – ошибки при подготовке материалов, переделка анализов по причине нарушений правил подготовки к исследованию, правил забора биоматериалов, их хранения и транспортировки к месту выполнения исследования, неверно поставленный диагноз и т. д.

Необходимость организационного совершенствования работы медицинских учреждений, с применением методов бережливого производства, связана, прежде всего, с выявленной недостаточной удовлетворенностью потребителей медицинских услуг как процессом, так и результатами оказанной медицинской помощи, причинами которой могут являться:

- низкая организационная дисциплина (в том числе не достижение плановых показателей);
- ненадлежащее исполнение функциональных обязанностей медицинскими работниками;
- низкая кадровая укомплектованность МО;
- низкая пользовательская активность медицинского персонала по внесению данных в ПО МИС МО (программное обеспечение медицинских информационных систем МО).

На наш взгляд, наиболее интересным опытом практического внедрения лин-производства в сфере здравоохранения является реализация трех пилотных проектов (Ярославской и Калининградской областей и г. Севастополя) и открытие «бережливой» нескольких «бережливых» поликлиник на территории Липецкой области, информация о которых нами была представлена на конференции «Бережливое производство: как устранить потери и повысить эффективность производственной системы предприятия» 18 декабря 2017 года (г. Липецк) [7, С. 26].

Целью пилотных проектов было усовершенствование процессов, направленных на повышение удовлетворенности пациентов, доступности оказываемых услуг, увеличение эффективности и устранение существующих временных, финансовых и иных потерь, а также организация рабочих мест, обеспечивающая безопасность и комфортность работы сотрудников.

Эксперимент доказывает, что при рациональной организации процесса количество посещений МО можно сократить с 13 до 3–4 посещений. Это способствует повышению привлекательности

процесса за счет значительного сокращения затрат времени и росту удовлетворенности процессом застрахованного населения. Основными отличиями поликлиники, организованной по принципам «бережливого производства», от обычной поликлиники являются: сокращение затрат времени записи на прием к врачу, оформления рецепта, диспансеризации; увеличение пропускной способности терапевта и кабинета забора крови и ряд других.

Распространение опыта создания «бережливой» поликлиники на другие МО предполагает определенную алгоритмизацию данного процесса, включающего ряд этапов.

1. *Создание проектного офиса*, работа которого организована на принципах «Хосин канри» – управления политикой (управления по стрелке компаса). Хосин канри может означать и метод стратегического планирования, и инструмент управления комплексными проектами, и систему управления качеством [8]. Необходимо понимать, что данный этап включает объединение усилий в разработке стратегии как федеральных, региональных и муниципальных органов власти, так и рабочей команды из персонала поликлиник. Проектному офису отводится ключевая роль во внедрении технологии бережливого производства, поскольку офис собирает нужную информацию, разрабатывает бизнес-процессы и внедряет их в МО.

Для выполнения работ по проекту необходимо создать рабочую группу. Состав, полномочия и цели группы утверждаются приказом по медицинской организации. Оптимальная численность рабочей группы – от 5 до 7 человек. В команду должны войти специалисты, которые хорошо ориентируются во всех тонкостях проекта. Работу возглавляет лидер группы – специально выделенный сотрудник, в компетенции которого управление и преобразование процессов, находящихся в зоне его ответственности.

После определения приоритетных направлений выпускается приказ об реализации проекта, в котором: определяется структура управления проектом; назначается руководитель проекта; утверждается перечень пилотных проектов (процессов); утверждаются списки руководителей и членов рабочих групп; обозначаются четкие сроки реализации проекта, которые определяются руководителем.

2. На следующем шаге важно *провести обучение группы проектного офиса* принципам и инструментам бережливого производства, в рамках которого формируются направления ответственности МО и каждого руководителя в соответствии с концепцией «Кайзен» (безопасность, качество, исполнение заказа, затраты, корпоративная культура) [9].

3. *Определение приоритетных (проблемных) направлений.* Для этого можно использовать несколько подходов (в любом сочетании): а) принять решение после открытого обсуждения на общем собрании администрации МО и владельцев процессов; б) провести анкетирование пациентов и / или персонала МО; в) определить проблематику органом управления здравоохранения; г) принять инициативное решение о применении «лучших практик».

Одним из качественных инструментов выявления проблемных направлений является анкетирование, по результатам которого определяется количество проектов развития и улучшения. Оптимальное количество – не более 6 проектов. Это позволит оперативно решать проблемы, не рассредоточивать внимание и получить качественные результаты за короткий срок.

В процессе анализа составляется таблица с указанием основных проблем процессов. При этом можно отследить, какие проблемы являются «сквозными» для всех процессов и предложения по решению одной проблемы реализовать на нескольких процессах. К основным проблемам процессов МО, выявляемых в процессе обследования, следует отнести: длительность процессов, споры с пациентами, ошибки, низкая мотивация персонала, трудоемкость процессов, высокие затраты процесса, пересечение потоков и другие.

4. *Организация работ по проекту.* При старте проекта немаловажно сформировать положительное отношение персонала МО к этой деятельности. Документально оформленное «Обращение руководителя», в котором подчеркивается

важность начинаемой работы для коллектива и пациентов, его личная приверженность принципам «бережливого производства» и твердое намерение успешно реализовать начатый проект, является одним из инструментов, применяемых на данном шаге. При этом подчеркивается ценность активного вовлечения персонала в процесс улучшений. На данном этапе необходимо определение основных этапов реализации проекта и утверждение дорожной карты проекта.

Дорожная карта – это наглядное представление пошагового сценария развития определённого объекта – отдельного продукта, и даже плана достижения политических, социальных и т. д. целей, например, урегулирования международных конфликтов и борьбы с особо опасными заболеваниями [10].

Дорожное картирование увязывает между собой видение, стратегию и план развития объекта и выстраивает во времени основные шаги этого процесса по принципу «прошлое – настоящее – будущее».

5. Следующий шаг после выбора проблемного процесса – это *картирование потока создания ценности (ПСС)*. Основной целью картирования является графическая визуализация процесса на базе текущей ситуации путем построения схемы всех связей в процессах (рисунок 1). Такая схема показывает: а) процесс и взаимоотношения между всеми участниками в процессе, от первой до последней операции; б) каждую операцию и связанные с ней элементы. К различным процессам можно отнести: регистратура, прием у врача, сдача анализов, диспансеризация, оформление бюллетеня.

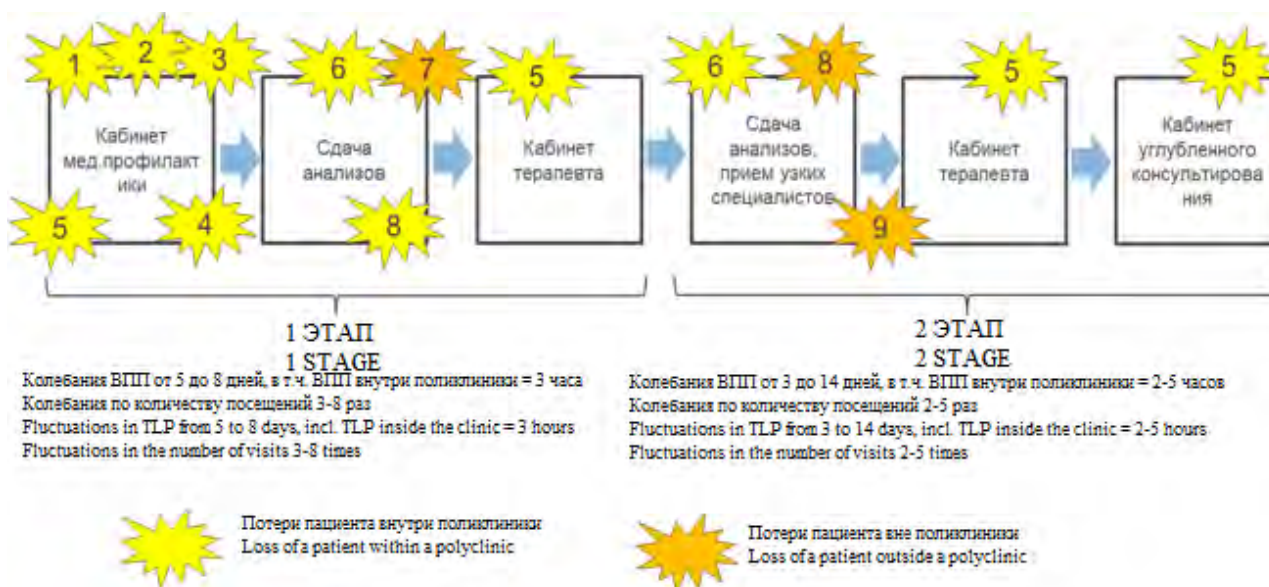


Рисунок 1. Карта текущего процесса и основные потери на разных этапах

Figure1. Map the current process and major losses at different stages

Когда карта существующего ПСЦ составлена, необходимо отметить на ней все проблемные точки. В качестве проблем можно рассматривать: а) небезопасные факторы для пациентов и сотрудников; б) очереди и ожидания пациентов; в) неоптимальную логистику (лишние перемещения, запутанные маршруты); г) ошибки, несоответствия; д) большие величины колебаний и вариабельности в процессах; е) поломки (оборудование, инфраструктура); ж) сбои и ошибки в информационных потоках, несогласованность действий; з) запасы; и) неравномерность загрузки персонала, перегрузка; к) узкие места (места сужения пропускной способности потока, в том числе из-за длительной операции); л) отсутствие или несоблюдение требований стандартов, регламентов, инструкций и порядков.

В качестве итога работы по выявлению потерь в потоке должен появиться реестр потерь – документ, где перечислены все выявленные потери, из которых наиболее значимые нанесены на карту потока. Если это возможно, то можно провести предварительный расчет стоимости потерь. Если сделать расчет в деньгах трудно, то можно рассчитать в штуках, метрах, человеко-часах и пр.

6. *Проведение хронометража операций процесса.* Для анализа фактического времени, затрачиваемого на каждую операцию, необходимо провести наблюдение и замеры действий пациентов, медицинского персонала, работы информационных систем, медицинского и иного оборудования.

7. *Определение основных типов потерь.* Сократить потери – значит устранить все, что увеличивает затраты времени, капитала и ресурсов, необходимых для выполнения работы.

Традиционно выделяют 7 основных типов потерь: 1) перепроизводство; 2) лишние движения; 3) лишние перемещения / транспортировка; 4) запасы; 5) излишняя обработка; 6) ожидание; 7) брак.

8. *Анализ потерь.* При анализе карты потока текущего состояния процесса необходимо детально просмотреть не только весь поток, но и каждый из элементов отдельно. В процессе анализа необходимо выяснить у участников процесса, с какими проблемами они сталкиваются. Разделить выявленные проблемы на внешние и внутренние по отношению к персоналу, вовлеченному в процесс. Выявить потребности участников процесса (рисунок 2).



Рисунок 2. Основные виды потерь при организации потока ценности услуги

Figure 2. Principal losses in the organization of the value stream services

По результатам проделанной работы рекомендуется составить сводную таблицу по потерям на каждом элементе процесса, что позволит определить долю каждой потери в общем объеме во временных характеристиках или трудоемкости (в зависимости от поставленной цели). Это хорошо отражается на диаграмме Парето, по которой легко идентифицировать,

над чем в первую очередь необходимо работать (рисунок 3).

Таким образом, можно сразу определить, сколько времени из общего процесса занимают потери, и, соответственно, поставить целевую задачу по их сокращению с разбивкой по этапам и типам потерь.

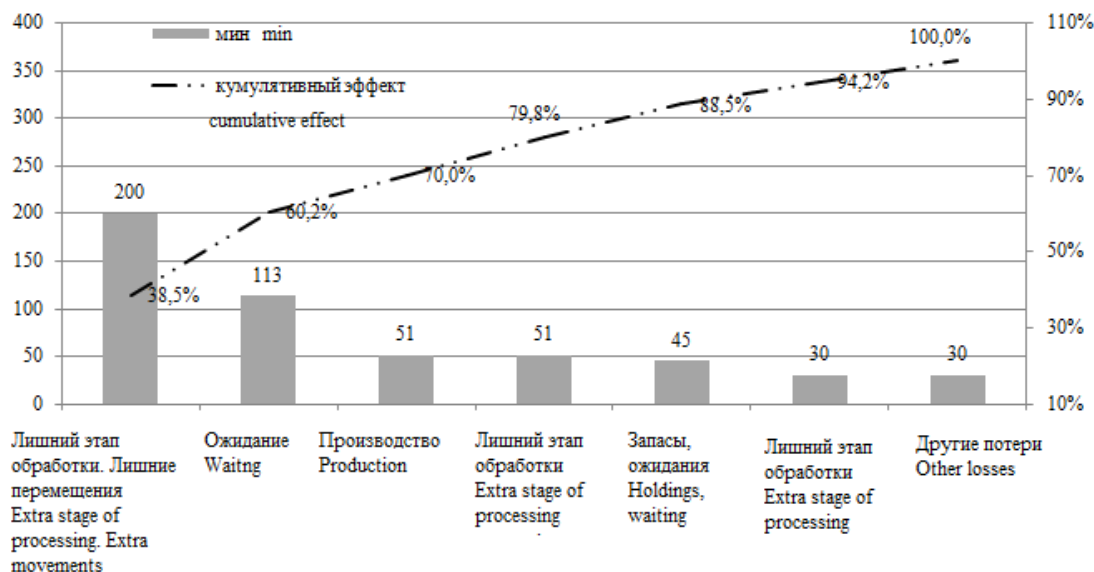


Рисунок 3. Диаграмма Парето (анализ потерь при изучении КТП в МО)

Figure 3. Pareto chart (analysis of losses in the study of the KTP in MO)

9. *Инструменты бережливого производства.* На данном этапе целесообразно использовать некоторые инструменты бережливого производства, например, технологии 5С, которая применяется для организации рабочего места: хранение документации на рабочих местах и в персональных компьютерах работников, размещения предметов и медицинской техники, визуализации рабочего пространства. Оптимальная организация, как рабочего места, так и рабочего пространства позволит максимально сократить такие типы потерь, как: лишние перемещения и лишние движения, а также повлиять на другие типы потерь.

10. *Мониторинг и оценка процессов.* Основные задачи мониторинга – убедиться в том, что предложенные мероприятия реализуются в срок, отклонения фиксируются, проводятся корректирующие мероприятия по соблюдению графиков мероприятий, внедренные предложения положительно влияют на эффективность процесса.

11. *Информационный стенд по проектам.* Задача стенда – информировать сотрудников о проекте, ходе его движения. Визуализация информации позволяет руководителю оперативно оценивать состояние проекта, а остальным сотрудникам предлагать свои идеи. На стенде необходимо отобразить (разместить) информацию следующего содержания: а) наименование основных направлений проекта; б) список (или фотографии) участников проекта; в) обоснование актуальности направления; г) целевые показатели; д) рабочие материалы по проекту; д) динамика достижения целевых показателей в разрезе сроков реализации проекта (необходимо отразить время до проявления влияния улучшений на целевые показатели); е) визуализация улучшений.

Информация на стенде должна обновляться не реже 1 раза в неделю (в зависимости от периодов проведения управляющих советов). Стенд рекомендуется расположить в месте проведения общих совещаний. Зачастую это актов или конференц-зал. На стенах необходимо предусмотреть места для крепления материалов. Наличие информации в свободном доступе позволит организовать своего рода соревнование между рабочими группами, четко понять, на каком этапе находится проект и какая оперативная помощь нужна со стороны руководителя.

Заключение

Настоящее исследование показало, что в условиях сильного влияния стратегических факторов на деятельность медицинских организаций и возрастания угроз и вызовов современного общества актуальным является обращение к современным технологиям менеджмента, которые позволили бы снизить риски и повысить результаты работы учреждений.

Обобщение теории и практики управления качеством в России и за рубежом позволило выявить основные инструменты повышения эффективности работы в сфере здравоохранения.

Создание эффективной системы управления качеством в медицинских организациях достигается за счет поэтапного внедрения технологии «бережливого» производства. Её реализация позволяет повысить удовлетворенность пациентов и доступности оказываемых услуг, увеличить эффективности и устранение существующих временных, финансовых и иных потерь, совершенствовать организацию рабочих мест, обеспечивающей безопасность и комфортность работы сотрудников. Применение данной технологии в рамках пилотных проектов показывает значительные преимущества в работе

МО по сравнению с традиционными подходами в организации оказания медицинских услуг поликлиниками. Вместе с тем, практическая реализация данного проекта включает сложный

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гапоненко А.Л., Савельева Н.В. Теория управления. М.: Юрайт, 2017. 336 с.
- 2 Куликов О.В. Бережливое производство (ЛИН – медицина) как базовый инструмент обеспечения качества и безопасности медицинской деятельности. URL: <http://lopism.ru/wp-content/uploads/2017/04/1-Kulikov-OV.pdf>.
- 3 Востропяткова М.В., Левкевич М.М. Стейкхолдеры в сфере здравоохранения // Экономика и социальная политика. 2014. № 1. С. 10.
- 4 Nave D. How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints // Quality Progress. 2002. №3. P. 73–78.
- 5 George M.L. Lean Six Sigma for Service. How to Use Lean Speed & Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions. N.Y.: McGraw-Hill Co., 2003. 300 p.
- 6 Тайити О. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. 194 с.
- 7 Гурина М.А. Применение методов «бережливого производства» в медицинских организациях // Бережливое производство: как устранить потери и повысить эффективность производственной системы предприятия: Материалы межрегиональной научно-практической конференции (18 декабря 2017 года, Союз «Липецкая торгово-промышленная палата», г. Липецк). Воронеж: «Издательство РИТМ», 2017. 100 с.
- 8 Джексон Т., Канри Х. Как заставить стратегию работать. М.: ИКСИ, 2007. 142 с.
- 9 Шаги развития проекта «бережливая поликлиника» URL: http://minzdrav.pnzreg.ru/files/health_pnzreg_ru/save_polyclinic/shagi_razvitiya_proekta_berelivaya_poliklinika.pdf
- 10 Кузык Ю. Что такое дорожная карта? // Новые знания. Электронный журнал. URL: <http://novznania.ru/archives/358>
- 11 Dorgan S.J., Dowdy J. How good management raises productivity. The McKinsey Quarterly, 2002.
- 12 Spithoven A.H.G.M. Lean production and disability // International Journal of Social Economics. 2001. V. 28. №9. P. 725–741.
- 13 Джордж М. Бережливое производство + шесть сигм в сфере услуг. Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. 464 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария А. Гурина к.э.н., доцент, кафедра государственной, муниципальной службы и менеджмента, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, Россия, mag30@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария А. Гурина полностью подготовила рукопись и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 08.11.2017

и многоэтапный процесс организации проектного офиса на принципах Хосин кантри и требует специальной подготовки и обучения персонала методам «бережливого» производства.

REFERENCES

- 1 Gaponenko A.L., Saveleva N.V. Teoriya upravleniya [Control Theory] Moscow, Yurayt, 2017. 336 p. (in Russian)
- 2 Kulikov O.V. Berezhlivoe proizvodstvo kak bazovyi instrument [Lean production (LIN – medicine) as a base tool for ensuring the quality and safety of medical activities] Available at: <http://lopism.ru/wp-content/uploads/2017/04/1-Kulikov-OV.pdf>. (in Russian)
- 3 Vostropyatova M.V., Levkevich M.M.. Stakeholders in the field of public health. *Ekonomika i sotsil'naya politika* [Economics and social policy] 2014. no. 1. pp.10. (in Russian)
- 4 Nave D. How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. Quality Progress, 2002, no. 3, pp. 73–78.
- 5 George M.L. Lean Six Sigma for Service. How to Use Lean Speed & Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions. N.Y., McGraw-Hill Co., 2003. 300 p.
- 6 Tayichi O. Proizvodstvennaya sistema Toioty [Toyota's production system: leaving mass production] Moscow, Institute for Complex Strategic Studies, 2008. 194 p. (in Russian)
- 7 Gurina M.A. Application of lean manufacturing methods in medical organizations. Berezhlivoe proizvodstvo: kak ustranit' poteri i povysit' effektivnost' [Lean production: how to eliminate losses and improve the efficiency of the enterprise's production system: Materials of the inter-regional scientific and practical conference] Voronezh, "Publishing House RHYTHM", 2017. 100 p. (in Russian)
- 8 Jackson T., Kanry H. Kak zastavit' strategiyu [How to make the strategy work] Moscow, IKSI, 2007. 142 p. (in Russian)
- 9 Shagi razvitiya proekta "berezhlivaya poliklinika" [Steps of the project development "lean polyclinic"] Available at: http://minzdrav.pnzreg.ru/files/health_pnzreg_ru/save_polyclinic/shagi_razvitiya_proekta_berelivaya_poliklinika.pdf. (in Russian)
- 10 Kuzyk U. What is a roadmap? *Novye znaniya* [New knowledge] Available at: <http://novznania.ru/archives/358> (in Russian)
- 11 Dorgan S.J., Dowdy, J. How good management raises productivity. The McKinsey Quarterly, 2002.
- 12 Spithoven, A.H.G.M. Lean production and disability. International Journal of Social Economics, 2001, vol. 28, no. 9, pp. 725–741.
- 13 George M. Berezhlivoe proizvodstvo + shest' sigm v sfere uslug [Lean Production + Six Sigma in Services. How the speed of lean manufacturing and the quality of the six sigma help to improve business] Moscow, Mann, Ivanov and Ferber, 2011. 464 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Marija A. Gurina Cand. Sci. (Econ.), associate professor, public, municipal service and management department, Russian Academy of national economy and public administration under the President of the Russian Federation, Lipetsk branch, International str., 3, Lipetsk, Russia, mag30@mail.ru

CONTRIBUTION

Marija A. Gurina fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.28.2017

ACCEPTED 11.8.2017

Институциональные предпосылки социо-эколого-экономического регулирования природохозяйственной деятельности

Татьяна А. Плаксунова ¹	plaksunova.ta@yandex.ru
Олег М. Сафронов ¹	olegsaf@yandex.ru
Юлия Н. Чернявская ¹	nadi3110@mail.ru

¹ Волжский филиал Волгоградского Государственного университета, ул. 40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия

Реферат. Необходимость регулирования природохозяйственной деятельности институциональных субъектов возникает тогда, когда она затрагивает интересы сторонних субъектов или угрожает в ходе осуществляемой субъектом производственной практики его собственной устойчивости, достижению главной цели. Сложность и многообразность форм проявления социо-экологической и эколого-экономической проблематики на различных уровнях экономической системы обуславливает развитие множества направлений и взглядов о разложении процесса управления по этим уровням (мировой, государственный, региональный, локальный) и по методам от жестко-декларативных государственных до комбинации с рыночными. В этой связи неоклассической экономической теорией активно генерируются новые аналитические идеи и концепции, позволяющие адекватно реагировать на возникающие экономические реалии. Так можно выделить следующие подходы к регулированию природохозяйственной деятельности: Т. Мальтуса и Д. Рикардо, выявивших проблематику социально-эколого-экономических последствий ограниченности природных ресурсов в разрезе закона убывающей эффективности и необходимость регулирования природохозяйственной деятельности. Дж. Ст. Милл и Г. Джордж доказали несостоятельность в решении экологических проблем экономики индустриального типа из-за несовершенства системы институтов общества, обосновав возникновение природохозяйственных кризисов спекуляцией природных благ. А. Пигу разработал теорию внешних эффектов, в которой раскрыл необходимость государственного регулирования природохозяйственной деятельности экономических субъектов, согласования индивидуальных и общественных интересов. Исследования И. Кула, Ф. Хана и П. Самуэльсона выявили закономерность о формировании системы регулирования природохозяйственной деятельности не только в рамках отдельного государства, но и на мировом уровне. Р. Кроуз показывал, что методы прямого государственного регулирования природохозяйственной деятельности не настолько хороши, как кажется на первый взгляд, и поэтому не стоит занижать роль и возможности методов рыночного регулирования возникающих проблем. В настоящее время общепризнано, что природохозяйственная деятельность рыночных субъектов только на основании рыночного механизма саморегулирования губительна для самого общества и должна регулироваться.

Ключевые слова: природохозяйственная деятельность, экология, регулирование, институт, природа, экстерналии

Institutional preconditions of socio-ecological-economic regulation of environmental management activities

Tatyana A. Plaksunova ¹	plaksunova.ta@yandex.ru
Oleg M. Safronov ¹	olegsaf@yandex.ru
Yuliya N. Chernyavskaya ¹	nadi3110@mail.ru

¹ Volga branch of Volgograd State University, ul. 40 let Pobedy, 11, Volzhsky, 404133, Russia

Summary. The need to regulate environmental management activities of institutional entities arises when it affects the interests of third-party entities or threatened by the ongoing entity manufacturing practices its own resilience, to achieve the main goal. The complexity and diversity of the forms of socio-ecological and ecological-economic issues at different levels of the economic system leads to the development of many directions and views on the expansion of the management process of these levels (global, national, regional, local) and techniques from rigid-deklarative state before combination with the market. In this respect, the neoclassical economic theory actively generated new analytical ideas and concept that enables to respond adequately to emerging economic realities. So we can distinguish the following approaches to regulate environmental management activities: T. Malthus and D. Ricardo, revealing issues of social, ecological and economic implications of limited natural resources in the context of the law of diminishing effectiveness and the need to regulate environmental management activities. John. St. Mill and George proved to be ineffective in addressing environmental problems in the industrial economy of the type of the imperfection of the institutions of society, justifying the occurrence of crises protohistoric speculation nature's benefits. A. Pigou developed the theory of externalities, which revealed the need for state regulation of the environmental management activities of economic entities, harmonization of individual and social interests. Research I. Kula, F. Khan and P. Samuelson identified a pattern about the formation of the system of regulation nature-safety activities, not only within individual States but also on a global level. R. Crows have shown that the methods of direct state regulation of nature economic activity is not as good as it seems at first glance and so you should not underestimate the role and potential methods of market regulation problems. It is now generally accepted that environmental management activities of market actors only on the basis of the market mechanism of self-regulation is detrimental to the society and should be regulated. The need to regulate environmental management activities of institutional entities arises when it affects the interests of third-party entities or threatened by the ongoing entity manufacturing practices its own resilience, to achieve the main goal. The complexity and diversity of the forms of socio-ecological and ecological-economic issues at different levels of the economic system leads to the development of many directions and views on the expansion of the management process of these levels (global, national, regional, local) and techniques from rigid-deklarative state before combination with the market. In this respect, the neoclassical economic theory actively generated new analytical ideas and concept that enables to respond

Для цитирования

Плаксунова Т.А., Сафронов О.М., Чернявская Ю.Н. Институциональные предпосылки социо-эколого-экономического регулирования природохозяйственной деятельности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 385–392. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-385-392

For citation

Plaksunova T.A., Safronov O.M., Chernyavsky J. N. Institutional preconditions of socio-ecological-economic regulation of environmental management activities. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 385–392. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-385-392

adequately to emerging economic realities. So we can distinguish the following approaches to regulate environmental management activities: T. Malthus and D. Ricardo, revealing issues of social, ecological and economic implications of limited natural resources in the context of the law of diminishing effectiveness and the need to regulate environmental management activities. John. St. Mill and George proved to be ineffective in addressing environmental problems in the industrial economy of the type of the imperfection of the institutions of society, justifying the occurrence of crises protohistoric speculation nature's benefits. A. Pigou developed the theory of externalities, which revealed the need for state regulation of the environmental management activities of economic entities, harmonization of individual and social interests. Research I. Kula, F. Khan and P. Samuelson identified a pattern about the formation of the system of regulation environmental activities, not only within individual States but also on a global level. R. Crows have shown that the methods of direct state regulation of nature economic activity is not as good as it seems at first glance and so you should not underestimate the role and potential methods of market regulation problems. It is now generally accepted that environmental management activities of market actors only on the basis of the market mechanism of self-regulation is detrimental to the society and should be regulated.

Keywords: environmental management, ecology, regulation, institute, nature, externalities

Введение

Представления человека, общества, хозяйствующего субъекта о нормах и правилах поведения, хозяйствования в рамках социо-эколого-экономической системы не остаются постоянными, а изменяются под влиянием научно-технического прогресса, уровня организации производства, численности населения, состояния окружающей природной среды и т. д. Если раньше люди получали выгоду, используя возможности, предоставляемые окружающей средой, способами, которыми они научились в прошлом, то с расширением их знаний, совершенствованием их умений в управлении силами природы привычные средства осуществления жизнедеятельности общества, его отдельных групп не обеспечивают прежней эффективности усилий. Возникают особые формы связей вначале между отдельными людьми, затем между их группами, обществами, и с течением времени эти связи становятся обычным способом существования их природохозяйственной деятельности. В конечном итоге выделяется круг субъектов особого хозяйственного общения, и закрепляются ограничивающие совместную деятельность правила и нормы, способствующие достижению цели более эффективными способами – формируются институты.

Основная часть

В качестве института можно представить систему устойчивых отношений по поводу согласования (упорядочения) форм совместных взаимодействий индивидов на основе использования норм и правил, разделяемых участниками взаимодействий [1]. Институты – формы общественного устройства хозяйственной и политической жизни, определяемые совокупностью норм обычного (неписаного) и писаного права [2]. Аккумулируя в себе систематизированные, организованные, необходимые, повторяющиеся отношения, институты выступают формами упорядочения способа производства и соответствующих ему общественных отношений, а также средством ограждения последнего от случайности, произвола [3] и уменьшению его отрицательного влияния на институциональных субъектов.

Институциональный субъект можно определить, как совокупность индивидов, объединившихся в ассоциацию на основе согласованного принятия и совместного использования ряда требований, ограничивающих масштабы, формы, средства и методы осуществления хозяйственных взаимодействий [1]. В качестве институционального субъекта исследователи рассматривают интегрированные структуры, государство, предприятие.

Общим основанием названных субъектов является их ассоциированная природа как совокупности субъектов и агентов, разделяющих нормы и правила, регулирующие их деятельность. Немецкий учёный Ф. Вилькен так же, как и американский исследователь Ч. Мюррей, считает, что ассоциации, объединения индивидов это институциональные субъекты, придерживающиеся общих взглядов на то, как обстоят дела, и как они должны обстоять, создают общее представление об экономической жизни и способах управления ею, что не в состоянии сделать центральная инстанция.

Регулировать значит следовать определенному порядку, правилу, упорядочивать или устанавливать правильное, необходимое для работы взаимодействие частей механизма, делать что-нибудь для получения нужных показателей, достижения нужной степени развития состояния чего-либо. Регулировать ход, движение означает соразмерять, устанавливать порядок [4]. Таким образом, механизм регулирования понимается как совокупность действий, направленных на установление порядка в достижении заранее поставленной цели.

Необходимость регулирования природо-хозяйственной деятельности институциональных субъектов возникает тогда, когда она затрагивает интересы сторонних субъектов или угрожает в ходе осуществляемой субъектом производственной практики его собственной устойчивости, достижению главной цели. Поэтому изменение экономического мировоззрения в направлении оптимального природопотребления, использования ресурсно-энергетического потенциала природной среды и регулирования в связи с этим хозяйственной деятельности

в экономической системе берет свое начало с исследований, проведенных Т. Мальтусом и Д. Рикардо, основные работы которых – «Опыт о законе народонаселения» и «Начало политической экономии и налогового обложения», посвященные, в частности, анализу действия фактора ограниченности природных ресурсов и закона убывающей отдачи вложения капитала в процессе их хозяйственного освоения.

В своей работе Т. Мальтус, как известно, приходит к выводу, что постоянный экономический рост и увеличение благосостояния общества невозможно вследствие двух причин: росту численности населения земли со скоростью геометрической прогрессии и увеличения плодородия земель, только со скоростью арифметической прогрессии. Итогом такого дисбаланса – потребности общества в продовольствии и невозможности его производства – являются, по его мнению, голод и сокращение численности людей до определенного оптимума, что станет непреодолимым препятствием для дальнейшего экономического роста [6]. При всей противоречивости такого суждения и сомнительности аргументов, эта позиция, выдвинутая более 200 лет назад, продолжает оставаться предметом дискуссий.

Поддерживая принципиальные основы теории Т. Мальтуса относительно ограниченной возможности экономического роста, Д. Рикардо представил несколько иную имитационную модель экономической динамики, в качестве основных переменных предусмотрев в ней численность наемных работников, их оплату труда, валовой продукт, прибыль и рентные платежи. Итогом взаимовлияния перечисленных компонентов, согласно Д. Рикардо, явится достижение некоторого стационарного состояния, при котором последующие капиталовложения будут не в состоянии адекватно окупиться приростом валового продукта, и, таким образом, пагубные последствия закона убывающей экономической отдачи проявят себя в полной мере [5]. А значит вмешиваться, регулировать процесс природохозяйственной деятельности по поводу использования ресурсов и энергии природы бессмысленно. Такое видение конечных результатов дальнейшего развития природохозяйственной деятельности общества породило в экономической науке взгляды о непреодолимости экологического кризиса – экологический пессимизм.

Такого рода точка зрения полностью разделяется последователями рикардистской школы А. Майлзом, Р. Стилбергом, С. Сейем, заявившим: «Природные богатства неисчерпаемы, поскольку они не могут быть ни увеличены,

ни исчерпаны, они не представляют собой объекта экономической науки» [7, с. 26–29].

Диаметрально противоположной научной платформы придерживался Т. Титенберг, отмечавший, что именно благодаря идеям Т. Мальтуса и Д. Рикарда «современные экологи обращают внимание на следующее обстоятельство: природная среда обладает универсальной способностью обеспечивать жизнь человека, и если эта способность превышает, то следствием будет повсеместное разрушение экологической среды с катастрофическими последствиями для человечества» [8, с. 20]. В данном контексте актуальность и значимость регулирующего вмешательства для сохранения универсальной способности природной среды по обеспечению условий жизни человека и развития общества становятся по значимости на один уровень с задачей интенсификации экономического роста.

Не менее значимые концептуальные положения предложены другим представителем классической политической экономии – Дж. Ст. Миллем, благодаря исследованиям которого внимание научной общественности было впервые привлечено к одному из приоритетных аспектов современного экономика – необратимым природодестабилизирующим последствиям функционирования индустриальной модели экономики. Дж. Ст. Милль интерпретировал проблему экономического антагонизма между необходимостью дальнейшего роста благосостояния человечества, достигаемого посредством интенсификации научно-технического прогресса, и его социально-экологических последствий [9].

Достаточно оптимистично оценивал перспективу человеческого развития Дж. Ст. Милль, утверждая, что поступательное развитие человечества (в том числе и научно-техническое) при надлежащем регулировании будет содействовать более активному удовлетворению культурно-бытовых, образовательных, эстетических и иных социальных запросов общества.

Подвергая аналитике специфику функционирования института частной собственности на земельные ресурсы, Дж. Ст. Милль формулирует вывод об общественной целесообразности присвоения земель, изначально представлявших собой неотъемлемый компонент благосостояния общества.

Научная позиция Дж. Ст. Милля в данном случае согласуется со взглядами Г. Джорджа, обосновавшего причину цикличности экономических кризисов приватизацией земельной ренты и природно-ресурсной спекуляцией. Бедность, согласно Г. Джорджа, является закономерностью «неравного распределения

собственности (прежде всего природных и земельных ресурсов)», на основании чего следует заключение: «Все люди имеют равное право на владение и пользование теми элементами, которые предоставляет природа». Исходя из принципа социальной справедливости, руководствуясь теми соображениями, что «стоимость земельного участка владельцем не заработана, а носит случайный характер», Дж.Ст. Милль и Г. Джордж фактически соприкасаются с проблемой, получившей в энвайронментальной экономике название «менеджмент природопользования», эколого-экономического регулирования.

Исчерпывающая характеристика частной собственности как первопричины антропоэкологических катаклизмов представлена К. Марксом в «Экономико-философских рукописях 1844 года», констатирующих: «частная собственность есть продукт, необходимое следствие отчужденного труда, внешнего отношения рабочего к природе и к самому к себе» [10, с. 97].

Теория перераспределения природно-ресурсной собственности получила сильнейший резонанс и была в последующем подвергнута всесторонней аналитике представителями неоклассического экономического направления, в частности А. Пигу, М. Доббом, Т. Титенбергом, А. Шмидом и др.

В XX столетии исследования природоохранной сферы были ознаменованы появлением неоклассической экономической теории, существенным образом усилившей вариабельность эколого-экономической тематики. Бесспорный приоритет в данном направлении экономической мысли занимает А. Пигу, радикальным образом преобразовавший систему научных взглядов и представлений неоклассицизма.

Введя в научный обиход понятие «общественный уровень безопасности» и «качество окружающей среды», А. Пигу не только обогатил понятийно-категориальный аппарат неоклассического экономикса, но и одновременно, исследуя такой его аспект, как теория благосостояния, вскрыл экономическую мотивацию эгоистичных предпочтений, соответствующих «интересам рационально мыслящих индивидов» и обуславливающих необходимость «зачастую принудительной корректировки их поведения с учетом потребностей будущих поколений». «Предпринимателей, как очевидно, — утверждал в этой связи А. Пигу, — интересует в целом не общественный, а только частный чистый продукт, обеспечиваемый их деятельностью» [11, с. 239], а поэтому для сохранения достойного качества окружающей среды на перспективу частичное регулирование природохозяйственной деятельности субъектов рынка является оправданным и допустимым

Проблема «противостояния экономическому индивидуализму товаропроизводящих субъектов» была в дальнейшем подвергнута критике М. Доббом, высказавшим в работе «Экономическая теория и социализм» предположение о том, что «поступки индивидуумов продиктованы стремлением получать в собственное пользование наибольший «набор» материально-денежных ценностей. Целенаправленное экономическое преодоление такой идейной установки невозможно вне политического преобразования существующей рыночной системы, установления принципов социальной справедливости, свободного труда, гуманного отношения к природе и будущим поколениям землян. А это и означает становление социализма» [12, с. 307]. Г. Гудожник — ученик и последователь научных убеждений М. Добба — также разделял мнение о том, что «социализм представляет все необходимые условия для решения экологических проблем» [13, с. 166], так как при нем отсутствует институт частной собственности на природно-ресурсную составляющую природохозяйственной деятельности, и в решениях регулирования хозяйственной деятельности будет доминировать не индивидуальный, а общественный интерес.

На основании чего последователи пигувианской научной школы Л. Барнетон, И. Леви, Н. Николосом и др. в вопросах эколого-экономического соглашения между живущими ныне и будущими поколениями людей заключили, что «принципы свободного рынка не способны к эквивалентному обмену ценностями с будущими поколениями, которые отсутствуют на сегодняшний день на рынке и не являются в силу этого сегодняшними покупателями благ» [14, с. 17].

Несомненным научным достижением А. Пигу признана разработка основополагающих постулатов теории внешних эффектов. Методологические истоки концепций экстерналий в экономической науке ассоциированы с именем А. Маршалла, впервые высказавшим мысль о «внешней экономии» [15], которая в дальнейшем была развита в работе А. Пигу «Экономическая теория благосостояния». В частности, исчерпывающим образом исследована проблема специального экологоориентированного налогообложения как эффективного экономического инструментария согласования индивидуальных и общественных оптимумов, стимулирования инвестиционной активности и усиления государственного присутствия в природоохранном сегменте экономики как главного регулятора природохозяйственной деятельности социума [16].

Именно пигувианской научной школе, согласно мнению К. Тисдела, неоклассическая теория обязана признанием справедливости аргументов в пользу государственного регулирования природохозяйственной деятельности

индивидуумов. Признавая в общих чертах необходимость ограничения государственным аппаратом эгоистического потребительского выбора, Ф. Хольцман одновременно исследовал вопрос демократизации государственного присутствия, вводя в научный лексикон понятие «суверенитет потребителя».

В дальнейшем И. Кула акцентировал внимание на концептуально-методологических положениях теории внешних эффектов, изучив особенности их проявления на примере как отдельных государств, так и Европейского Союза в целом, и в конечном счете сформулировал вывод об «упрочении эколого-трансфертной государственной функции» [17, с. 290–294]. Разносторонней научной интерпретации проблема внешних эффектов была подвергнута в работах Ф. Хана и П. Самуэльсона, исследовавших феномен интернационализации экстерналий и предложивших весьма обширную область его социо-эколого-экономического регулирования.

Доводы А. Пигу о несостоятельности рыночного механизма в сфере охраны среды обитания подверглись критике представителем институционального направления экономикса Р. Коузом, предложившим вариант интернационализации экстерналий вне государственного регулирования, а именно на основе непосредственных рыночных переговоров. В результате критического переосмысления экстерналий, которая, по утверждению Р. Коуза, «приобрела центральную роль в экономической теории благосостояния, а результаты которой оказались крайне неудачными» [18, с. 27], была предложена иная интерпретация проблемы.

Содержательную сущность решения Р. Коуз трактовал как официальное признание прав собственности на природно-ресурсные блага, что позволит причислить их к разновидностям частных товаров. «Обе стороны, – утверждал Р. Коуз, – и виновник-загрязнитель, и жертва загрязнения – виновны в причинении ущерба. Если мы стремимся к оптимальному размещению ресурсов, тогда желательно, чтобы обе стороны учитывали ущерб и принимали решение о дальнейших действиях» [18, с. 101], т. е. сами хозяйствующие субъекты могут на обоюдовыгодных условиях урегулировать отношения по поводу возникающих внешних эффектов их деятельности.

Закономерным результатом такого рода действий явится взаимовыгодное соглашение, заключающееся в перераспределении прав собственности [18]. «Правительственное регулирование, – в итоге резюмирует Р. Коуз, – не всегда дает лучшие результаты, чем простое предоставление решения проблем на волю рынка или фирмы» [18, с. 103].

Не будет преувеличением констатировать тот факт, что несколько «упрощенные» «рыночно ориентированные» постулаты неоклассического анализа подлежат критическому переосмыслению, результатом которого явилось формирование экономической теории благосостояния. Именно на ее основе в XX столетии произошло становление принципов экономики природопользования, призванной разрешить социально-экономические вопросы, связанные с удовлетворением потребностей нынешнего и будущих поколений людей в чистоте, продуктивности и разнообразии окружающей природной среды [19].

Экономика благосостояния представляет собой автономное научное направление неоклассического экономикса и акцентирует внимание на исследовании вопросов аллокации ограниченных природных благ, основанной на соблюдении императива социальной справедливости, согласовании индивидуальных и общественных интересов, обосновании экономической целесообразности регулирования природохозяйственной деятельности и принятии альтернативных решений в условиях, когда бессильна оказать содействие «невидимая рука рынка».

Таким образом, в экономической науке существуют различные подходы к регулированию природохозяйственной деятельности.

Резюмируя проведенный историко-экономический анализ, выделим следующие основные позиции:

1. Вопрос о необходимости регулирования природохозяйственной деятельности экономических субъектов впервые встал после выхода в свет трудов Т. Мальтуса и Д. Рикардо, выявивших проблематику социально-эколого-экономических последствий ограниченности природных ресурсов в разрезе закона убывающей эффективности капиталовложений в хозяйственной деятельности по преобразованию обществом материи природы.

2. Дж. Ст. Милл и Г. Джордж доказали несостоятельность в решении экологических проблем экономики индустриального типа из-за несовершенства системы институтов общества, обосновав возникновение природохозяйственных кризисов спекуляцией природных благ, а поэтому видели необходимость в обобществлении этих благ посредством государства и преодолении кризиса за счет научно-технического прогресса.

3. А. Пигу разработал теорию внешних эффектов, в которой раскрыл необходимость государственного регулирования природохозяйственной деятельности экономических субъектов, согласования индивидуальных и общественных интересов.

4. Исследования И. Кула, Ф. Хана и П. Самуэльсона выявили закономерность о формировании системы регулирования природохозяйственной деятельности не только в рамках отдельного государства, но и на мировом уровне.

5. Р. Кроуз показывал, что методы прямого государственного регулирования природохозяйственной деятельности не настолько хороши, как кажется на первый взгляд, и поэтому не стоит занижать роль и возможности методов рыночного регулирования возникающих проблем. По его мнению, оно возможно на основе многообразия форм собственности на природные ресурсы и самостоятельного согласования своих интересов экономическими субъектами на основе рыночных переговоров.

6. Направлением, сочетающим в себе синтез вышеперечисленных идей об уровнях и методах регулирования природохозяйственной деятельности, стала теория общественного благосостояния, которая сформировала принципы управления природопользованием и обозначила широкий спектр социо-эколого-экономических проблем, требующих регулирования, в рамках которой произошло становление наиболее эффективной теории – общей теории экономической эффективности.

В настоящее время общепризнано, что природохозяйственная деятельность рыночных субъектов только на основании рыночного механизма саморегулирования губительна для самого общества и должна регулироваться.

Это было подчеркнуто на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 г.), в которой участвовали главы государств ста восьмидесяти стран мира. В документах конференции говорится, что частная собственность становится препятствием на пути успешного развития цивилизации, экономический прогресс в условиях свободного, стихийного рынка ведёт к истощению ресурсов, стихийный рынок не может обеспечить конкурентоспособность ресурсосберегающих технологий по сравнению с ресурс истощающими, рыночные механизмы не способны удовлетворить многие человеческие и социальные нужды.

После А. Смита и Д. Рикардо не было более страстного приверженца «чисто рыночной экономики», чем Ф. Хайек. Это было необычно, потому что «чистый рынок» с помощью государства преодолел Великую депрессию 30-х годов, государственное регулирование на глазах превращалось в неотъемлемый элемент капиталистического механизма хозяйствования. В работе «Дорога к рабству» он всесторонне обосновывает тезис: «Альтернативы рынку нет!». Правда Ф. Хайек не выходит в своем исследовании за рамки формационных социально-экономических проблем эффективного

удовлетворения материальных потребностей и свободы личности, непосредственно аспект взаимоотношений рыночной экономики с природой у него отсутствует. Тем не менее, как замечает М.М. Гузев, определенная ниша для решения экологических проблем в его построениях имеется: «...свобода личности не совместима с главенством одной какой-нибудь цели, подчиняющей себе всю жизнь общества. Единственным исключением из этого правила является в свободном обществе война или другие локализованные во времени катастрофы. Мобилизация всех общественных сил для такой ситуации становится той ценой, которую мы сознательно платим за сохранение свободы в будущем». Как нам представляется, здесь содержится ключ к ответу на вопрос, способно ли свободно-рыночное хозяйство в принципе решать современные обще цивилизационные проблемы. Решение этих проблем связано именно с подчинением личного интереса, частной собственности интересам более высокого порядка – выживанию человечества. Исходя из логики концепции Ф. Хайека, решение глобальных экологических проблем с помощью «свободного рынка» невозможно [20].

Сегодняшние неоклассики не столь решительно отказывают государству в месте в хозяйственном механизме современного западного общества, особенно на фоне обостряющихся глобальных проблем. «Чистый рынок» в силу своих генетических, родовых черт («всеческая эксплуатация природных и человеческих свойств»), учитывая глобальные проблемы современности, не может считаться перспективной моделью развития на XXI век. В современных условиях, когда происходит единение экономических, социальных и экологических условий и результатов производства, ни прибыль на микроуровне, ни ВВП на макроуровне не отражают в достаточной степени эффективности общественного производства, которая является величиной интегральной. Эколого-экономика требует иных критериев, иных механизмов, а рыночный инструментарий (например, цена) не несет всей информации для принятия решений в сфере природопользования. «Если издержки учтены полностью и потребности строго обоснованны, то цены являются приемлемым инструментом эффективного распределения ресурсов. В противном случае, если производство ведется с ущербом природе (и людям) и если потребитель не в состоянии четко отделить полезное от ненужного, то рыночные цены уже не могут служить надежным инструментом эффективного распределения ресурсов... Рыночная недостаточность состоит в том, что экономические агенты не учитывают отдаленные последствия принятия решений, т. е.

она возникает в связи с наличием внешних эффектов» [21, с. 74]. В этом как раз и заключается ограниченность рыночного природопользования, границы его возможностей. Рынок – это конкуренция, борьба, посредством которой обеспечивается сочетание экономических интересов, в том числе и ... за счет нарушения гармонии между обществом и природой. Децентрализация, дробление, автономизация производства в условиях жесткой конкуренции толкают лишь к достижению краткосрочных интересов, тогда как экология отражает долгосрочный интерес [21].

В 50–70-е годы в западных странах сложилось новое общество – социализированный капитализм, общество массового потребления с модифицированной собственностью и государственно-институционально-рыночным механизмом регулирования, согласования интересов. Однако экономический, экологический, энергетический, социальный кризисы 60–70 гг. показали всю иллюзорность идиллии и «разочарование прогрессом»: стали очевидны ограниченность экономико-технических критериев развития, закат «экономического человека». Говоря о созданной материалистической культуре, П. Сорокин отмечал: «...теперь, когда оно пребывает в состоянии агонии, когда ее продуктом скорее является выхлопной газ, чем свежий воздух, когда благодаря своим достижениям она дала в руки человека страшную власть над природой и общественным, и культурным миром, не наделяя его самого контролем над самим собой, властью над его эмоциями и страстями, чувственными аппетитами и похотями – теперь в руках такого человека, со всеми его достижениями науки и технологиями, она становится все более опасным для самого человечества и всех его ценностей» [22, с. 628].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лебедева Н.Н. Институциональный механизм экономики: сущность, структура, развитие. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2002. 326 с.
- 2 Афанасенко И.Д. Экономика и духовная программа России. СПб.: Изд-во «Третье тысячелетие», 2001.
- 3 Маркс К., Энгельс Ф. Капитал. Критика политической экономии. Т. 3. Кн. III. Процесс капиталистического производства, взятый в целом. Т. 25. Ч. 2.
- 4 Даль В. Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 4. М., 1996.
- 5 Рикардо Д. Начало политической экономии и налогового обложения. М.: Наука, 1989.
- 6 Столярова И.А. Антология экономической классики: Т. Мальтус, Д. Кейнс, Ю. Ларин. М.: «Эконом-Ключ», 1993. 486 с.
- 7 Сэй С. Природные ресурсы как объект экономической теории. Экологические проблемы современности: история экономических учений. М.: Русь, 2000.
- 8 Пахомова Н.В., Рихтер К.К. Экономика природопользования и экологический менеджмент. СПб.: Изд-во С. – Петербургского университета, 1999.

Причем, как отмечает в своей работе А.А. Семин «Общая логика развития отношений по поводу экологии должна приводить к тому, что удельный вес государственного менеджмента должен сокращаться в пользу увеличения значения саморегулирующегося экономического механизма. Более того, главной задачей государственного экологического менеджмента является не защита природы, как принято считать, а создание условий для сосуществования (становления и развития) экономических отношений по поводу экологии (формирование ценностного отношения к экологии) [23].

Заключение

В настоящее время в развитых странах мирогосударство, крупные корпорации, банки, средний и малый бизнес, профсоюзы и различные ассоциации граждан составляют важные и взаимообусловленные элементы современной рыночной экономики, что и позволило, соединив государственные, рыночные и институциональные усилия, добиться положительных результатов в области природопользования и охраны окружающей среды, где достижение наибольшего эффекта природохозяйственной деятельности возможно в результате сочетания внутреннего регулирования (механизма рыночного саморегулирования) и внешнего, где главной задачей внешнего регулирования является определение социо-эколого-экономических приоритетов и обеспечения равных условий их достижения различными субъектами, а внутреннего – разработки стратегии и механизма достижения поставленных целей посредством различного методического инструментария.

- 9 Милль Дж. Ст. Основы политической экономии и некоторые аспекты ее применения к социальной философии. Новосибирск: Издательский дом «Сибирь», 1993.
- 10 Маркс К., Энгельс Ф. Экономические рукописи 1844 г. М.: Политиздат, 1968.
- 11 Пигу А. Экономическая теория благосостояния. М.: Прогресс, 1985.
- 12 Добб М. Экономическая теория и социализм. Антология экономической классики. Екатеринбург: Дело, 1997.
- 13 Гудожник Г. Научно-техническая революция и экологический кризис. М.: Мысль, 1975.
- 14 Баррнет Л., Леви И. и др. Экономика и экология – проблемы прошлого и современности // Изд. ВГО. 1991. Т. 123. № 2.
- 15 Маршалл А. Принципы экономической науки. М.: Ноосфера, 1997.
- 16 Моисеев Н.Н. Окружающая природная среда как объект экономического исследования // Вестник ЛГУ. 1980. № 23.
- 17 Tisdell C. Environment economics: politics for environmental management and sustainable development. Cambridge, 1993.

18 Коуз Р. Фирма, рынок и право. М.: Дело ЛТД, 1993.

19 Красовская И.П. Эколого-экономический механизм рыночного природопользования: вопросы теории и практики. Ростов-на-Дону: Издательство СКНЦ ВШ, 2002. 296 с.

20 Воркуев Б.Л. Ценность, стоимость и цена. М.: Изд-во МГУ, 1995.

21 Гузев М.М. Экономические проблемы и механизм экологически устойчивого развития. Волгоград: Издательство Волгоградского государственного университета, 1997. 200 с.

22 Шабунина И.М. Совершенствование отношений социалистического природопользования в агропромышленной сфере производства. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1987.

23 Семин А.А. Экономический механизм экологического равновесия: вопросы теории и методологии. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 2000. 304 с.

REFERENCES

- 1 Lebedeva N.N. Institutsional'nyi mekhanizm ekonomiki [The institutional mechanism of the economy: essence, structure, development] Volgograd, VolGU, 2002. 326 p. (in Russian)
- 2 Afanasenko I.D. Ekonomika i dukhovnaya problema [Economy and spiritual program of Russia] Saint-Petersburg, Third Millennium, 2001. (in Russian)
- 3 Marx K., Engel's F. Kapital. Kritika politicheskoi ekonomii [Capital. Critique of political economy] (in Russian).
- 4 Dal V. Tolkovyi slovar' [Explanatory dictionary of the living great crossage language] Moscow, 1996. (in Russian)
- 5 Ricardo D. Nachalo politicheskoi ekonmii [Principles of political economy and taxation] Moscow, Nauka, 1989. (in Russian)
- 6 Stolyarova I.A. Antologiya ekonomicheskoi klassiki [Anthology of economic classics: T. Malthus, D. Keynes, J. Larin] Moscow, Ekonom-Klyuch, 1993, 486 p. (in Russian)
- 7 Sy C. Prirodnye resursy kak ob'ekt ekonomicheskoi teorii [Natural resources as an object of economic theory. Ecological problems of modernity: history of economic thought] Moscow, Rus', 2000. (in Russian)
- 8 Pakhomova N.V., Richter K.K. Ekonomika prirodopol'zovaniya i ekologicheskii menedzhment [Economy of natural resources and environmental management] Saint-Petersburg, SPbGU, 1999. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна А. Плаксунова к.э.н., доцент, кафедра экономической теории и управления, Волжский филиал Волгоградского Государственного университета, ул.;40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия, plaksunova.ta@yandex.ru

Олег М. Сафронов к.э.н., доцент, кафедра экономической теории и управления, Волжский филиал Волгоградского Государственного университета, ул.;40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133, Россия, olegsaf@yandex.ru

Юлия Н. Чернявская к.э.н., доцент, кафедра экономической теории и управления, Волжский филиал Волгоградского Государственного университета, ул.;40 лет Победы, 11, г. Волжский, 404133 Россия, nadi3110@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 23.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.11.2017

9 Mill J. St. Osnovy politicheskoi ekonomii [Principles of political economy and some aspects of its implementation to social philosophy] Novosibirsk, Sibir', 1993. (in Russian)

10 Marx K., Engels F. Ekonomicheskie rukopisi [Economic manuscripts of 1844] Moscow, Politizdat. 1968. (in Russian)

11 Pigou A. Ekonomicheskaya teoriya [Economic theory of welfare] Moscow, Progress, 1985. (in Russian)

12 Dobb M. Ekonomicheskaya teoriya i sotsializm [Economic theory and socialism. The anthology of economic classics] Ekaterinburg, Delo, 1997. (in Russian)

13 Gudojnik G. Nauchno-tekhnicheskaya revolyutsiya [Technological revolution, and environmental crisis] Moscow, Mysl, 1975. (in Russian)

14 Barnet L., Levi I., et al. Economy and environment – problems of the past and present. Izdatel'stvo VGO [Edition VGO] 1991. vol. 123. no. 2. (in Russian)

15 Marshall A. Printsipy ekonomicheskoi nauki [Principles of economic science] Moscow, Noosphere, 1997. (in Russian)

16 Moiseev N. N Natural environment as an object of economic research. Vestnik LGU. [Proceedings LSU] 1980. no. 23. (I Russian)

17 Tisdell C. Environment economics: politics for environmental management and sustainable development. Cambridge, 1993.

18 Coase R. Firma, rynok i pravo [Firm, market and law] Moscow, Delo LTD, 1993. (in Russian)

19 Krasovskaya, I.P. Ekologo-ekonomicheskii mekhanizm rynochnogo prirodopol'zovaniya [Ecology-economic mechanism of market-based environmental management: issues of theory and practice] Rostov-on-don, SKNTs VSh, 2002, 296 p. (in Russian)

20 Vorkuev B.L. Tsennost', stoimst', tsena [Value, cost and price] Moscow, MGU, 1995. (in Russian)

21 Guzev M.M. Ekonomicheskie problem i mekhanizm ekologicheskii ustoichivogo [Economic problems and the mechanism of environmentally sustainable development] Volgograd, VolGU, 1997. 200 p. (in Russian)

22 Shabunina M.I. Sovershenstvovanie otnoshenii sotsialisticheskogo prirodopol'zovaniya [Improvement of the relations of the socialist environmental management in the agro-industrial sphere of production] Rostov-on-Don, RGU, 1987. (in Russian)

23 Semin A.A. Ekonomicheskii mekhanizm ekologicheskogo ravbovesiya [Economic mechanism of ecological balance: problems of theory and methodology] Rostov-on-Don, RGU, 2000. 304 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana A. Plaksunova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic theory and management department, Volga branch of Volgograd State University, 40 let Pobedy str., 11, Volzhsky, 404133, Russia, plaksunova.ta@yandex.ru

Oleg M. Safronov Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic theory and management department, Volga branch of Volgograd State University, 40 let Pobedy str., 11, Volzhsky, 404133, Russia, olegsaf@yandex.ru

Yuliya N. Chernyavskaya Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic theory and management department, Volga branch of Volgograd State University, 40 let Pobedy str., 11, Volzhsky, 404133, Russia, nadi3110@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.23.2017

ACCEPTED 11.14.2017

Учёт неопределённости маркетинговых исследований при формировании цены продукции

Сергей А. Багрецов	¹	sergeibagrecov@bk.ru
Дмитрий М. Петров	¹	pdm64office@mail.ru
Александр И. Хорев	²	a-khorev@gmail.com
Алексей В. Гаврилов	¹	alepiter@mail.ru

¹ Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, наб. Ждановская, 13, г. Санкт-Петербург, 197198, Россия

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

Реферат. Общими условиями формирования цен выпускаемой продукции является обязательный учёт всех видов издержек. В условиях рыночных отношений, для каждого предприятия, особую важность приобретает система объективного учёта издержек и управления издержками необходимыми для производства продукции (услуг). Система управленческого учёта, с одной стороны, позволяет осуществлять учёт производственных затрат, а с другой – осуществлять анализ издержек и оценивать их влияние на конечный результат деятельности предприятия и принятие соответствующих управленческих решений. В отличие от системы калькуляции затрат по полной себестоимости, известная в экономической теории система учёта затрат директ-костинг основана на раздельном учете постоянных и переменных затрат, что позволяет учесть влияние постоянных затрат на ценообразование и получаемую прибыль от реализации конечного выпуска продукции. На основе применения аппарата нечетких множеств разработана методика определения рациональной, с точки зрения производителя, цены продукции (услуг) в условиях имеющейся неопределённости маркетинговых исследований и конкурентных преимуществ предприятия на рынке однотипной продукции. В целом инструментальное обеспечение такого подхода к определению цены продукции рассматривается как специализированная информационная система поддержки принятия решения о цене продукции по результатам маркетинговых исследований. Рынок, определяемый таким вектором доходности, может считаться приемлемым для предприятия со значением чёткости равным 0,55. В то же время, он может быть принят как неприемлемым, но уровень чёткости оценки будет ниже, а именно 0,45. Как видно, классификация оказалась достаточно сильно размытой, что является отражением нечёткости исходных оценок предлагаемых объёмов реализации продукции для определённого ценового коридора.

Ключевые слова: цена продукции, затраты, ценовой коридор, приемлемость рынка, многомерное шкалирование

The uncertainty of marketing research in the formation of prices of production

Sergey A. Bagretsov	¹	sergeibagrecov@bk.ru
Dmitriy M. Petrov	¹	pdm64office@mail.ru
Alexander I. Khorev	²	a-khorev@gmail.com
Aleksey V. Gavrilov	¹	alepiter@mail.ru

¹ Military space Academy named after A. F. Mozhaisky, Zhdanovskaya nab., 13, Saint-Petersburg, 197198, Russia

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

Summary. The general conditions of formation of prices of products is obligatory accounting of all types of expenses. In the conditions of market relations, for each enterprise, the system of objective accounting of costs and management of costs necessary for production of products (services) becomes especially important. The system of management accounting, on the one hand, allows for the accounting of production costs, and on the other – to analyze costs and assess their impact on the final result of the enterprise and the adoption of appropriate management decisions. Unlike the full cost costing system, the cost accounting system known in economic theory is based on separate accounting of fixed and variable costs, which allows to take into account the impact of fixed costs on pricing and profits from the sale of final output. On the basis of application of the device of fuzzy sets the technique of determination of rational, from the point of view of the producer, the price of production (services) in the conditions of the available uncertainty of market researches and competitive advantages of the enterprise in the market of identical production is developed. In General, instrumental support of such approach to the determination of the product price is considered as a specialized information system to support the decision-making on the product price based on the results of market research. The market determined by this yield vector can be considered acceptable for the enterprise with a value of 0.55. At the same time, it may be accepted as unacceptable, but the level of clarity of assessment will be lower, namely 0.45. As you can see, the classification was quite blurred, which is a reflection of the fuzzy initial estimates of the proposed sales volumes for a certain price corridor.

Keywords: the price of products, costs, price corridor, acceptability of the market, multidimensional scaling

Для цитирования

Багрецов С.А., Петров Д.М., Хорев А.И., Гаврилов А.В. Учёт неопределённости маркетинговых исследований при формировании цены продукции // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 393–402. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-393-402

For citation

Bagretsov S.A., Petrov D.M., Khorev A.I., Gavrilov A.V. The uncertainty of marketing research in the formation of prices of production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 393–402. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-393-402

Введение

Общими условиями формирования цен выпускаемой продукции является обязательный учёт всех видов издержек. В условиях рыночных отношений, для каждого предприятия, особую важность приобретает система объективного учёта издержек и управления издержками необходимыми для производства продукции (услуг). Система управленческого учёта, с одной стороны, позволяет осуществлять учёт производственных затрат, а с другой – осуществлять анализ издержек и оценивать их влияние на конечный результат деятельности предприятия и принятие соответствующих управленческих решений. В отличие от системы калькуляции затрат по полной себестоимости, известная в экономической теории система учёта затрат директ-костинг (direct-costing) [1] основана на раздельном учете постоянных и переменных затрат, что позволяет учесть влияние постоянных затрат на ценообразование и получаемую прибыль от реализации конечного выпуска продукции. В особой мере это касается случая, когда расширяется или меняется спектр производимой продукции, пересматривается ценовая

политика, внедряются меры по совершенствованию качества продукции, повышению имиджа предприятия посредством рекламы и т. п.

Общая схема последовательности реализации системы учёта директ-костинг на примере оценки эффективности изменения цены продукции приведена на рисунке 1. В наиболее общей форме эта реакция рынка проявляется в эластичности рынка по цене и качеству [2]. Вместе с тем, в реальной практике, сколько-нибудь точно увязать в единой функциональной зависимости качественные и стоимостные показатели продукции, а также объёмы ее реализации, определяемые потребностью потребителей продукции данного вида, а также данной цены и качества, нередко оказывается невозможным в виду отсутствия, как правило, какой-либо статистики, отвечающей требованиям вероятностной аксиоматики. Прямое измерение указанных показателей в значительном числе случаев оказывается невозможным в силу, например, ограничения временных, информационных или денежных ресурсов, принципиальной новизны продукции или услуг и т. п.

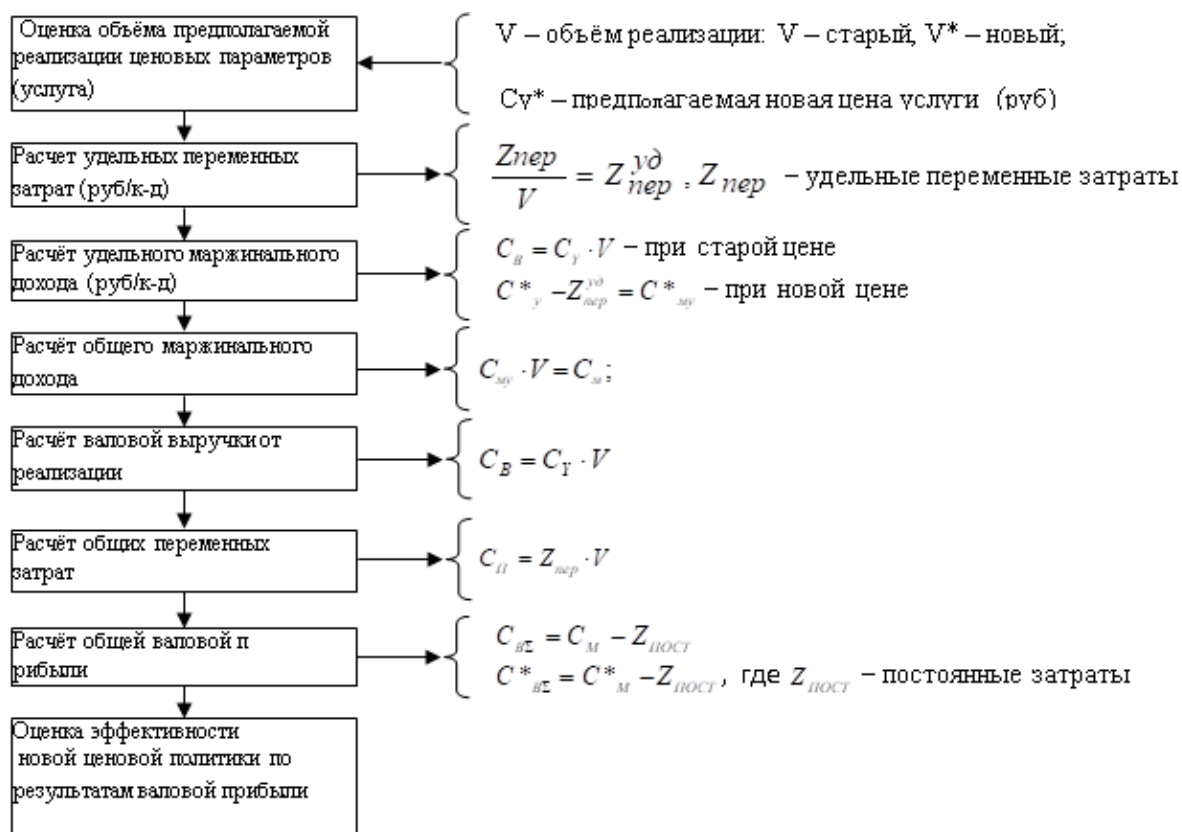


Рисунок 1. Структурная схема применения системы директ-костинг в оценке эффективности новой ценовой политики предприятия на рынке

Figure 1. Block diagram of the application of the system of direct costing in evaluating the effectiveness of the new pricing policy of the enterprise market

Ценовой коридор продукции на рынке: методы оценки

Рассмотренные выше особенности ситуационного анализа рынка приобретают особый смысл в условиях ограничения стоимостных или временных ресурсов. В лучшем случае в таких ситуациях можно отметить, что есть опорные точки зависимости ожидаемой прибыли от цены продукции данного качества, определяемые предыдущим опытом или интуицией эксперта (менеджера). Это могут быть результаты проведённых ранее маркетинговых исследований (мониторинга), анализа спроса на продукцию или услуги подобного вида или результаты наблюдений ценовой политики по однотипной продукции конкурентов на рынке. В любом варианте это будут неопределённые данные, опирающиеся на нестатистические результаты наблюдений и исследований рынка. В этом случае, зависимость объемов реализуемой на рынке продукции от ее цены, учитывая нестатистическую природу неопределённости ее оценки, может быть представлена функциями принадлежности, отражающими степени уверенности экспертов в ожидаемых объемах реализации продукции при заданной ее стоимости, т. е. будем считать известной функцию:

$$\mu(V^*, C_y^*) \quad (1)$$

где V^* – объём реализуемой продукции $V^* \in V$; C_y^* – фиксированная стоимость $C_y^* \in DC_y$; $\mu(\bullet)$ – функция принадлежности, определённая на числовой оси объёма реализуемой продукции при ее фиксированной стоимости C_y^* ; DC_y – ценовой коридор реализуемой продукции.

Тогда, принимая во внимание известный в теории размытых множеств принцип эквивалентности в отношении арифметических преобразований нечётких величин, и реализуя на каждом шаге эквивалентных преобразований $\mu(V^*, C_y^*)$ метод директ-костинга анализа общей валовой прибыли $C_{B\Sigma}^*(C_y^*)$ с учетом взаимовлияния постоянных и переменных затрат, для фиксированных значений C_y^* , получим следующее выражение для оценки функции принадлежности валовой прибыли при заданной стоимости продукции C_y^* :

$$\mu(C_{B\Sigma}^*(C_y^*)) \Rightarrow \max_V (\mu(V^*, C_y^*) \Rightarrow V^*(C_y^*)) \quad (2)$$

где $C_y^* \in DC_y$, т. е. C_y^* принимает любые значения в установленном диапазоне DC_y ценового коридора; $V^*(C_y^*)$ – наиболее достоверный

по мнению экспертов ожидаемый объём реализации продукции для $C_y = C_y^*$.

Ценовой коридор обычно определяется по результатам анализа позиционирования предприятия на рынке, т. е. по параметрам цен однотипной продукции ближайших конкурентов. Если точнее, то в их окрестности, что диктуется стратегией ценовой политики предприятия на рынке в условиях конкуренции.

При этом, следуя логике анализа ценовых приоритетов потребителей продукции, в большинстве числе случаев будет справедливо неравенство следующего вида:

$$\mu(C_{B\Sigma}^*(C_{y \min}^*)) > \mu(C_{B\Sigma}^*(C_{y \max}^*)), \quad (3)$$

где $C_{y \min}^*, C_{y \max}^*$ – нижняя и верхняя границы ценового коридора $DC_y = C_{y \max}^* - C_{y \min}^*$.

Тогда, если определить шаг вариации ΔC_y цены C_y^* продукции т. е.

$$C_y^* = C_{y \min}^* + k \Delta C_y, \text{ где } k = \overline{1, K}; K = \left\lceil \frac{DC_y}{\Delta C_y} \right\rceil,$$

то можно графически отобразить взаимосвязь валовой прибыли со стоимостью ее реализации с одновременным отображением динамики изменения функции принадлежности $\mu(C_{B\Sigma}^*(C_y^*))$, представлено на рисунке 2. Зависимость $C_{B\Sigma}^*(C_y^*)$ является выпуклой и имеет максимум, так как для нижней границы стоимости валовая прибыль будет существенно снижена за счёт низкой стоимости продукции, а при очень высокой стоимости (например, выше наиболее успешных конкурентов в позиционном ряду) – она ниже, за счёт малого объёма ее реализации из-за её высокой стоимости.

Полученные зависимости позволяют в целом судить, каким может быть рациональный выбор цены продукции, исходя из двух условий, а именно: максимальной отдачи производства (валовой прибыли) и степени уверенности в достоверности прогнозных значений маркетинговых исследований объёма реализации данной продукции. Реализуемое в совокупном учёте этих двух факторов решение будет отражать компромиссное представление руководства предприятия (или группы специалистов) о возможных направлениях стратегии поведения предприятия на рынке в условиях риска.

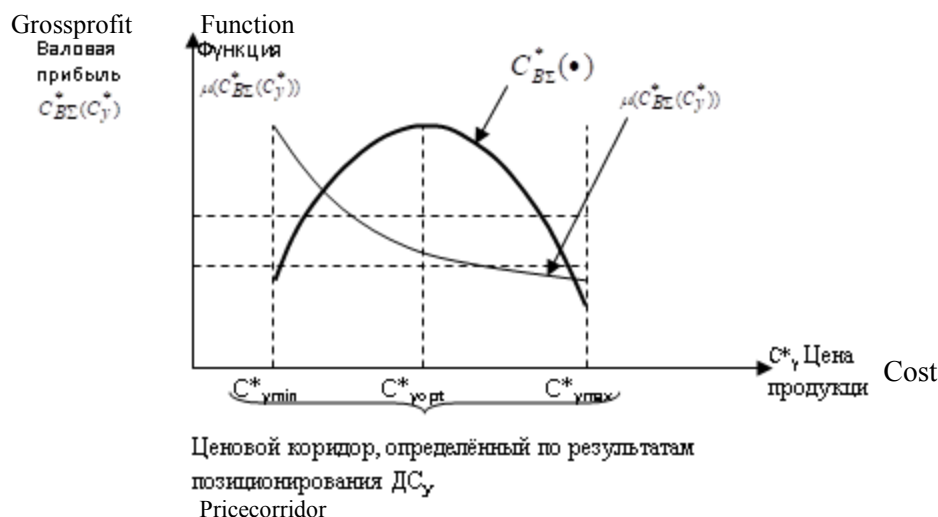


Рисунок 2. Графическая иллюстрация результатов анализа влияния цены продукции на валовую прибыль предприятия с учётом его позиционирования на рынке и нестатистической неопределённости исходных данных.

Figure 2. A graphic illustration of the results of the analysis of the impact of the prices of products on the gross profit of the enterprise taking into account its positioning in the market and not statistical uncertainty of the input data

Определенный на этом этапе анализа ценовой коридор – ещё один важный фактор для принятия управленческих решений в бизнесе [3]. Ограничивающим на этом этапе фактором принятия решений является выполнение условий безубыточности производства с учётом общих затрат: переменных ($Z_{\text{пер}}$) и постоянных ($Z_{\text{пост}}$).

Условия безубыточности производства (реализации) продукции (услуг) в классической литературе по экономике бизнеса в натуральных показателях определяются как $V_{\text{кр}}$, необходимый объём реализации продукции, при котором покрываются все издержки предприятия (постоянные и переменные), а в стоимостном как $\Pi_{\text{рент}}$ (порог рентабельности) – критический объём выручки от реализации, при котором прибыль равна нулю. Концепция определения критической точки широко используется при выборе вариантов действий при определении цены продукции из множества альтернативных решений. Наилучшим решением считается то, при котором величина критического объёма ($V_{\text{кр}}$) является наименьшей при прочих одинаковых показателях. Вместе с тем его объём должен быть достаточным для того, чтобы обеспечивалось покрытие переменных и постоянных затрат производства. При низкой цене продукции условия рентабельности могут не выполняться за счёт малого дохода из-за низкой стоимости, а при высокой – из-за малого объёма реализации. При этом значения функции принадлежности определяют степени уверенности соответствия ценовых границ реальным значениям.

Структурная схема описанной выше методики нечёткой оценки ценового коридора предприятия по результатам его позиционирования на рынке приведена на рисунке 3.

Следуя логике классических рассуждений относительно исследования поведения предприятия в ценовом коридоре при изменении цены продукции, важной является оценка динамики изменений запаса его финансовой прочности $З_{\text{фп}}(C_y^*)$.

Данный показатель рассчитывается как в абсолютных величинах, так и в процентах. В абсолютных величинах запас финансовой прочности рассчитывается как разность между выручкой и порогом рентабельности,

$$З_{\text{фп}}(C_y^*) = C_B(C_y^*) - \Pi_{\text{рент}}(C_y^*) \quad (4)$$

Этот показатель характеризует величину, на которую можно снизить выручку от реализации, но при этом предприятие будет оставаться безубыточным,

$$З_{\text{фп}}(C_y^*) = \frac{C_B(C_y^*) - \Pi_{\text{рент}}}{C_B(C_y^*)} \times 100\% \quad (5)$$

где $(C_B(C_y^*) - \Pi_{\text{рент}})$ – фактический и критический объём выручки предприятия;

Он показывает процентное отклонение фактической выручки от критической (пороговой) выручки, другими словами, на сколько процентов можно уменьшить выручку от реализации, оставаясь в области безубыточности.

Для операционного управления и прогнозирования деятельности предприятия при определении ценового коридора используют известный в экономической теории показатель, который называется эффектом операционного рычага.

Эффект операционного рычага показывает, что любое изменение выручки от реализации всегда порождает более сильное изменение

прибыли, т. е. выручка растет медленнее, чем прибыль. Эффект операционного рычага рассчитывается для определенного объема производства (выручки от реализации) продукции (услуг), т. е. для каждой конкретной точки (C_y^*). Изменяется объем производства (выручки

от реализации), меняется и сила операционного рычага. Эффект операционного рычага (ЭОР) рассчитывается в виде отношения маржинального дохода к прибыли,

$$\text{ЭОР} = \frac{C_M(C_y^*)}{C_B(C_y^*)} \quad (6)$$

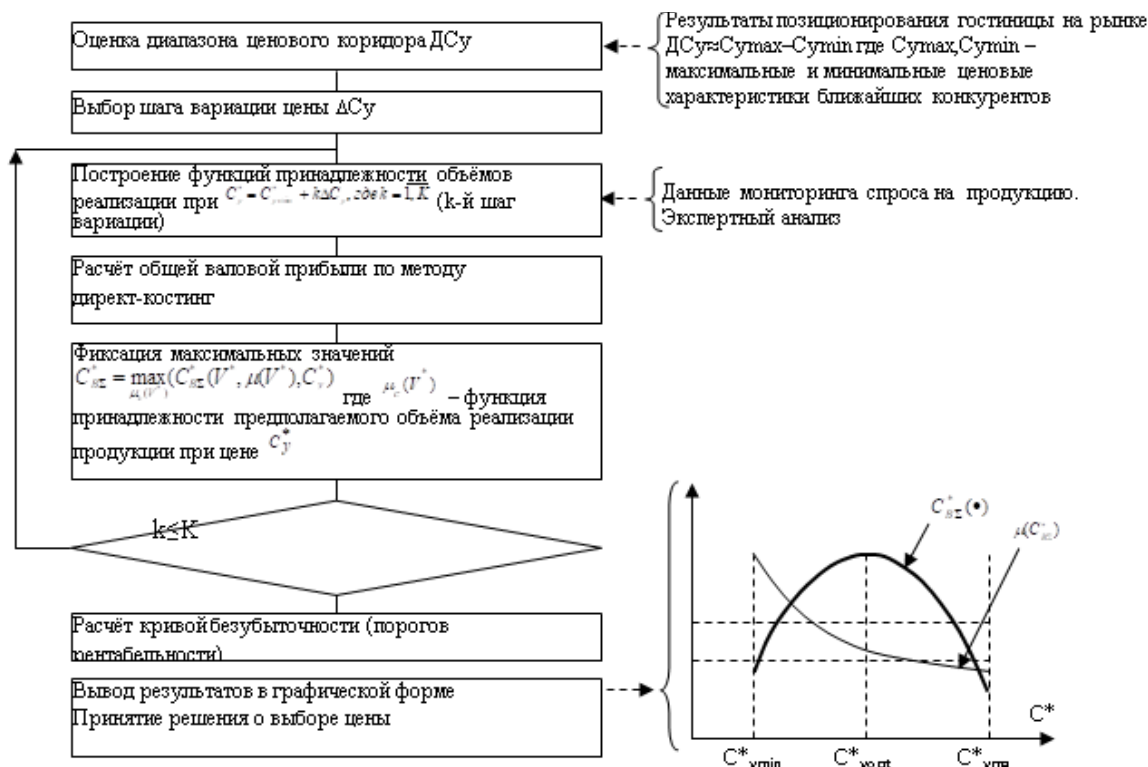


Рисунок 3. Структурная схема алгоритма нечёткой оценки ценового порога предприятия по результатам его позиционирования на рынке

Figure 3. The block diagram of the algorithm of fuzzy evaluation of the price threshold of the enterprise for the results of its positioning in the market

Эффект операционного рычага показывает во сколько раз прирост прибыли больше прироста объема реализации продукции (услуг). Сила операционного рычага зависит от величины постоянных затрат $Z_{\text{пост}}$, и чем они больше, тем эффект сильнее. При увеличении объема реализации $V^*(C_y^*)$ эффект операционного рычага можно спрогнозировать через индексы изменения объема реализации и прибыли,

$$I_V = \frac{V_2(C_y^*)}{V_1(C_y^{**})}, \quad I_\Pi = \frac{C_{B_2}(C_y^*)}{C_{B_1}(C_y^{**})}, \quad (7)$$

где I_V , I_Π – индекс изменения объема реализации и прибыли; V_1, V_2 – базовое и измененное значение объема реализации (выручки); $C_{B_1}(C_y^{**}), C_{B_2}(C_y^*)$ – базовое и измененное значение прибыли.

Тогда эффект операционного рычага можно рассчитать как отношение прироста прибыли к приросту объема реализации:

$$\text{ЭОР} = \frac{\Delta \Pi}{\Delta I}, \quad (8)$$

где $\Delta \Pi = I_\Pi - 1$, $\Delta I = I_V - 1$.

Методика определения рациональной цены продукции (услуг)

Представленные параметры в полном объеме характеризуют приемлемость для предприятия рынка с точки зрения обеспечения достижения его стратегических целей и безопасности бизнеса.

Таким образом, если оценка качества и привлекательности производимой продукции рассматривались как факторы, определяющие бизнес с точки зрения потребителей (клиентов), то параметры позиционирования предприятия на рынке характеризуют приемлемость рынка с позиции предприятия, т. е. с точки зрения достижения его целей и решения текущих задач. Если рынок оказывается приемлем для деятельности предприятия, то следующим шагом формирования его стратегии должна быть определена его ценовая политика в отношении производимой продукции, а если нет, то должны быть определены мероприятия по изменению текущей позиции предприятия

на рынке. Для этого может быть использован весь спектр мер и механизмов по управлению качеством продукции и решению всего спектра маркетинговых задач, как внутри производства и производственных отношений, в частности, так и во внешней среде межпроизводственных, рыночных отношений. В их числе следует отметить меры повышения уровня мотивации (коррекции совокупного мотивационного комплекса) сотрудников и специалистов предприятия, уровня их квалификации, расширение спектра производимой продукции и услуг повышения их качества и т. д. Кроме этого, важным аспектом позиционирования предприятия на рынке является грамотно реализуемая реклама.

Описанный выше процесс формирования рациональной цены продукции носит итерационный характер и основан на постоянном мониторинге

рынка. Структурная схема реализации методики приведена на рисунке 4.

Приемлемость рынка для предприятия определяется всем спектром характеристик производимой или предполагаемой к производству продукции во всем ценовом коридоре. Чем он оказывается шире и чем больше предполагаемый объем реализации продукции или услуг, чем более четко он прогнозируем, тем шире свобода выбора путей развития предприятия, тем выше может быть динамика его развития, лучше обеспечена безопасность бизнеса, а следовательно, более предпочтителен рынок. Принимая во внимание взаимосвязанность и нечеткость элементов такого описания рынка, его классификацию следует проводить на основе применения принципов и алгоритмов многомерной размытой классификации

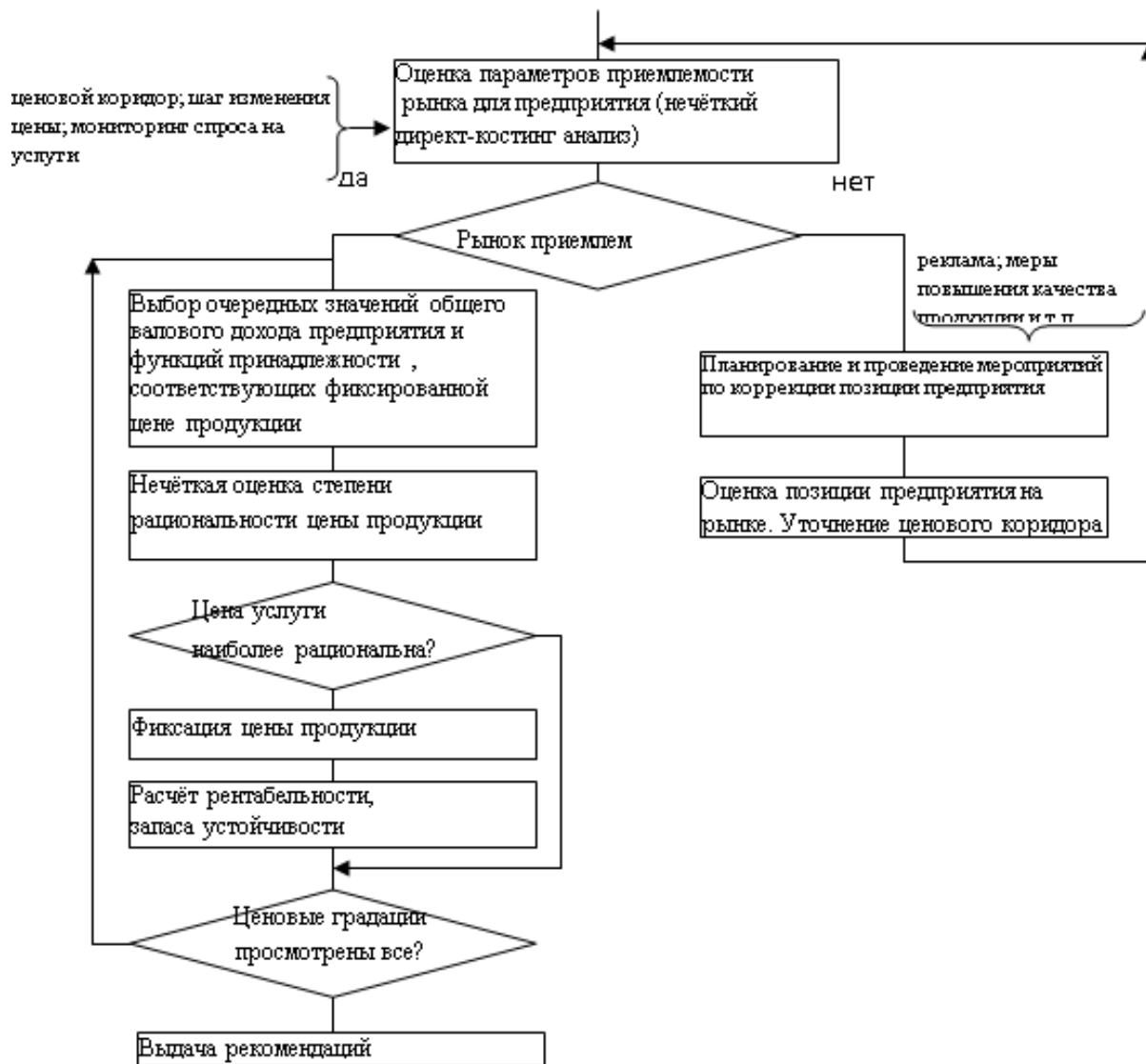


Рисунок 4. Структурная схема методики выбора рациональной цены продукции

Figure 4. Block diagram of methods of choosing the rational prices of the products

Будем рассматривать три класса приемлемости для предприятия рынка, а именно:

- абсолютно приемлемый рынок, позиционирование предприятия в котором не требует коррекции;

- приемлемый рынок, предполагающий возможность коррекции положения предприятия в нём;

- неприемлемый рынок, состояние которого не обеспечивает стабильность развития бизнеса.

Обучающая выборка классификатора оценки приемлемости рынка включает в себя в качестве параметра числовой ряд значений общего валового дохода при фиксированной цене с оценкой уровня чёткости его реализации, т. е.

$$X = \left\{ \frac{C_{B\Sigma}^*(V, C_y)}{\mu(V, C_y)} : C_y \in ДЦ \right\} \quad (9)$$

Пример обучающей выборки (ОВ) для шести ценовых градаций приведён в таблице 1 [3].

Таблица 1.

Обучающая выборка (ОВ) классификатора оценки приемлемости рынка

Table 1.

The training sample (TS) of the classifier in evaluating the appropriateness of the market

Вектор значений общего валового дохода The vector of values of gross national income						Функции принадлежности Membership function		
						1	2	3
$\frac{105}{0,9}$	$\frac{169}{0,85}$	$\frac{194}{0,85}$	$\frac{180}{0,7}$	$\frac{140}{0,74}$	$\frac{95}{0,64}$	0	0,3	0,7
$\frac{100}{0,75}$	$\frac{155}{0,83}$	$\frac{180}{0,95}$	$\frac{150}{0,8}$	$\frac{110}{0,7}$	$\frac{90}{0,6}$	0,05	0,35	0,6
$\frac{60}{0,65}$	$\frac{100}{0,75}$	$\frac{150}{0,85}$	$\frac{110}{0,8}$	$\frac{90}{0,75}$	$\frac{60}{0,6}$	0,08	0,6	0,32
$\frac{50}{0,6}$	$\frac{90}{0,5}$	$\frac{80}{0,85}$	$\frac{90}{0,8}$	$\frac{70}{0,6}$	$\frac{30}{0,5}$	0,5	0,4	0,1
0	$\frac{30}{0,6}$	$\frac{194}{0,71}$	$\frac{180}{0,6}$	0	0	0,75	0,25	0
0	$\frac{40}{0,7}$	$\frac{110}{0,6}$	$\frac{85}{0,6}$	0	0	0,78	0,22	0

Примечание: 1 класс – неприемлемый рынок; 2 класс – приемлемый рынок; 3 класс – абсолютно приемлемый рынок; «базовый» объект – выделен цветом

Note: class 1 – unacceptable the market; class 2 – a reasonable market; 3 class – perfectly acceptable to the market; "underlying" object.

Такое представление параметра рынка, целостность его образа предполагает применение специализированных программных средств его представления в классификаторе. Для этого воспользуемся принципом многомерного шкалирования и алгоритмом оценки расстояния между нечётко определёнными числовыми величинами. Подробное их выражение приведено в работах профессора С.А. Багрецова [4,5]. На основе их программной реализации разрабатывается интеллектуальная система информационной поддержки принятия решений по классификации, в данном случае степени приемлемости рынка для решения задач бизнеса. Основу такой системы составляет одномерный, размытый классификатор, содержащий базу знаний (обучающую выборку), подсистему расчета шкалы классификации и, собственно, подсистему классификации (в данном случае параметров ценового коридора рынка). Выражение для оценки расстояния между векторами нечётко

определённых значений валового дохода предприятия при фиксированной цене продукции (услуг) будет иметь вид:

$$R(B, B^*) = H \times Z \quad (10)$$

где

$$H = 1 - \sup_{\mu_i(V, C_y)} \{ \min(\mu_i(V, C_y), \mu^*(V, C_y)) \}$$

$$Z_i = \frac{\sum_{C_y \in ДЦ} |C_{B\Sigma i}(C_y) - C_{B\Sigma}^*(C_y)| \cdot g(\mu_i(V, C_y), \mu^*(V, C_y))}{N \cdot \left| \max(C_{B\Sigma i}(C_y) - C_{B\Sigma}^*(C_y)) \right|}$$

$$\{C_{B\Sigma}^*(C_y), \mu^*(V, C_y) : C_y \in ДЦ\} \quad (11)$$

– характеристики базового объекта из состава ОВ;

$$\{C_{I\Sigma i}(C_y), \mu_i(V, C_y) : C_y \in ДЦ\} \quad (12)$$

– характеристики параметра i-го объекта из состава ОВ; ДЦ – ценовой коридор, определённый в ходе позиционирования предприятия; $g(\bullet)$ – оценочная функция: $g = \max(\mu_i(V, C_y), \mu^*(V, C_y))$; N – число градаций C_y в ценовом коридоре.

В таблице 2 приведены результаты оценки расстояний между нечёткими векторами общего валового дохода предприятия для различных значений цен предлагаемой

к выпуску продукции и результаты расчёта центров классов оценок приемлемости рынка (таблица Таблица3).

Таблица 2.

Трансформация ОВ в расстояния (R) относительно «базового» объекта

Table 2.

The transformation of OM in the distance (R) relative to the "base" object

Расстояние относительно «базового» объекта The distance relative to the "base" object	Функции принадлежности Membership function		
	1	2	3
0,93	0	0,3	0,7
0,69	0,05	0,35	0,6
0,5	0,08	0,6	0,32
0,35	0,5	0,4	0,1
0,1	0,75	0,25	0

Таблица 3.

Центры классов

Table 3.

Center of class

1 класс First	2 класс Second	3 класс Third
0,4	0,65	0,9

Исходными данными для классификации текущих ситуаций на рынке являются центры классов и параметры базовой ситуации («базового» объекта на рынке)

$$B^* = \{0; \frac{40}{0,7}; \frac{110}{0,6}; \frac{85}{0,6}; 0; 0\}. \quad (13)$$

Например, для ситуации на рынке

$$B = \{\frac{30}{0,6}; \frac{85}{0,7}; \frac{150}{0,7}; \frac{140}{0,7}; \frac{30}{0,8}; 0\} \quad (14)$$

имеем $\mu\{0,45; 0,55; 0\}$.

Заключение

Таким образом, рынок, определяемый таким вектором доходности, может считаться приемлемым для предприятия со значением чёткости равным 0,55. В то же время, он может быть принят как неприемлемым, но уровень чёткости оценки будет ниже, а именно 0,45. Как видно, классификация оказалась достаточно сильно размытой, что является отражением нечёткости исходных оценок предлагаемых объёмов реализации продукции для определённого ценового коридора.

Оценка степени рациональности устанавливаемой цены продукции осуществляется

с учётом многих факторов риска, перечисление и способы учёта которых рассмотрены в специальной литературе. В совокупном виде они представлены как опыт и интуиция руководства предприятия. Наиболее простым критерием выбора цены является ориентация на получение максимального дохода в условиях сложившейся ценовой конъюнктуры. Представление о возможных вариантах взаимного учёта доходности с одной стороны, а с другой – степени уверенности её реализации в условиях данного рынка с учётом мониторинговых исследований, аналогично, как и в предыдущем случае, может быть отражено в обучающей выборке специального классификатора, входные данные которого представляются единственным параметром:

$$X_j = \left\{ \frac{C_{B\Sigma j}}{\mu(V, C_y)} \right\}. \quad (15)$$

Принцип определения параметров шкалы классификации аналогичен предыдущему, с той лишь небольшой разницей, что оценка расстояния до базового элемента будет осуществляться по формуле:

$$R_{\mu}(B, B^*) = \frac{(C_{B\Sigma i}(C_y) - C_{B\Sigma i}^*(C_y^*)) \cdot g(\mu_i(V, C_{yi}), \mu^*(V^*, C_y^*))}{\max_i (C_{B\Sigma i}(C_y) - C_{B\Sigma i}^*(C_y^*))}, \quad (16)$$

где $g(\bullet)$ – оценочная функция; $i = \overline{1, N}$; N – объём ОВ.

Обучающая выборка (ОВ) (пример) представлена в таблице 4, а результаты расчёта центров классов – в таблице Таблица 5.

Обучающая выборка классификатора выбора цены услуги

Table 4.

The training sample classifier price selection services

Цена услуги (руб.) Cost	$\frac{C_{\text{вз}}(C_y)}{\mu(V, C_y)}$	Функции принадлежности Membership function		
		$\mu_{1\text{ц}}$	$\mu_{2\text{ц}}$	$\mu_{3\text{ц}}$
351	$\frac{194}{0,81}$	0	0,05	0,95
390	$\frac{180}{0,75}$	0	0,1	0,9
310	$\frac{150}{0,8}$	0	0,2	0,8
430	$\frac{100}{0,5}$	0	0,6	0,4
270	$\frac{90}{0,3}$	0,1	0,7	0,2
470	$\frac{60}{0,8}$	0,05	0,35	0,6
485	$\frac{30}{0,8}$	1	0	0

Примечание: $C_{\text{вз}}(C_y)$ – в тыс. руб.; $\mu_{1\text{ц}}$ – функция принадлежности классу «цена неприемлема»; $\mu_{2\text{ц}}$ – функция принадлежности классу «цена допустимая»; $\mu_{3\text{ц}}$ – функция принадлежности классу «цена рациональная»; «базовый» объект ОВ – выделен цветом

Note: $C_{\text{вз}}(C_y)$ – in thousand rubles; $\mu_{1\text{ц}}$ is the membership function of the class "price is unacceptable"; $\mu_{2\text{ц}}$ is the membership function of the class "price valid"; $\mu_{3\text{ц}}$ is the membership function of the class "price rational"; "basic" facilities.

Таблица 5.

Центры классов

Table 5.

Center of class

«цена неприемлема» "the price is unacceptable"	«цена допустимая» "the price is admissible"	«цена рациональная» "the price is rational"
0,4	0,65	0,9

Так, например, при валовой доходности $C_{\text{вз}}=100$ и функции принадлежности $\mu(V, C_y)=0,8$ ($C_y=430$), получим $\mu\{0,05; 0,61; 0,34\}$, что соответствует классу «цена допустимая». Характерно, что снижение степени уверенности в оценках приводит к снижению класса оценки цены, если $\mu_i(\bullet) > \mu^*(\bullet)$, что в общем случае соответствует логике рассуждений, связанных с принятием решения по ценообразованию.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. Минск: ООО «Новое знание», 1999. 688 с.
- 2 Воробьев Н.Н., Шалаша З.И. Методы управления бизнесом. М.: «Илекса», 2013. 156 с.
- 3 Козлов В.Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. М: Проспект, 2014. 170 с.
- 4 Багрецов С.А., Кобяк М.В. Позиционирование предприятий гостиничного бизнеса на рынке гостиничных услуг. СПб: «Петрополис», 2004. 324 с.
- 5 Багрецов С.А., Львов В.М. и др. Диагностика социально-психологических характеристик малых групп с внешним статусом. СПб: «Лань», 1999. 640 с.

REFERENCES

- 1 Savitskaya G.V. Analiz khozyaistvennoi deyatel'nosti [Analysis of economic activity of the enterprise] Minsk, LLC "New knowledge", 1999, 688 p. (in Russian)
- 2 Vorob'ev N.N., Shalala Z.I. Metody upravleniya biznesom [Methods of business management] Moscow, Ilekxa, 2013, 156 p. (in Russian)
- 3 Kozlov, V.N. Sistemnyi analiz, optimizatsiya i prinyatie reshenii [System analysis, optimization and decision-making] Moscow, Prospekt, 2014. 170 p. (in Russian)
- 4 Bagretsov S.A., Kobyak M.V. Pozitsionirovanie predpriyatii gostinichnogo biznesa [Positioning of enterprises of hotel business in the hotel market] Saint-Petersburg, "Petropolis", 2004. 324 p. (in Russian)
- 5 Bagretsov S.A., Lvov V.M. et al. Diagnostika sotsial'no-psikhologicheskikh kharakteristik malyykh grupp [Diagnosis of socio-psychological characteristics of small groups with the external status] Saint-Petersburg, Lan', 1999. 640 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей А. Багрецов д.т.н., д.э.н., профессор, кафедра специальных радиотехнических систем, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, наб. Ждановская, 13, г. Санкт-Петербург, 197198, Россия, sergeibagrecov@bk.ru

Дмитрий М. Петров д.э.н., профессор, кафедра топогеодезического обеспечения, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, наб. Ждановская, 13, г. Санкт-Петербург, 197198, Россия, pdm64office@mail.ru

Александр И. Хорев д.э.н., зав. кафедрой, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, a-khorev@gmail.com

Алексей В. Гаврилов к.т.н., доцент, кафедра топогеодезического обеспечения, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, наб. Ждановская, 13, г. Санкт-Петербург, 197198, Россия, alepiter@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey A. Bagretsov doctor of technical sciences, doctor of economy sciences, professor, radio technical systems department, Military space Academy named after A.F. Mozhaisky, Zhdanovskaya nab., 13, Saint-Petersburg, 197198, Russia, sergeibagrecov@bk.ru

Dmitriy M. Petrov doctor of economy sciences, professor, survey support department, Military space Academy named after A.F. Mozhaisky, Zhdanovskaya nab., 13, Saint-Petersburg, 197198, Russia, pdm64office@mail.ru

Alexander I. Khorev doctor of economy sciences, head of the department, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, a-khorev@gmail.com

Aleksey V. Gavrillov candidate of technical sciences, associate professor, survey support department, Military space Academy named after A.F. Mozhaisky, Zhdanovskaya nab., 13, Saint-Petersburg, 197198, Russia, alepiter@mail.ru

CONTRIBUTION

review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018

ACCEPTED 2.19.2018

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;
- колоннотитулы 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: *Friktsionnye protsessy pri rezanii 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 kolichestva zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv* [State Standard 8.586.5 – 2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russ.).

ПАТЕНТ:

Palkin M.V. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia* [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

List of requirements of 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 elektrokhemii. [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: *Friktsionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

TRANSLATED VERSION OF THE BOOK:

11 S.P. Timoshenko, Young D.H., W. Weaver *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: S.P. Timoshenko, Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., P. Jones, F. Cox *Expert systems. Principles and case studies*. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. *Ekspertnye systems. Printsipy raboty i primery*. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

UNPUBLISHED DOCUMENT:

13 Latypov A.R., M.M. Khasanov, Baikov VA *Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program*. No. 2004611198, 2004. ((In Russ.), unpublished).

THESIS OR DISSERTATION:

14 V.I. Semenov *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor*. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

GOST:

GOST 8.586.5-2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda kolichestva i zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv* [State Standard 8.586.5 - 2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russ.).

PATENT:

Palkin M.V. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia* [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.