

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, № 2 (72)

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

**Воронеж
2017**

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

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

Материалы журнала размещаются в

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

В журнале представлены статьи по следующим научным специальностям:

05.18.00 – Технологии 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) Индекс Хирша РИНЦ = 20
АЛЕКСЕЕВ ГЕННАДИЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. (г. Санкт-Петербург, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 21

АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, проректор по научной и инновационной деятельности; зав. кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10
БРЕДИХИН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ доктор технических наук, профессор, кафедра процессы и аппараты перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 8

ВАСИЛЕНКО ВИТАЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, декан технологического факультета, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 11

OSTRIKOV ALEKSANDR NIKOLAEVICH doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Head of Department Technology of fats, processes and equipment of chemical and food production, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 20

ALEKSEEV GENNADY VALENTINOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Fats, Processes and Apparatuses for Chemical and Food Production, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics. (Saint-Petersburg, Russia) Hirsch Index RINC = 21

ANTIPOV SERGEI TIKHONOVICH Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Technical. Sciences, Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, Vice Rector for scientific and innovative activity, Head of the Department of machines and equipment for the food industry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 20

BREDIKHIN SERGEY ALEKSEEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after them. K.A. Timiryazev (Moscow, Russia) h-index = 8

VASILENKO VITALII NIKOLAEVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Fats technology, processes and apparatuses of chemical and food industries, the Dean of the Technology Faculty, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 11

ДРАННИКОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ доктор технических наук, доцент, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств, декан факультета пищевых машин и автоматов, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 9

ИСМАИЛОВ ТАГИР АБДУРАШИДОВИЧ доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, ректор ФГБОУ ВО "ДГТУ", Дагестанский государственный технический университет (Махачкала, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 15

ПАНИЛОВ ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 9

ШЕВЦОВ АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 16

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

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

DRANNIKOV ALEKSEJ VIKTOROVICH Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Machines and Apparatuses of Food Production, Dean of the Faculty of Food Machines and Automata, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 9

ISMAILOV TAGIR ABDURASHIDOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Rector of FGBOU VD DGTU, Dagestan State Technical University (Makhachkala, Russia) h-index = 15

PANFILOV VIKTOR ALEKSANDROVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of RAS, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Honored Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Professor of the Department Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University -Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (Moscow, Russia) h-index = 8

SHEVTCOV ALEKSANDR ANATOLEVICH doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the Russian Federation, Professor of General Professional Disciplines, Air Force Academy named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh, Russia) h-index = 16

PRICE VLADIMIR VIKTOROVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technological Systems of Food, Printing and Packaging Production Tula State University, Polytechnic Institute, (Tula, Russia) h-index = 18

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

Информационные технологии, моделирование и управление

БИТЮКОВ ВИТАЛИЙ КСЕНОФОНТОВИЧ (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 7

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

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

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

МАТВЕЙКИН ВАЛЕРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, зам. генерального директора ОАО «Корпорация «Росхимзашита», профессор кафедры информационных процессов и управления Тамбовский государственный технический университет (Тамбов, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6

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

МУРОМЦЕВ ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, проректор по научно-инновационной деятельности, профессор кафедры конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем Тамбовский государственный технический университет (Тамбов, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 7

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

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

BITIUKOV VITALII KSENOFONTOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Professor of the Department of Information and Control Systems, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 7

BUGAEV IURII VLADIMIROVICH doctor of Physical and Mathematical Sciences, prof., Professor of the Department of Information Technologies of Modeling and Management, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 5

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

KUZMITCKII IOSIF FELICIANOVICH Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of automation of industrial processes and electrical engineering, Belarusian State Technological University (Minsk, Belarus) h-index = 3

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

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

MUROMTSEV DMITRY YURYEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Scientific and Innovation Activities, Professor of the Department of Design of Radioelectronic and Microprocessor Systems Tambov State Technical University (Tambov, Russia) h-index = 7

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

TIKHOMIROV SERGEI GERMANOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Information and Control Systems, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 4

ХАУСТОВ ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 4
ХВОСТОВ АНАТОЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 5

KHAUSTOV IGOR ANATOLEVICH Candidate of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Information and Control Systems, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 4
KHVESTOV ANATOLII ANATOLEVICH doctor of Technical Sciences, professor, Professor of General Professional Disciplines, Air Force Academy named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh, Russia) h-index = 5

Пищевая биотехнология

АНТИПОВА ЛЮДМИЛА ВАСИЛЬЕВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 20
АГАФОНОВ ГЕННАДИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6
АКСЕНОВА ЛАРИСА МИХАЙЛОВНА доктор технических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ВНИИ кондитерской промышленности (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6
ВИКТОРОВА ЕЛЕНА ПАВЛОВНА доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (Краснодар, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 16
ГОЛУБЕВА ЛЮБОВЬ ВЛАДИМИРОВНА доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 12
ДОНЧЕНКО ЛЮДМИЛА ВЛАДИМИРОВНА доктор технических наук, профессор, профессор ВАК, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (Краснодар, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 11
КУЛЬНЕВА НАДЕЖДА ГРИГОРЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10
ПОЛЯКОВ ВИКТОР АНТОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУН ВНИИ Пищевой биотехнологии (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 11

ИЗТАЕВ АУЕЛБЕК доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, директор НИИ пищевых технологий, Алматинский Технологический Университет (Алматы, Казахстан) Индекс Хирша РИНЦ = 1
ЛИСИЦЫН АНДРЕЙ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии РФ, директор ФГБНУ "ВНИИМП им. В.М. Горбатова" (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6
МАГОМЕДОВ ГАЗИБЕГ ОМАРОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, зав. кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 14
ПЕТРОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ ВНИИ Технологии консервирования (Видное, Московская обл., Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 5
РОДИОНОВА НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, декан факультета экономики и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10
ХАТКО ЗУРЕТ НУРБИЕВНА доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Майкопский государственный технологический университет, (Майкоп, Россия), Индекс Хирша РИНЦ = 4

ANTIPOVA LIUDMILA VASILEVNA doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor of the Department of technology of animal origin products, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 20

AGAFONOV GENNADII VIACHESLAVOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Technology of fermentation and sugar industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 6
AKSENOVA LARISA M. Doctor of Technical Sciences, professor, Academician-secretary of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Chief research officer at the Research Institute of Confectionery Industry (Moscow, Russia) h-index = 6
VICTOROVA ELENA PAVLOVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific and Innovation Activities North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine, Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products (Krasnodar, Russia) h-index = 16

GOLUBEVA LIUBOV VLADIMIROVNA doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of the Higher School of Russia, Professor of the Department of technology of animal origin products, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 12
DONCHENKO LYUDMILA VLADIMIROVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of VAK, Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Production, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina (Krasnodar, Russia) h-index = 11
KULNEVA NADEZHDA GRIGOREVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of fermentation and sugar industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 10
POLYAKOV VIKTOR ANTONOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Research Institute of Food Biotechnology (Moscow, Russia) h-index = 11

IZTAEV AUELBEK Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of bakeries and processing industries, director of the Research Institute of Food Technologies, Almaty Technological University (Almaty, Kazakhstan) h-index = 1
LISITSYN ANDREI B. Doctor Of Technical Sciences, Professor, Academician Of The Russian Academy Of Sciences, Laureate Of The State Prize Of The Russian Federation, Director Of The All-Russian Research Institute Of Meat Industry Named After V. M. Gorbato. (Moscow, Russia) h-index = 6
MAGOMEDOV GAZIBEG OMAROVICH doctor of Technical Sciences, prof., Honored Worker of Higher Professional Education of the Russia, Head of the Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain-processing industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 14

PETROV ANREJ NIKOLAEVICH Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Preserving Technology (Vidnoe, Moscow Region, Russia) h-index = 5
RODIONOVA NATALIA SERGEEVNA Doctor of Technical Science, Prof., Head of the Department of service and restaurant business, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 10

KHATKO ZURET NURBIEVNA Doctor of Technical Sciences, associate professor, Head of the department of manufacturing technology and processing of agricultural products, Maikop State Technological University, (Maikop, Russia), h-index = 4

Фундаментальная и прикладная химия, 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) Индекс Хирша РИНЦ = 5

БЕЗБОРОДОВ ВЛАДИМИР СТЕПАНОВИЧ доктор химических наук, профессор, профессор кафедры органической химии, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь) Индекс Хирша РИНЦ = 6

ВАНИЕВ МАРАТ АБДУРАХМАНОВИЧ доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой химия и технология переработки эластомеров, Волгоградский государственный технический университет, кафедра химия и технология переработки эластомеров (Волгоград, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 6

ДОРМЕКШИН ОЛЕГ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, лауреат Премии Национальной академии наук Беларуси, отличник народного образования Республики Беларусь, проректор по научной работе, зав. кафедрой технологии неорганических веществ и общей химической технологии, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь) Индекс Хирша РИНЦ = 1

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

ЛЮСОВА ЛЮДМИЛА РОМУАЛЬДОВНА доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой химии и технологии переработки эластомеров имени Ф.Ф. Кошелева, Московский технологический университет МИРЭА, Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 4

МОКШИНА НАДЕЖДА ЯКОВЛЕВНА доктор химических наук, доцент, доцент кафедры физики и химии, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 7

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

ПАНОВА ЛИДИЯ ГРИГОРЬЕВНА доктор химических наук, профессор, Профессор кафедры химическая технология, Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., Энгельсский технологический институт (филиал) СГТУ им Гагарина Ю.А. (Саратов, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 9

ПРОКОПЧУК НИКОЛАЙ РОМАНОВИЧ доктор химических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, зав. кафедрой технологии нефтехимического синтеза и переработки полимеров, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь) Индекс Хирша РИНЦ = 4

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

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

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

KARMANOVA OLGA VIKTOROVNA doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology of organic compounds and Polymers processing, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 5

BEZBORODOV VLADIMIR STEPANOVICH Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Organic Chemistry, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus) h-index = 6

VANIEV MARAT ABDURAKHMANOVICH Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of Chemistry and Technology of Elastomer Processing, Volgograd State Technical University, Department of Chemistry and Technology of Elastomer Processing (Volgograd, Russia) h-index = 6

DORMEKSHIN OLEG BORISOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Laureate of the National Academy of Sciences of Belarus, Excellence in Public Education of the Republic of Belarus, Vice Rector for Research, head of the department of technology of inorganic substances and general chemical technology, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus) h-index = 1

KUCHMENKO TATIANA ANATOLEVNA doctor of Chemical Sciences, Prof., Head of the Department of Physical and Analytical Chemistry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 9

LYUSOVA LYUDMILA ROMUALDOVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Department of Chemistry and Technology of Elastomers Processing named after F.F. Kosheleva, Moscow Technological University MIREA, Moscow State University of Fine Chemical Technologies. M.V. Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia) h-index = 4

МОКШИНА НАДЕЖДА ИАКОВЛЕВНА doctor of Chemical Sciences, associate professor, Associate professor of the Department of Physics and Chemistry, Air Force Academy named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh, Russia) h-index = 7

NIKULIN SERGEI SAVVOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Technology of Organic Synthesis and macromolecular compounds, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 13

PANOVA LIDIA GRIGORYEVNA Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Chemical Technology, Saratov State Technical University. Gagarina Yu.A., Engels Technological Institute (branch) of the SSTU named after Gagarin Yu.A. (Saratov, Russia) h-index = 9

PROKOPCHUK NIKOLAI ROMANOVICH Doctor of Chemical Sciences, Professor corresponding member of National Academy of Sciences of Belarus, Head of the department of Technology of petrochemical synthesis and polymers processing, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus) h-index = 4

PUGACHEVA INNA NIKOLAEVNA doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Engineering, Dean of the Faculty of Ecology and Chemical Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 7

SUKHANOV PAVEL TIKHONOVICH doctor of Chemical Sciences, Professor, Vice-Rector for Academic Affairs; Professor of the Department of Physical and Analytical Chemistry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 8

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

Биотехнология, бионанотехнология

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

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

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

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

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

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

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

ОВЧИННИКОВА ТАТЬЯНА ВИКТОРОВНА доктор химических наук, профессор, руководитель подразделения «Учебно-научный центр», Институт биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 2

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

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

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

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

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

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

OVCHINNIKOVA TATIANA VIKTOROVNA Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Educational and Scientific Center, Institute of Bioorganic Chemistry, acad. M.M. Shemyakin and Yu.A. Ovchinnikov Institute of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia) h-index = 2

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

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

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

Экономика и управление

ХОРЕВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ (гл. ред.) доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10

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

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

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

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

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

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

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

МОРКОВИНА СВЕТЛАНА СЕРГЕЕВНА доктор экономических наук, профессор, проректор по науке и инновациям профессор кафедры Менеджмента и экономики предпринимательства, Кафедра экономики и финансов Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 16

KHOREV ALEKSANDR IVANOVICH Doctor of Economic Science, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of economic security and financial monitoring, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 10

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

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

BOGOMOLOVA IRINA PETROVNA Doctor of Economic Science, Professor, Head of the Department of management, organization of manufacture and branch economy, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 10

VORONIN VALERII PAVLOVICH Doctor of Economic Science, Professor, Professor of the Department of Economics Theory, commodity research and commerce, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 16

ZAKSHEVSKY VASILY GEORGIEVICH Doctor of Economics, Professor, Academician of the RAS, Honorary Worker of the Russian Agroindustrial Complex, Director of the "Research Institute of Economics and Organization of the Agro-Industrial Complex of the Central Black Earth Region of the Russian Federation" (Voronezh, Russia) h-index = 16

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

MITYAKOV SERGEY NIKOLAEVICH Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Director of the Institute of Economics and Management, Nizhny Novgorod State Technical University them. R.E. Alekseeva (Nizhny Novgorod, Russia) h-index = 13

MORKOVINA SVETLANA SERGEYEVNA Doctor of Economics, Professor, Vice-Rector for Science and Innovations, Professor of the Department of Management and Economics of Entrepreneurship, Department of Economics and Finance Voronezh State Forestry University. G.F. Morozova (Voronezh, Russia) h-index = 16

САЛИКОВ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 10
СИБИРСКАЯ ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Москва, Россия) Индекс Хирша РИНЦ = 21

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

SALIKOV IURII ALEKSANDROVICH Doctor of Economic Science, Professor, Professor of the Department of economic security and financial monitoring, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) h-index = 10

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

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

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

Подписной индекс издания в агентстве "Роспечать" 70927

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

Учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

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

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

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

тел./факс: (473) 255-37-16

E-mail: post@vestnik-vsuet.ru

Сдано в набор 12.06.2017. Подписано в печать 26.06.2017

Выход в свет: 29.06.2017

Формат 70×100 1/8.

Усл. печ. л. 51,3 Тираж 1500 экз. Заказ.

Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО

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

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Tkach V.V., Serdyukova N.A. Energy efficiency reserves convective drying dispersed materials under variable conditions
Shestakova E.A., Verboloz E.I., Antufjev V.T. Magneto-acoustic intensification of the cleaning process phosphatidic concentrate
Lukovkin S.B., Hohlova L.I., Shimanskiy S.A. Modeling of drying process of wood raw material for its subsequent use at fish smoking
Inochkina E.V., Usatkov S.V., Kasyanov G.I. Model of the process with piecewise-constant extremals to minimize losses of vitamins during the melting of melons and gourds
Shakhov S.V., Sukharev I.N., Shubkin S.Y. Way of automatic control of process of smoking of a musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy smoking fragrances
Alekseev G.V., Goncharov M.V., Leu A.G., Krivopustov V.V. Numerical approaches to expansion process modeling

Lytkina L.I., Shentsova E.S., Apalikhina O.A., Pereverzeva S.A. Optimization of the technology of fodder briquettes-licks with the use of a steam compression heat pump
Verboloz E.I., Loza A.A. Estimation of values of technological parameters of electrohydraulic action on a grain product by numerical methods

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

Vasechkin M.A., Matveyeva E.V., Sidorenko A.S., Chertov E.D. Mathematical model of kinematic calculation of flat lever mechanisms
Kudryashov V.S., Alekseev M.V., Yudakov A.A. Development of a mathematical model of the heating phase of rubber mixture and development of the synthesis of the heating control algorithm using the Pontryagin maximum principle
Skrypnikov A.V., Bystryantsev E.V., Logoyda V.S., Chernyshova E.V. Designing a clotoid path by approximating a sequence of points using nonlinear programming methods

Lemeshkin A.V., Safonova Y. A., Korobova L.A. Features of inventory management in enterprises trade
Tatokchin E.A., Budanov A.V., Kotov G.I., Sayko D.S. Intelligent system for statistically significant expertise knowledge on the basis of the model of self-organizing nonequilibrium dissipative system
Grabezhev I.E., Leonov Ju.A. Formalization of the analysis of the vulnerabilities of the information system in the design of KSZI
Chernyshova E.V. Algorithm for solving the problem of optimal tracing of a timber road on a non-uniform terrain

FOODBIOTECHNOLOGY

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Kustov V. Yu., Gabelko E.A. Rational moisture of wheat bread enriched with oat bran flour

Shkuratova E.B., Shokina Y.V., Mukhin V.A. Development of technology for gourmet smoked products from cod species using enzyme preparation from hepatopancreas of snow crab *Chionoecetes opilio*

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

11 Алексеев Г.В., Арет В.А. К 70 летию кафедры Процессы и аппараты пищевых производств Мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем университета ИТМО

17 Шевцов А.А., Дранников А.В., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. Резервы энергоэффективности конвективной сушки дисперсных материалов при переменных режимах
24 Шестакова Е.А., Верболоз Е.И., Антуфьев В.Т. Магнитоакустическая интенсификация процесса очистки фосфатидного концентрата
30 Луковкин С.Б., Хохлова Л.И., Шиманский С.А. Моделирование процесса сушки древесного сырья для последующего использования его при копчении рыбы
37 Иночкина Е.В., Усатиков С.В., Касьянов Г.И. Модель процесса с кусочно-постоянными экстремалами для минимизации потерь витаминов при сушке бахчевых культур
46 Шахов С.В., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю. Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов
53 Алексеев Г.В., Гончаров М.В., Леу А.Г., Кривопустов В.В. Численные подходы к моделированию процесса экспандирования
61 Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Апалихина О.А., Переверзева С.А. Оптимизация технологии кормовых брикетов-лизунцов с применением парокompрессионного теплового насоса
68 Верболоз Е.И., Лоза А.А. Оценка значений технологических параметров электрогидравлического воздействия на зерновой продукт численными методами

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

73 Васечкин М.А., Матвеева Е.В., Сидоренко А.С., Чертов Е.Д. Математическая модель кинематического расчета плоских рычажных механизмов
80 Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Юдаков А.А. Разработка математической модели стадии нагрева резиновой смеси и синтез алгоритма управления нагревом с использованием принципа максимума Понтрягина
88 Скрыпников А.В., Быстрынецев Е.В., Логойда В.С., Чернышова Е.В. Проектирование клотоидной трассы путем аппроксимации последовательности точек с применением методов нелинейного программирования
94 Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А., Коробова Л.А. Особенности управления запасами на предприятиях торговли
101 Татокчин Е.А., Буданов А.В., Котов Г.И., Сайко Д.С. Интеллектуальная система статистически значимой экспертизы знаний на базе модели самоорганизации неравновесной диссипативной системы
107 Грабежов И.Е., Леонов Ю.А. Формализация анализа уязвимостей информационной системы при проектировании КСЗИ
113 Чернышова Е.В. Алгоритм решения задачи оптимального трассирования лесовозной автомобильной дороги на неоднородной местности

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

121 Пonomарева Е.И., Лукина С.И., Кустов В. Ю., Габелко Е.А. Обоснование рациональной влажности пшеничного хлеба, обогащенного мукой из овсяных отрубей
126 Шкуратова Е.Б., Шокина Ю.В., Мухин В.А. Разработка технологии деликатесной подкопченной продукции из тресковых рыб с использованием ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio*

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Odintsova A.V., Kobzeva A.O. The influence of flax seeds soaking duration on the flax strength limit
Novikova I.V., Korotkikh E.A., Korostelev A.V., Agafonov G.V., Penkina A.A. Investigation of grain raw materials powder extracts using X-ray diffraction analysis
Ivkova I.A., Pilyaeva A.S. Dry milk-containing foods of healthy nutrition
Nikitin I.A., Bogatyrev V.A., Mironchenko Ya.A., Lavrov S.V. Development of the technology of diet chocolate based on natural sugar substitutes

FUNDAMENTAL AND APPLIED CHEMISTRY, CHEMICAL TECHNOLOGY

Galiakhmetov R.N., Basyrov A.A., Nagaev R.R., Nikolaeva A.A. Nonwoven materials obtained by electrospinning on the basis of epoxydated derivatives syndiotactic 1,2-PB

Khusnutdinova G.R., Zemskii D.N., Karmanova O.V. Polymerization of vinyl monomers in the presence of the initiating catalytic complexes "oxopropylidene tertiary aromatic amines – benzoyl peroxide"

Kasperovich A.V., Myadelets V.V., Kazakova A.S. Properties of elastomeric composition filled with ground vulcanizate

Emel'yanov A.B., Mal'tsev M.B., Popov V.B. Determination of the efficiency of the plate-type mass transfer apparatus used in petrochemical production

BIOTECHNOLOGY, BIONANOTECHNOLOGY AND SUGAR PRODUCTS TECHNOLOGY

Putilina L.A., Dvoryankin E.A., Apasov I.V., Smirnov M.A. Sugar-beet complex of Russia: state and directions of development

Zueva N.V., Agafonov G.V., Korchagina M.V., Dolgov A.N. Influence of enzyme preparations on the main product indexes in the development of technology for processing concentrated wort into ethanol

Chusova A.E., Agafonov G.V., Zelen'kova A.N., Pozhalova Ju.V. Change in the enzymatic activity of gluten-free malt during germination and drying

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Lukina O.O., Dudchak V.V. Communication with the transformation of the economy development and stimulation of innovation

Sabetova T.V., Moiseev S.I. Labour market participants' competitiveness assessment based on latent variables theory

Ovchinnikova T.I., Bulgakova I.N., Lukina O.O. Accounting of features of motivation of personnel of a project organizational structure in system of personnel safety

Bautin V.M., Filatova M.V., Kamaru Abubakar, Omesu Jekelidirichukvu Kris The mechanism of development of integration processes in the region

Varlamov M.G. Developed innovative environment as factor of economic safety

Reznikova O.S., Ganieva A.K. Social responsibility of the head in the system of staff planning of the enterprise

Baleevskikh A.S., Katlishin O.I. Innovative management of food enterprises in terms of import substitution and import dependence

Merzlikina G.S., Kozhanova T.E. Effective management of changes: methodological and instrumental support

138 Пономарева Е.И., Лукина С.И., Одицова А.В., Кобзева А.О. Влияние продолжительности замачивания семян льна на предел прочности флаксов

143 Новикова И.В., Коротких Е.А., Коростелев А.В., Агафонов Г.В., Пенкина А.А. Исследование порошкообразных экстрактов из зернового сырья с помощью рентгеноструктурного анализа

148 Ивкова И.А., Пиляева А.С. Сухие молокосодержащие продукты здорового питания

153 Никитин И.А., Богатырёв В.А., Миронченко Я.А., Лавров С.В. Разработка технологии шоколада диетического назначения на основе натуральных сахарозаменителей

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

159 Галияхметов Р.Н., Басыров А.А., Нагаев Р.Р., Николаева А.А. Нетканые материалы полученных методом электроспиннинга на основе оксидированных производных синдиотактического 1,2-ПБ

165 Хуснутдинова Г.Р., Земский Д.Н., Карманова О.В. Полимеризация виниловых мономеров в присутствии иницирующих каталитических комплексов «третичные оксипропилированные ароматические амины – перекись бензоила»

170 Касперович А.В., Мяделец В.В., Казакова А.С. Свойства эластомерных композиций, наполненных измельченным вулканизатом

176 Емельянов А.Б., Мальцев М.В., Попов В.Б. Определение эффективности тарельчатых массообменных аппаратов, применяемых в нефтехимическом производстве

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ САХАРИСТЫХ ПРОДУКТОВ

180 Путилина Л.А., Дворянкин Е.А., Апасов И.В., Смирнов М.А. Свеклосахарный комплекс России: состояние и направления развития

191 Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Корчагина М.В., Долгов А.Н. Влияние ферментных препаратов на основные показатели продуктов при разработке технологии переработки концентрированного сусла на этанол

198 Чусова А.Е., Агафонов Г.В., Зеленкова А.Н., Пожалова Ю.В. Изменение ферментативной активности безглютенового солода в процессе проращивания и сушки

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

204 Лукина О.О., Дудчак В.В. Связь трансформации экономики с развитием и стимулированием инновационной деятельности

210 Сабетова Т.В., Моисеев С.И. Оценка индивидуальной конкурентоспособности участников рынка труда, основанная на теории латентных переменных

219 Овчинникова Т.И., Булгакова И.Н., Лукина О.О. Учет особенностей мотивации персонала проектной организационной структуры в системе кадровой безопасности

225 Баутин В.М., Филатова М.В., Камара Абубакар, Омесу Экедидиричукву Крис Механизм развития интеграционных процессов в регионе

231 Варламов М.Г. Развития инновационная среда как фактор экономической безопасности

235 Резникова О.С., Ганиева А.К. Формирование механизмов эффективной системы управления персоналом предприятия

241 Балеевских А.С., Катлишин О.И. Инновационное управление пищевыми предприятиями в условиях импортозамещения и импортозависимости

248 Мерзликина Г.С., Кожанова Т.Е. Эффективное управление по изменениям: методическое и инструментальное обеспечение

Ustinova O.E. Intellectual capital: approaches to analysis as an object of the internal environment of an economic entity	257	Устинова О.Е. Интеллектуальный капитал: подходы к анализу как объекту внутренней среды хозяйствующего субъекта
Tishhenko A.A., Kazakov Ju.M., Glushkov G.E., Filippov R.A. Information-analytical system assessing the needs of the regional economy in specialists	265	Тищенко А.А., Казаков Ю.М., Глушков Г.Е., Филиппов Р.А. Информационно-аналитическая система оценки потребности экономики региона в кадрах
Sazonova A.S., Filippova L.B., Filippov R.A. Assessment of innovative potential of the region	273	Сазонова А.С., Филиппова Л.Б., Филиппов Р.А. Оценка инновационного потенциала региона
Kazakov O. D., Averchenkov A. V. Development of an information and consulting system for managing production processes	280	Казаков О.Д., Аверченков А.В. Разработка информационно-советующей системы управления производственными процессами
Tishhenko A.A., Kazakov J.M., Fedorov V.E., Lysov D.A. Information support of decision-making in the early stages of new product development when approaching marketing management	285	Тищенко А.А., Казаков Ю.М., Федоров В.Е., Лысов Д.А. Информационное обеспечение принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия при маркетинговом подходе управления
Averchenkov A.V., Averchenkova E.Je., Goncharov D.I. Mathematical modeling of regional development indicators in a conceptual model for assessing the impact of the external environment on the regional socio-economic system	290	Аверченков А.В., Аверченкова Е.Э., Гончаров Д.И. Математическое моделирование показателей развития региона в концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему
Kruchinina V.M. State regulation of organic products market in Russia	296	Кручинина В.М. Государственное регулирование рынка органической продукции в России
Untanov A.B. Financial accounting as a method of household finance capacity valuation	306	Унтанов А.Б. Финансовый учет как способ оценки финансового потенциала домашних хозяйств
Kiseleva I.A., Simonovich N.E., Egorova G.N., Shapovalov Y.A. Methods of assessment and management of enterprise risks	314	Киселева И.А., Симонович Н.Е., Егорова Г.Н., Шаповалов Ю.А. Методы оценки и управления предпринимательскими рисками
Medved A.A. Manipulating the discount rate when valuing international investment projects	320	Медведь А.А. Манипулирование ставкой дисконтирования при оценивании международных инвестиционных проектов
Feofilova T.Yu., Lopatnikov V.S. State control and audit: Institutional provision and development prospects in order to ensure economic security of the region	326	Феофилова Т.Ю., Лопатников В.С. Государственный контроль и аудит: институциональное обеспечение и перспективы развития в целях обеспечения экономической безопасности региона
Fedorova E.A., Gorbachev A.Yu. Formation of potential of the scientific-industrial complex	337	Федорова Е.А., Горбачев А.Ю. Формирование потенциала научно-производственного комплекса
Serebriakova N.A., Grishchenko N.V. Improvement of liquidity management and solvency of the enterprise	346	Серебрякова Н.А., Грищенко Н.В. Совершенствование управления ликвидностью и платежеспособностью предприятия
Savchina O.V., Prostomolotova V.I., Sharashidze A.Z. National banking systems of Russia and Germany in conditions of macroeconomic instability: state analysis and development trends	354	Савчина О.В., Простомолотова В.И., Шарашидзе А.З. Национальные банковские системы России и Германии в условиях макроэкономической нестабильности: анализ состояния и тенденции развития
Linev I.V. Outsourcing and public-private partnership	361	Линев И.В. Аутсорсинг и государственно-частное партнерство
Morozova M.P. Formation of logistic integrated distribution centers of agricultural production	366	Морозова М.П. Формирование логистических интегрированных распределительных центров сельскохозяйственной продукции
Levshtanova Yu.Yu., Khafizov I.I. Network model of the complex of works on technical training of production of the new product as way of improvement of quality	372	Левштанова Ю.Ю., Хафизов И.И. Сетевая модель комплекса работ по технической подготовке производства нового изделия как способ повышения качества
Leonteva A.G. Differentiation of social expenditures in the Russian regions and its measures of reduction	380	Леонтьева А.Г. Дифференциация социальных расходов в российских регионах и меры по ее снижению
Sokolinskaya Yu. M. State regulation as a tool for improving the economic security of regions	390	Соколинская Ю.М. Государственное регулирование как инструмент повышения экономической безопасности регионов

Сообщение о внесении изменений в электронную версию статьи

В статью Ольги В. Уваровой и Светланы А. Шахватовой «Коэффициенты соблюдения условий кредитных обязательств компании по отчетности МСФО как фактор финансовой стабильности», опубликованной в журнале «Вестник ВГУИТ». 2016. № 3 (69). С. 300–304. DOI: [10.20914/2310-1202-2016-3-300-304](https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-300-304), вносятся изменения.

Было выявлено наличие в указанной статье заимствования материала статьи Каневского Сергея Владимировича – Каневский С.В. Кредитные ковенанты и международная отчетность // Корпоративная финансовая отчетность. Международные стандарты. 2014. № 8. С. 62-69: «Условия кредитных соглашений часто включают в себя помимо своевременного погашения процентов и тела кредита выполнение кредитных ковенантов, которые представляют собой ограничения на деятельность и финансовое положение компании и обеспечивают займодавцам определенный уровень безопасности от банкротства должника».

В электронную версию статьи О.В. Уваровой и С.А. Шахватовой добавлена ссылка на источник заимствования и произведена замена метаданных в базе РИНЦ (<https://elibrary.ru/item.asp?id=28356064>) и на официальном сайте журнала «Вестник ВГУИТ» (www.vestnik-vsuet.ru/vguit/article/view/1069).

К 70 летию кафедры Процессы и аппараты пищевых производств Мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем университета ИТМО

Геннадий В. Алексеев¹

gva2003@mail.ru

Вальдур А. Арет¹

valdurtera@rambler.ru

¹ Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия

Реферат. Пищевая промышленность всегда была приоритетной областью отечественного народного хозяйства. Новый этап ее развития начался в 1930 году, когда был создан Воронежский институт пищевой промышленности. Несколькими годами ранее на агрономическом факультете Воронежского сельскохозяйственного института (ВСХИ) было создано технологическое отделение. Инициатором этого был директор ВСХИ проф. А.В. Думанский. Перед новым отделением была поставлена задача подготовки специалистов для сахарной, крахмалопаточной, жировой, бродильной и кожевенной промышленности. Отделение имело две кафедры – общей химии и сельскохозяйственной технологии. Первую возглавил проф. А.В. Думанский, вторую – инженер-керамик М.В. Евтеев. В 1924 г. кафедру сельскохозяйственной технологии возглавил проф. П.М. Силин, который в 1925 г. возглавил технологическое отделение агрофака ВСХИ. В 1929 г. технологическое отделение было реорганизовано в технологический факультет. Его деканом стал проф. П.М. Силин. 3 июня 1930 г. технологический факультет был преобразован в вуз – Воронежский институт пищевой промышленности народного комиссариата торговли РСФСР (ВИПП). С этого времени пищевая промышленность в Центрально-Черноземной зоне приобрела самостоятельное значение, в том числе и потому, что вышла на уровень создания, исследования и производства своей собственной продукции. Аналогичные процессы происходили и в других регионах России, где создавались новые научно-педагогические центры подготовки работников пищевой промышленности.

Кафедра «Процессы и аппараты пищевых производств», как самостоятельная административная единица в составе Ленинградского института холодильной промышленности, была образована в 1947 г. Большая заслуга в ее организации и становлении как центра по организации учебно-педагогической работы и научных исследований в области процессов и аппаратов молочной и мясной промышленности принадлежит Заслуженному деятелю науки и техники РСФСР, замечательному педагогу, доктору технических наук, профессору Густаву Антоновичу Куку, который заведовал кафедрой со дня ее основания до 1964 г. После окончания в 1904 г. Петербургского технологического институт Г.А. Кук до 1908 г. работал инженером-конструктором на Путиловском заводе, в 1908–1911 гг. – инженером на нефтяных промыслах в г. Баку в 1911–1912 гг. – инженером-конструктором на строительстве Ладожского водопровода, с 1912 по 1918 год заведовал производством телефонно-телеграфного завода в Петрограде. С 1919 по 1931 год Г.А. Кук заведовал техническим отделом Петроградского областного Союза молочной кооперации. А с 1927 по 1931 год он был доцентом и читал лекции студентам Ленинградского сельскохозяйственного института. За время работы в Союзе кооперации под его руководством в ряде

областей России были построены первые механизированные молочные и маслодельные заводы. С первых дней существования ЛИИМП Густав Антонович был ведущим специалистом и принимал самое активное участие в подготовке инженеров молочной промышленности. Ему было поручено преподавать курс технологического оборудования молочной промышленности, а с 1932 г. возглавить кафедру специальных машин этой отрасли. В 1933 г. Высшей аттестационной комиссией Г.А. Куку было присвоено звание профессора. В 1928–1936 гг. им было написано 8 книг, в том числе «Технические основы молочного хозяйства», «Технические основы крупного молочного хозяйства», «Теория и расчет основного оборудования предприятий молочной промышленности», «Машины и аппараты молочной промышленности» в соавторстве и др.

В 1940 г. Г.А. Кук в соавторстве написал учебник «Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности». В 1945 г. ему было присуждено ученое звание доктора технических наук. В 1943–1945 гг. он читал лекции и заведовал кафедрой в Вологодском молочном институте, а в 1945 г. вернулся в Ленинград в ЛХТИМП. В этом институте, а затем в ЛИХМП и ЛТИХП он заведовал

Для цитирования

Алексеев Г.В., Арет В.А. К 70 летию кафедры Процессы и аппараты пищевых производств Мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем университета ИТМО // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 11–16. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-11-16

For citation

Alekseev G.V., Aret V.A. The 70th anniversary of the Department of Processes and equipment for food production of Megafault biotechnology and low-temperature systems, University ITMO. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 11–16. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-11-16

кафедрой процессов и аппаратов молочной промышленности до 1963 г. Последние три года своей жизни работал в качестве профессора-консультанта на этой же кафедре. В 1951 г. был издан капитальный труд Г.А. Кука «Пастеризация молока». В 1955 г. вышел из печати первый том фундаментального труда Г.А. Кука «Процессы и аппараты молочной промышленности», а в 1960 г. – второй. Этот труд занял весьма важное место в технической литературе по молочной промышленности.

Густав Антонович был исключительно талантливым лектором и докладчиком. Высокая эрудиция, безупречное знание предмета, четкая дикция и огромный словарный запас предопределяли ясность и усвояемость излагаемого материала. Он обогащал свои лекции и доклады на технических совещаниях сведениями о новинках науки и техники, что повышало их научное содержание.

Г.А. Кук обладал высокой культурой, феноменальной памятью, огромным трудолюбием и большими знаниями. Он в совершенстве знал английский, немецкий, французский и шведский языки, читал литературу, издающуюся на польском и чешском языках.

За большие заслуги перед Родиной был награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени, а в 1960 г. ему было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР».

Спустя некоторое время заведование кафедрой перешло к профессору Льву Константиновичу Николаеву. Л.К. Николаев родился 14 июля 1925 г. в г. Перми в семье служащих. Доктор технических наук, профессор кафедры, академик Международной академии холода и академик Академии транспорта России, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, он окончил два высших учебных заведения – ЛТИХП по специальности «Машины и аппараты пищевых производств» (1949) и педагогический факультет ГДОИФК (1956).

Трудовую деятельность начал с пятнадцати лет, работая токарем на авиационном заводе. С 1949 по 1954 год работал инженером-механиком на пищевых предприятиях городов Свердловска и Ленинграда. В 1954 г. поступил на работу в ЛТИХП заведующим лабораторией. В последующие годы работал ассистентом, старшим преподавателем, доцентом и заведующим кафедрами. Вначале заведующим кафедрой технологического оборудования предприятий молочной промышленности. Затем заведующим кафедрой процессов и аппаратов пищевых

производств. В 1987–1992 гг. работал деканом факультета оборудования пищевых производств, торговли и общественного питания.

Лев Константинович Николаев – один из ведущих специалистов в вопросах теплообмена и интенсификации тепловых процессов при производстве различных пищевых продуктов. Он разработал новое научное направление в процессах и аппаратах пищевых производств связанное с тепловой обработкой вязких продуктов в поточных аппаратах с очищаемой поверхностью теплообмена (ПАОПТ). Предложил и разработал пути и методы интенсификации тепловых процессов при обработке вязких продуктов с изменением и без изменения их агрегатного состояния. Установил общие закономерности тепловых и гидродинамических процессов при обработке продуктов с аномально вязкими свойствами в ПАОПТ, а также основные закономерности аномально вязкостных свойств жиросодержащих продуктов. На основании математического моделирования получил основные параметры ПАОПТ. С учетом выполненных Л.К. Николаевым исследований разработано и изготовлено более 3 тыс. аппаратов и установок для мясной, консервной, плодоовощной, молочной, масложировой и других отраслей пищевой промышленности. По запросам ряда зарубежных стран результаты научных исследований Л.К. Николаева направлены в национальные институты Швеции, Венгрии, Югославии, Египта, Чехословакии, Индии и Доминиканской Республики. Он автор многих изобретений в области создания эффективного теплового оборудования при производстве пищевых продуктов. За создание новых видов оборудования награжден медалями ВДНХ СССР и лауреатом премии имени академика А.Н. Крылова. Отмечен знаком «Изобретатель СССР». Лев Константинович является автором более 350 научных трудов, в числе которых 10 монографий и 9 учебных пособий. Впервые в стране им написана и издана монография «Насосы пищевой промышленности», а также издана (в соавторстве) энциклопедия «Машиностроение». Т. 4–17. «Машины и оборудование пищевой и перерабатывающей промышленности», 2003, а в 2004 г. – учебное пособие (в соавторстве) «Реологические основы расчета оборудования производства жиросодержащих пищевых продуктов».

Итоги научно-исследовательских работ Л.К. Николаева докладывались и обсуждались на XXI Международном конгрессе по молочному делу; на XXIII и XXIV Европейских конгрессах

мясной промышленности; на IX, X и XIII Всесоюзных симпозиумах по реологии; на всесоюзных научно-технических конференциях.

Л.К. Николаев неоднократно избирался председателем профкома института. Являлся рецензентом ряда учебников и учебных пособий Минвуза России. Постоянно выступал официальным оппонентом по докторским и кандидатским диссертациям. Приглашался работниками пищевой промышленности и проектными организациями для консультаций.

Лев Константинович активно участвовал в общественной жизни: являлся заместителем председателя Совета ветеранов Великой Отечественной войны, жителей блокадного Ленинграда и ветеранов труда, почетным членом специализированного совета вуза, членом учебно-методического совета вуза, членом редакционного совета научно-технических сборников, сопредседателем секции «Техника и технология пищевых производств» Международной академии холода.

За научно-практическую и общественную работу Л.К. Николаев награжден медалями: «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», «50 лет Победы в Великой Отечественной войне», «Ветеран труда», «В память 300-летия Санкт-Петербурга», «Лауреат премии имени академика А.Н. Крылова»; нагрудными знаками «За отличные успехи в работе», «Изобретатель СССР» и др.

Значительную известность кафедра приобрела при руководстве профессором Виктором Николаевичем Лепилиным. В.Н. Лепилин родился 19 ноября 1919 г. в г. Волгограде в семье служащего. Окончил в 1937 г. среднюю школу и поступил в ЛТИ им. Ленсовета, откуда в сентябре 1941 г. был направлен на учебу в Военную академию химической защиты Красной Армии, а в 1943 г. закончил ее по кафедре академика М.М. Дубинина. В дни Великой Отечественной войны вступил добровольцем в ряды Красной Армии. Принимал участие в боях на Западном фронте, Втором Украинском. Был ранен. Имеет правительственные награды – орден Отечественной войны II степени, медали «За отвагу», «За боевые заслуги», «За взятие Будапешта», «За взятие Вены», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

После окончания Великой Отечественной войны продолжил обучение в ЛТИ им. Ленсовета и в 1947 г. закончил его по кафедре члена-корреспондента АН СССР С.Н. Данилова. В 1949 г. В.Н. Лепилин поступил в аспирантуру на кафедру

процессов и аппаратов химической технологии ЛТИ им. Ленсовета, возглавляемую членом-корреспондентом АН СССР П.Г. Романковым. Вся его дальнейшая деятельность на этой кафедре была тесным образом связана с адсорбционными процессами и аппаратами и разработкой некоторых закономерностей гидродинамики кипящего слоя. В 1952 г. он защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук «Адсорбция в кипящем слое», в которой впервые была показана возможность осуществления процесса в столь необычных условиях. В течение 20 лет работая на кафедре он совместно с профессором П.Г. Романковым написал монографию «Непрерывная адсорбция газов и паров» (1968), подготовил одноименную диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук и в 1969 г. успешно защитил ее. С 1975 г. деятельность В.Н. Лепилина связана с кафедрой «Процессы и аппараты пищевых производств» ЛТИХП, заведующим которой он стал с 1976 г. С тех пор практически заново создана лаборатория процессов и аппаратов, существенно модернизирована лаборатория гидравлики. Написаны методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям, а также конспект лекций по первой части курса «Процессы и аппараты пищевых производств» (1984). Сформировалось и научное направление кафедры – тепло- и массообмен в гетерофазных процессах. Под руководством В.Н. Лепилина было подготовлено и защищено около 40 кандидатских и 4 докторских диссертации. Им лично и в соавторстве опубликовано более 150 научных работ, получено свыше 25 авторских свидетельств на изобретения. Он принимал активное участие в работе специализированных советов по адсорбции АН СССР, по присуждению кандидатских и докторских ученых степеней ЛТИХП, ВНИИЖ, научно-технического совета НПО «Красный треугольник», редакционного совета Ленинградского отделения издательства «Химия» и ряда других. Под его редакцией осуществлен выпуск 12 сборников научных трудов факультета техники пищевых производств в 1982–1996 гг. Принимал активное участие в жизни института и района. Избирался секретарем парткома института в 1955–1958 гг., членом бюро Фрунзенского РК партии в 1955–1958 гг., а в 1965 г. председателем профкома института. Награжден медалью «Ветеран труда» и нагрудным значком «За отличные успехи в работе» в области высшего образования СССР. Кафедру Процессов и аппаратов пищевых производств, имеющую в значительные научные

достижении, сразу же после профессора Лепилина В.Н. возглавил доктор технических наук, профессор Тишин Вячеслав Борисович.

В.Б. Тишин родился 10 февраля 1935 г. в г. Пензе. В 1954 г. поступил, а в 1959 г. окончил Ленинградский технологический институт холодильной промышленности (ЛТИХП). С 1959 по 1965 год работал в г. Уфе сначала в мясомолочной, а затем в нефтеперерабатывающей промышленности. В 1965 г. поступил в аспирантуру Ленинградского технологического института им. Ленсовета и в 1969 г. защитил кандидатскую диссертацию. После окончания аспирантуры три года работал старшим научным сотрудником во Всесоюзном научно-исследовательском институте полимеризационных пластмасс. В 1972 г. вернулся в ЛТИХП на кафедру процессов и аппаратов пищевых производств, в том же году ему было присвоено ученое звание доцента. В ЛТИХП прошел путь от доцента до профессора, заведующего кафедрой. На протяжении всей своей педагогической деятельности В.Б. Тишин вел лекционные и практические занятия по курсам «Гидравлика и гидравлические машины» и «Гидрогазодинамика». Областью его научных исследований являлись процессы переноса в многофазных средах. Им опубликовано около 80 научных работ. Под руководством Вячеслава Борисовича 8 человек защитили кандидатские диссертации. В 1988 г. он сам защитил докторскую диссертацию, в 1990 г. Ему было присвоено ученое звание профессора.

В.Б. Тишин – академик Международной академии холода, является членом четырех диссертационных советов, где рассматриваются кандидатские и докторские диссертации. Много сил и знаний деятельности кафедры отдал доцент А.М. Маслов, который стал впоследствии известным ученым как в России, так и за рубежом в области реологии жидких пищевых продуктов и процессов теплообмена. Сотрудниками кафедры за время ее работы опубликованы крупные монографии, конспекты лекций, выпущено большое количество учебно-методической литературы. Среди них следует отметить работы следующих авторов: Г.Л. Кук «Процессы и аппараты молочной промышленности» (в двух томах), второе издание учебника переработано и отредактировано кандидатом технических наук, доцентом Ф.М. Тарасовым и выпущено одной книгой; Ф.М. Тарасов «Тонкослойные теплообменные аппараты»; А.М. Маслов «Оборудование для высокотемпературной пастеризации, стерилизации и охлаждения пищевых жидкостей»; А.М. Маслов, И.А. Чубик

«Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов», выдержавший два издания; И.В. Мазюкевич «Гидравлика и гидравлические машины» в трех частях; Ф.М. Тарасов, Т.Ф. Аршинова «Теоретические основы технологических процессов»; В.Н. Лепилин, Т.Ф. Аршинова «Теоретические основы технологических процессов»; В.Н. Лепилин, И.И. Лукин и др. «Процессы и аппараты пищевых производств». В соавторстве с П.Г. Романковым В.Н. Лепилиным опубликована монография «Непрерывная адсорбция газов и паров». В этой монографии впервые в мире была показана возможность осуществления процесса адсорбции в псевдооживленном слое реагирующих веществ, а также сформулированы основные закономерности образования псевдооживленного слоя в системе газ-твердые частицы. Под редакцией профессоров А.Г. Сабурова и В.Н. Лепилина более 10 лет кафедра ежегодно выпускала межвузовский сборник научных трудов, охватывающий широкий круг вопросов по исследованиям в области процессов и аппаратов, оборудования и автоматизации пищевой и микробиологической промышленности. С 2002 по 2017 год кафедрой заведовал доктор технических наук, профессор Геннадий Валентинович Алексеев, Академик Международной академии холода, Почетный работник высшего профессионального образования РФ. После окончания факультета прикладной математики и механики Воронежского государственного университета Геннадий Валентинович Алексеев поступил в аспирантуру ВОЕНМЕХа. После защиты кандидатской диссертации работал старшим научным сотрудником, ассистентом и доцентом кафедры прикладной механики. Свою трудовую деятельность в СПбГУНиПТ, позже НИУ ИТМО он начал с должности профессора, после чего был избран заведующим кафедрой. В СПбГУНиПТ им защищена докторская диссертация и получено ученое звание профессора. Соавтор 10 учебных пособий, одного учебника с грифами УМО и Минобрнауки РФ, 5 монографий и другой учебно-методической литературы, Геннадий Валентинович до сих пор активно руководит работой магистров и аспирантов, он член двух диссертационных советов, постоянно приглашается Председателем ГАК в родственные ВУЗы. Им лично и в соавторстве за время научно-педагогической деятельности написано около 300 научных трудов, в том числе получено более 120 патентов РФ и авторских свидетельств на изобретения. При непосредственном

участии Геннадия Валентиновича создан и активно работает в рамках Межвузовской комплексной программы «Инновационные технологии в образовании» Координационный центр по разработке и внедрению виртуальных лабораторных практикумов. Он является участником проекта «ИС Санкт-Петербург. Развитие системы защиты интеллектуальной собственности и развитие взаимодействия в данной области между Россией, Финляндией, Швецией и Данией». Успешно руководит работой одного из научно-образовательных центров университета. В составе авторского коллектива Г.В. Алексеев награжден Премией Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся достижения в области высшего и среднего профессионального образования в номинации «Учебно-методическое обеспечение учебного процесса, направленное на повышение качества подготовки специалистов». Награжден Почетными грамотами Министра высшего и среднего специального образования СССР, Министра торговли СССР, Министерства образования и науки РФ и знаком «Почетный работник высшего профессионального образования». На общем собрании в 2004 году избран Академиком Международной академии холода (МАХ).

В самостоятельной работе студентов (СРС) на кафедре эффективно применяются информационные технологии при подготовке к лабораторным работам в виде специальных виртуальных тренингов. Опыт такого проведения СРС распространяется среди преподавателей университета и родственных ВУЗов посредством обсуждения на заседаниях кафедры и в рамках методического семинара. Разработки сотрудников кафедры в области информационных технологий были оценены присуждением им Премии Правительства Санкт-Петербурга в номинации «За успехи в учебно-методической деятельности». Учебное пособие «Виртуальный лабораторный практикум по курсу “Процессы и аппараты пищевых производств”» авторского коллектива кафедры стало лауреатом I Международного конкурса учебно-методической, учебной и научной литературы «Золотой корифей» (23 июля–23 ноября 2012 г.). Целью (миссией) кафедры «Процессы и аппараты пищевых производств» является формирование общекультурных и профессиональных компетенций, позволяющих выпускнику успешно осуществлять:

- научную деятельность, направленную на поиск, исследование и разработку высокоинтенсивных технологических процессов обработки пищевого сырья и создания на их основе высокоэффективных, конкурентноспособных технологических машин и оборудования;

- научную деятельность в аспирантуре по направлению 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств»;

- педагогическую деятельность в высших образовательных учреждениях

- быть востребованным на рынке труда соответствующих образовательных и научно-исследовательских организаций, промышленных предприятий, инновационных компаний и фирм.

В последние годы коллектив кафедры значительно усилился такими известными учеными-пищевиками, как Вальдур Аулисович Арет. Вальдур Аулисович Арет, доктор технических наук, профессор кафедры «Процессы и аппараты пищевых производств» (ПиАПП), член Ученого совета, заместитель председателя диссертационного совета Д 212.227.09, сотрудник международного научного центра «Биотехнологии третьего тысячелетия», с 1994 года действительный член Международной академии транспорта, «Почетный работник высшего профессионального образования РФ», с 2001 года действительный член международной академии холода, ученый в области машиноведения и реологии. Родился он 20 ноября 1940 года в г. Таллине. Высшее образование получил в 1964 г. в Московском технологическом институте пищевой промышленности, где ему присвоена квалификация инженер-механик. Его трудовой путь тесно связан с ВУЗами пищевого профиля – 1974 г.: доцент кафедры «Сопроотивление материалов», 1984 г.: доктор технических наук решением ВАК при Совете Министров СССР; 1985 г.: профессор решением ВАК при Совете Министров СССР. С 1968–1973 гг.: ассистент, старший преподаватель, и. о. доцента, заместитель декана заочного факультета Таллиннского политехнического института; С 1974–1990 гг.: заведующий кафедрой, проректор по научной работе и 9 лет ректор Кемеровского технологического института пищевой промышленности. С 1990–1991 гг.: заведующий кафедрой Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства. С 1992–1995 гг.: проректор по учебной работе, ректор Эстонской морской академии. С 1996 г.: профессор и заведующий кафедрой теоретической механики Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. В 2006 году стал заведовать кафедрой техники мясных и молочных продуктов, ныне Института холода и биотехнологий; С 2015 г. по 2017: профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» (ТМиО); С 2017 по настоящее время профессор кафедры «Процессы и аппараты пищевых производств» (ПиАПП)

Возглавляет в настоящее время кафедру профессор, доктор технических наук Елена Игоревна Верболоз, – с 2006 г. доктор технических наук, профессор, а с 2017 г. заведующая кафедрой Процессов и аппаратов пищевых производств, является членом диссертационного совета Д 212.227.09 Университета ИТМО по специальности 05.18.12, председателем кадровой комиссии мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем, академиком Международной академии холода (МАХ), действительным членом российской академии продовольственной безопасности, почетным работником высшего профессионального образования РФ. В 2016 г. получен Нагрудный знак «За верность Профсоюзу».

Высшее образование получила в 1979–1984 гг. в Ленинградском технологическом институте холодильной промышленности на механическом факультете по специальности «Машины и аппараты пищевых производств» с получением диплома «с отличием». В 1991 г. защитила кандидатскую диссертацию на тему «Исследование гидротранспортирования консервных банок в каналах стерилизатора эрлифтного типа». В 1996 г. Е.И. Верболоз присвоено ученое звание доцента. В 2006 году защитила докторскую диссертацию на тему «Развитие ресурсосберегающих технологий производства рыбной продукции на основе совершенствования механических и влаготепловых процессов». В 2007 году Е.И. Верболоз присвоено ученое звание профессора.

Ее трудовой путь был связан с родственными ВУЗами – с 1984 по 1989 год: работала в Ленинградском торгово-экономическом институте

в должности младшего научного сотрудника. Далее в 1990–2017 гг.: работала на кафедре «Технологических машин и оборудования» ИХиБТ Университет ИТМО.

С 2001–2005 гг.: работала в должности заместителя декана факультета заочного обучения и экстерната, а в 2006–2007 гг.: работала в должности заместителя декана факультета Пищевой инженерии и автоматизации. С 01.09.2008 по 01.09.2014: работала в должности декана факультета Пищевой инженерии и автоматизации, а затем с 01.09.2014 по 01.01.2017: работала заведующей кафедрой «Технологических машин и оборудования» (ТМиО).

С 01.01.2017 по настоящее время работает в должности заведующей кафедрой «Процессы и аппараты пищевых производств» (ПиАПП). Под ее руководством защитилось 3 аспиранта на соискание ученой степени кандидата технических наук и 6 магистерских диссертаций. Сферами ее основных научных интересов является совершенствование процессов ресурсосберегающих технологий переработки пищевого сырья на основе оптимизации гидромеханических и тепловых процессов. В 2011 году Елене Игоревне было присвоено почетное звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ».

Восьмой десяток своего существования кафедра Процессов и аппаратов пищевых встречает нацеленной на инновационное решение проблем отрасли, обусловленных современными вызовами времени и постоянно возрастающей конкуренцией в мировом научно-педагогическом сообществе.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Геннадий В. Алексеев д.т.н., профессор, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, gva2003@mail.ru

Вальдур А. Арет д.т.н., профессор, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, valdurtera@rambler.ru

ПОСТУПИЛА 15.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennady V. Alekseev doctor of technical sciences, professor, processes and apparatus of food production department, Saint Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics, Lomonosova str., 9, Saint Petersburg, Russia, gva2003@mail.ru

Valdur A. Aret doctor of technical sciences, professor, processes and apparatus of food production department, Saint Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics, Lomonosova str., 9, Saint Petersburg, Russia, valdurtera@rambler.ru

RECEIVED 4.15.2017

ACCEPTED 5.18.2017

Процессы и аппараты пищевых производств

Оригинальная статья/Original article

УДК 664

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-17-23>

Резервы энергоэффективности конвективной сушки дисперсных материалов при переменных режимах

Александр А. Шевцов ¹	shevalol@rambler.ru
Алексей В. Дранников ¹	drannikov@list.ru
Владимир В. Ткач ²	tkachbalian@yandex.ru
Наталья А. Сердюкова ²	nata29m@mail.ru

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

² Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия

Реферат. В настоящее время широкое применение получили способы сушки дисперсных материалов в переменных режимах, когда не только температура и скорость сушильного агента изменяется во времени, но и состояние слоя материала претерпевает изменения, обусловленные управляемой гидродинамикой в рабочем объеме сушильной установки. Переменные режимы используются при сушке в осциллирующих режимах, при ступенчатых гидродинамических и температурных режимах, а также при сушке в изотермическом цикле. Если осциллирующая сушка с чередованием зон нагрева и охлаждения материала и сушка материала при ступенчатых режимах, прежде всего, направлена на сохранение качества целевого продукта, то изотермическая сушка заключается в предварительном нагреве материала до предельно допустимой температуры при последующем высушивании без ее снижения в течение всего процесса с максимальной скоростью влагоудаления. Снижение теплоэнергетических затрат в процессах сушки при переменном теплоподводе достигается благодаря максимальной рекуперации теплоты в замкнутых термодинамических циклах по теплоносителю, в том числе с использованием теплонасосных технологий. На примере многоступенчатой барабанной сушилки, укомплектованной двухступенчатым парокompрессионным тепловым насосом, показана возможность существенной экономии теплоэнергетических затрат в процессе сушки дисперсного материала без дополнительного калориферного подогрева. Из анализа процесса сушки в I-d диаграмме следует, что утилизация и рекуперация теплоты в замкнутом термодинамическом цикле по теплоносителю позволяет снизить удельные энергозатраты. Предложен алгоритм управления технологическими параметрами в области допустимых технологических свойств высушиваемого материала.

Ключевые слова: дисперсный материал, конвективная сушка, энергоэффективность, тепловой насос, переменный режим

Energy efficiency reserves convective drying dispersed materials under variable conditions

Alexandr A. Shevtsov ¹	shevalol@rambler.ru
Aleksey V. Drannikov ¹	drannikov@list.ru
Vladimir V. Tkach ²	tkachbalian@yandex.ru
Natalia A. Serdyukova ²	nata29m@mail.ru

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

² Military training and research center air force "The air force academy named after the professor N.E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin", Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia

Summary. At present, methods of drying dispersed materials in variable regimes, when not only the temperature and speed of the drying agent varies with time, but also the state of the material layer undergoes changes, due to controlled hydrodynamics in the working volume of the drying plant. Variable modes are used for drying in oscillating modes, with stepped hydrodynamic and temperature modes, and also when drying in an isothermal cycle. If oscillating drying with alternation of heating and cooling zones of the material and drying of the material in stepwise modes, first of all, is aimed at preserving the quality of the target product, then isothermal drying consists in preheating the material to the maximum permissible temperature with subsequent drying without reducing it during the whole process with a maximum rate of moisture removal. Reduction of heat energy costs in drying processes with variable heat supply is achieved due to the maximum heat recovery in closed thermodynamic cycles for the heat carrier, including using heat pump technology. Using the example of a multi-zone drum dryer, equipped with a two-stage steam compression heat pump, the possibility of a significant saving of heat energy costs during the drying of dispersed material without additional calorific heating. From the analysis of the drying process in the I-d diagram it follows that the utilization and heat recovery in a closed thermodynamic cycle by the heat carrier can reduce the specific energy consumption. An algorithm for controlling technological parameters in the field of permissible technological properties of the dried material is proposed.

Keywords: particulate material, convective drying, energy efficiency, heat pump, variable mode

Для цитирования

Шевцов А.А., Дранников А.В., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. Резервы энергоэффективности конвективной сушки дисперсных материалов при переменных режимах // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 17–23. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-17-23

For citation

Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Tkach V.V., Serdyukova N.A. Energy efficiency reserves convective drying dispersed materials under variable conditions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 17–23. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-17-23

Введение

В настоящее время широкое применение получили способы сушки дисперсных материалов в переменных режимах, когда не только температура и скорость сушильного агента изменяется во времени, но и состояние слоя материала претерпевает изменения, обусловленные управляемой гидродинамикой в рабочем объеме сушильной установки. Переменные режимы используются при сушке в осциллирующих режимах [1–3, 8], при ступенчатых гидродинамических и температурных режимах [7, 9], а также при сушке в изотермическом цикле [1, 3]. Если осциллирующая сушка с чередованием зон нагрева и охлаждения материала и сушка материала при ступенчатых режимах, прежде всего, направлена на сохранение качества целевого продукта, то изотермическая сушка заключается в предварительном нагреве материала до предельно допустимой температуры при последующем высушивании без ее снижения в течение всего процесса с максимальной скоростью влагоудаления.

Снижение теплоэнергетических затрат в процессах сушки при переменном теплоподводе достигается благодаря максимальной рекуперации теплоты как отработанного сушильного агента, так и утилизации теплоты высушенного материала в замкнутых термодинамических циклах по сушильному агенту, в том числе с использованием теплонасосных технологий [1, 4, 6, 9].

В прямоточной зерносушилке с двумя зонами сушки и зоной охлаждения, укомплектованной парокомпрессионным тепловым насосом (ПКТН), рассмотрена возможность существенной экономии теплоэнергетических затрат, а программно-логический алгоритм микропроцессорного управления технологическими параметрами с использованием разработанных моделей и программ [1] позволяет гарантированно обеспечить высокое качество высушенного продукта (рисунок 1).

Позиции на рисунке 1: 1 – сушилка; 2, 3 – зоны сушки зерна; 4 – зона охлаждения зерна; 5 – камера предварительного нагрева; 6, 7 – калориферы; 8, 9, 10 – вентиляторы; 11, 12 – циклоны; 13 – компрессор; 14, 15 – секции конденсатора; 16 – терморегулирующий вентиль; 17, 18 – секции испарителя; 19, 20 – переключатели потоков; 21 – микропроцессор; линии: 0.2 – подачи влажного зерна на сушку; 0.2.1 – отвода высушенного зерна; 3.1 – отвода отработанного сушильного агента; 3.2 – подачи кондиционированного сушильного агента; 3.3 – подачи нагретого в конденсаторе сушильного агента в калориферы; 2.2 – подачи греющего пара в калориферы; 1.4 – отвода конденсата; 4.0 – рециркуляция хладагента; датчики: FE – расхода; TE – температуры; ME – влажности и влагосодержания; И – исполнительные механизмы.

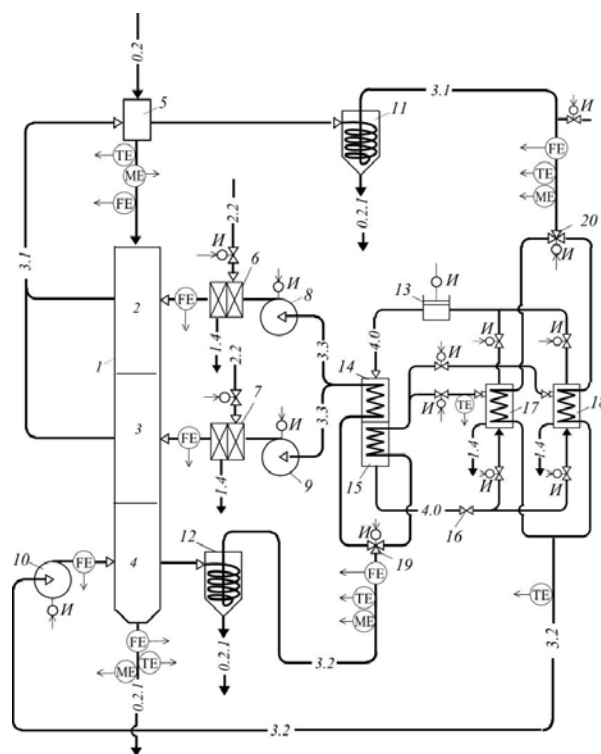


Рисунок 1. Схема управления процессом сушки в шахтной зерносушилке с парокомпрессионным тепловым насосом

Figure 1. The scheme of drying process control in a shaft dryer with a steam compression heat pump

Повышение эффективности многозонной сушилки с замкнутым контуром рециркуляции сушильного агента заключается в том, что осушенный и охлажденный сушильный агент после рабочей секции испарителя подается на охлаждение высушенного зерна. За счет теплообмена между сушильным агентом и зерном без границы раздела фаз температура сушильного агента повышается более, чем на 15 °С, а температура зерна снижается более чем на 20 °С [1].

Поток сушильного агента после охлаждения зерна освобождается от взвешенных частиц в циклоне и направляется в конденсатор теплового насоса и затем в первую и вторую зоны сушки зерна через калориферы, в которых температура сушильного агента доводится до значений, обеспечивающих заданный температурный режим сушки. Из анализа процесса сушки в $I-d$ диаграмме (рисунок 2) следует, что утилизация теплоты высушенного зерна позволяет снизить нагрузку на калорифер на величину $\Delta t_1 = t_7 - t_6$, а нагревание сушильного агента в конденсаторе теплового насоса на $\Delta t_2 = t_1 - t_7$ и обеспечить снижение удельных энергозатрат на 10–12%.

Точки на $I-d$ диаграмме: 1–2', 1–2'' – основной нагрев сушильного агента в калориферах перед первой и второй зонах сушки зерна; 2'–3', 2''–3'' процессы сушки зерна в первой и второй зонах сушки; 3'–3–3'' – получение смеси сушильного агента после первой и второй зон сушки; 3–4 – охлаждение сушильного агента за счет предварительного нагрева

зерна в камере 5; 4–5–6 – осушение и охлаждение сушильного агента в рабочей секции испарителя; 6–7 – нагрев сушильного агента за счет утилизации теплоты высушенного зерна при его охлаждении; 7–1 – нагрев сушильного агента в конденсаторе.

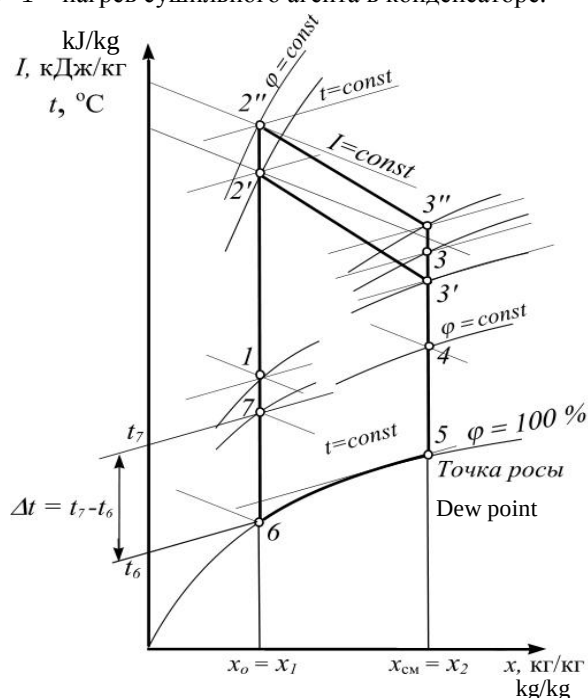


Рисунок 2. Термодинамическое изображение процесса сушки с ПКНТ и утилизацией теплоты высушенного зерна
Figure 2. Thermodynamic image of drying process with PKNT and heat recovery of dried grain

Анализ резервов эффективности

Предложенная ранее технология сушки имеет ряд неиспользованных резервов энергосбережения, вызванных следующими соображениями. Во-первых, использование одноступенчатой холодильной машины, работающей в режиме теплового насоса, не обеспечивает подготовку сушильного агента более высокого энергетического потенциала с целью реализации высокотемпературной сушки. Во-вторых, рекуперация теплоты сушильного агента на потоке между испарителем и конденсатором теплового насоса не позволяет снизить нагрузку на конденсатор. В-третьих, влагосодержание сушильного агента, подаваемого на сушку, устанавливается путем коррекции мощности привода компрессора, что может привести к нарушению режима конденсации паров хладагента, а, следовательно, к непредвиденному отклонению температуры сушильного агента от заданной. И наконец, имеет место инерционность управления влажностью высушенного продукта по влагосодержанию сушильного агента на входе в сушилку, значительный интервал времени с момента времени получения информации о конечной влажности продукта до момента воздействия на изменение влагосодержания сушильного агента.

Методы повышения энергоэффективности

По результатам анализа неиспользованных резервов энергосбережения предложен подход к разработке энергоэффективной технологии сушки в подвижном слое дисперсного материала с применением двухступенчатого теплового насоса, обеспечивающей снижение теплоэнергетических затрат, а также алгоритм управления технологическими параметрами в области допустимых свойств материала.

Методы повышения энергоэффективности основаны на утилизации и рекуперации теплоты отработанных теплоносителей в замкнутых термодинамических циклах с использованием теплового насоса. Их реализация достигалась в многозонной барабанной сушилке с профильной канальной насадкой (рисунок 3) при поперечной подаче теплоносителя.

Влажный дисперсный материал через загрузочную воронку 1, установленную в неподвижном фланце 2, поступает в перфорированный барабан 3 с канальной насадкой 4. Барабан вращается в неподвижном секционном кожухе 5 посредством приводного зубчатого венца, связанного с приводом. В секции кожуха, разделенного кольцевыми перегородками 7, через патрубки 8 подается сушильный агент с разной температурой и скоростью, обеспечивая переменный температурный и гидродинамический режим сушки при движении материала через I–III зоны сушки и IV зону охлаждения по канальной насадке к разгрузочному бункеру 9.

Отработанный сушильный агент, в качестве которого используется воздух, выводится из сушилки через патрубок 10 и вытяжным вентилятором 11 направляется последовательно на предварительный нагрев материала в камеру 12; на очистку от взвешенных частиц в циклон 13; на осушение и охлаждение в испарителе второй и первой ступени соответственно 16, 15.

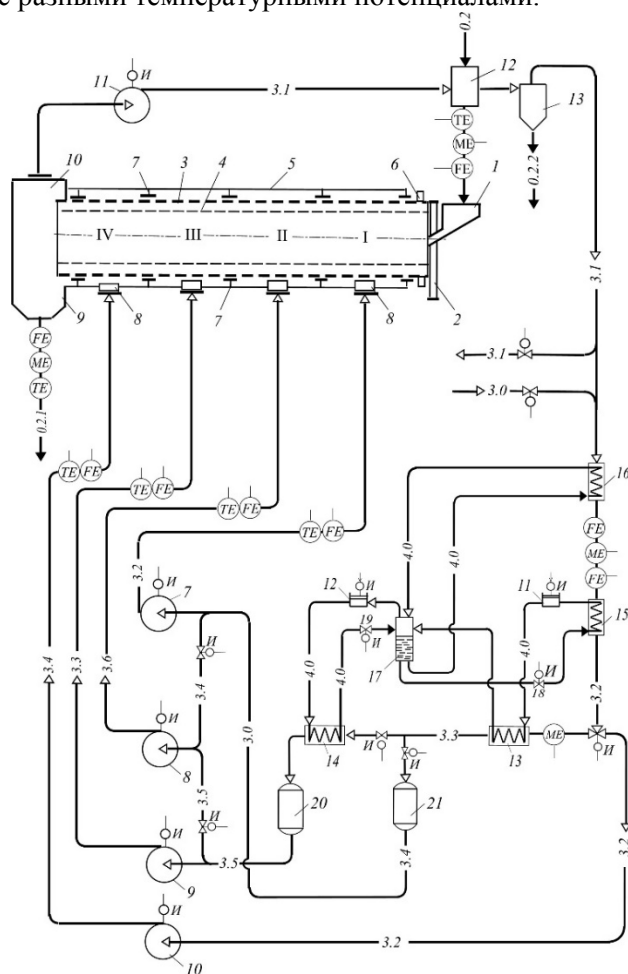
Осушенный сушильный агент после испарителя 15 разделяется на два потока, один из которых подается на сушку материала, а другой на его охлаждение.

После конденсатора первой ступени одна часть сушильного агента направляется в конденсатор второй ступени 14, а другая его часть в I зону сушки. Поток сушильного агента после конденсатора второй ступени направляется в III зону сушки. Поток сушильного агента во II зону сушки получают путем смешивания частей сушильного агента, подаваемых в I и III зоны сушки. Во избежание технологических сбоев в линиях подачи сушильного агента после конденсаторов 13 и 14 установлены ресиверы 21 и 22.

Работа двухступенчатого теплового насоса характеризуется последовательным сжатием паров компрессорами первой 11 и второй 12 ступени

с промежуточным охлаждением за счет кипения, подаваемого в промежуточный сосуд 17, хладагента. При этом уменьшается объем паров и затрата работы для их последующего сжатия. Уменьшение перепада давлений в каждой ступени ослабляет теплообмен паров со стенками цилиндров и улучшает условия рабочего процесса в компрессоре.

При двухступенчатом сжатии снижается температура перегрева нагнетаемых паров, что способствует лучшей смазке цилиндров. Кроме этого, возможна работа теплового насоса с двумя температурами кипения хладагента, и соответственно с двумя температурами конденсации и, как следствие, подготовкой кондиционированного сушильного агента с разными температурными потенциалами.



Термодинамическое изображение изменения параметров сушильного агента в многозонной барабанной сушилке с двухступенчатым тепловым насосом в $I-d$ диаграмме свидетельствует о возможности осуществлять его подготовку в широком диапазоне температур (рисунок 4).

Точки на рисунке 4: a – сушка материала в изотермическом цикле, b – сушка материала с повышением температуры теплоносителя: 1–2 – нагрев сушильного агента за счет охлаждения материала

Установка теплообменника-рекуператора 20 на потоке сушильного агента между испарителем 15 и конденсатором 13 первой ступени теплового насоса позволяет, с одной стороны, повысить температурный потенциал сушильного агента перед нагреванием его в конденсаторе 14, а с другой, снизить температуру охлаждающего воздуха перед подачей его в зону охлаждения дисперсного материала 5.

Предусмотрена подпитка сушильного агента свежим воздухом или его сброс (по мере необходимости) перед испарителем теплового насоса, что позволяет снизить воздействие случайных факторов на стабилизацию заданного влагосодержания сушильного агента в линии его рециркуляции.

Рисунок 3. Схема управления технологическими параметрами в барабанной сушилке с двухступенчатым тепловым насосом

Figure 3. Scheme of technological parameters control in a drum dryer with a two-stage heat pump

1 – загрузочная воронка; 2 – перфорированный барабан; 3 – канальная насадка; I, II, III – первая, вторая и третья зоны сушки; IV – зона охлаждения; 6 – камера предварительного нагрева материала; 7, 8, 9, 10 – вентиляторы; 11, 12 – компрессоры теплового насоса соответственно первой и второй ступени; 13, 14 – конденсаторы и 15, 16 – испарители первой и второй ступени; 17 – промежуточный сосуд; 18, 19 – терморегулирующие вентили; 20, 21 – ресиверы; потоки: 0.2 – влажный дисперсный материал; 0.2.1 – высушенный материал; 0.2.2 – взвешенные частицы; 4.0 – хладагент; 3.0 – воздух из атмосферы; 3.1 – отработанный сушильный агент, 3.2 – кондиционированный низкопотенциальный сушильный агент (охлаждающий воздух); 3.3 – кондиционированный сушильный агент после конденсатора I ступени; 3.4 – кондиционированный высокопотенциальный сушильный агент после конденсатора II ступени; 3.5 – смесь сушильного агента из потоков 3.3 и 3.5; датчики: FE – расхода; TE – температуры; ME – влажности и влагосодержания; И – исполнительные механизмы а б

в IV зоне; 2–3 – нагрев сушильного агента в конденсаторе первой ступени 13, подаваемого в I зону сушки 4; 2–4 – нагрев сушильного агента в конденсаторе второй ступени 14, подаваемого в III зону сушки; 5 – параметры смеси сушильного агента после конденсаторов первой и второй ступеней, подаваемого во II зону сушки; 4–6 – сушка материала в I зоне (а); сушка материала в III зоне (б); 5–8 – сушка материала во II зоне; 3–7 – сушка материала в III зоне (а); сушка материала в I зоне (б); 8 – параметры смеси отработанного сушильного

агента после трех зон сушки; 9 – параметры смеси отработанного сушильного агента после трех зон сушки и зоны охлаждения; 9–10 – охлаждение сушильного агента в камере предварительного нагрева материала 6; 10–11 – охлаждение сушильного агента в испарителе первой ступени 16; 11–12 – охлажде-

ние сушильного агента в испарителе второй ступени 15; 12–1 – конденсация ваги из сушильного агента на охлаждающей поверхности испарителя первой ступени; 1–2– 9–10–11–12–1 – контур рециркуляции подготовки холодного воздуха для охлаждения материала в IV зоне.

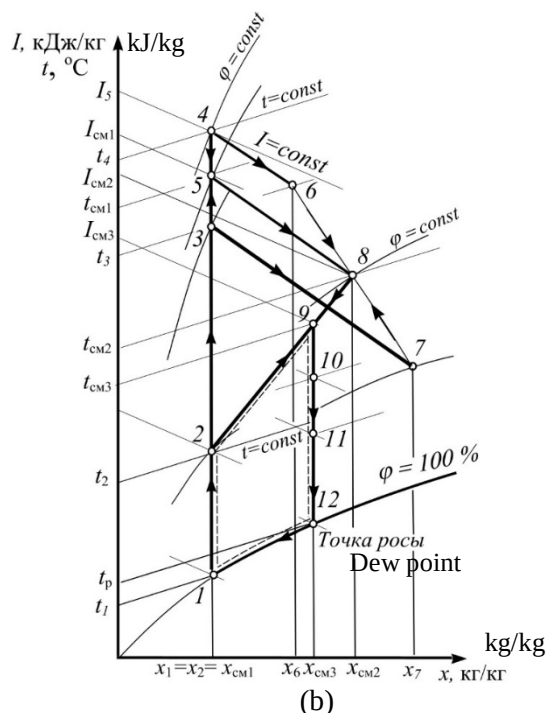
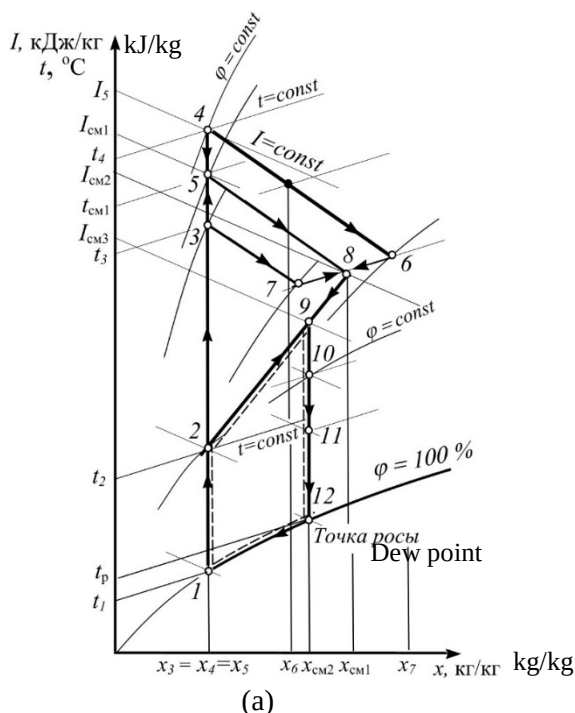


Рисунок 4. Варианты изменения параметров сушильного агента в замкнутом термодинамическом цикле многозонной барабанной сушилки с двухступенчатым ПКТН в I - d диаграмме

Figure 4. Variants of the drying agent parameters change in the closed thermodynamic cycle of a multi-zone drum dryer with a two-stage PKN in the I - d diagram

Для повышения точности и надежности управления процессом сушки составлен программно-логический алгоритм микропроцессорного управления технологическими параметрами сушки в условиях случайных возмущений как со стороны изменения начальной влажности материала, так и со стороны возможных технологических сбоев в работе вспомогательного оборудования.

По информации датчиков о текущих значениях расхода, температуры и влажности влажного материала после его предварительного подогрева в камере нагрева и очистки от взвешенных частиц в циклоне микропроцессор по заложенному в него алгоритму устанавливает заданный режим сушки и охлаждения материала.

Массовый поток сушильного агента на входе в зоны сушки барабанной сушилки устанавливают воздействием на мощность регулируемых приводов вентиляторов 7–10, а температурный режим сушки воздействием на мощности регулируемых приводов компрессоров 6, 7 первой и второй ступени теплового насоса. Охлаждение материала осуществляют воздухом, охлажденным в испарителях 16, 15 с последующей подачей его в зону охлаждения

барабанной сушилки с образованием замкнутого цикла. В процессе сушки устанавливается необходимое соотношение расходов частей сушильного агента, подаваемых в зоны сушки.

По текущим значениям расхода и влагосодержания отработанного сушильного агента непрерывно определяется поток влаги с отработанным сушильным агентом, подаваемым в испарители первой и второй ступени теплового насоса. Исходя из технических возможностей испарителей и технологического регламента, вводятся ограничения на максимально возможный поток влаги, подаваемый в испаритель 8 первой ступени теплового насоса. При этом количество излишней влаги выводится из контура рециркуляции с отработанным сушильным агентом с одновременной подпиткой отработанного сушильного агента свежим, сохраняя при этом необходимое количество сушильного агента в линии рециркуляции.

По информации датчика о текущем влагосодержании сушильного агента после конденсатора первой ступени теплового насоса микропроцессор корректирует соотношение расхода сушильного агента в линии сброса 22 и линии подпитки 21.

Если изменение соотношения расходов в пределах заданных значений не обеспечивает стабилизацию влагосодержания сушильного агента после конденсатора первой ступени теплового насоса, что свидетельствует о недостаточном осушении сушильного агента, обусловленным уменьшением коэффициента теплопередачи на охлаждающих поверхностях испарителей, то рабочие секции испарителей отключаются на регенерацию и подключаются резервные секции (на схеме не показаны).

В процессе сушки микропроцессор непрерывно осуществляет слежение за влажностью высушенного продукта. При отклонении текущего значения влажности высушенного продукта от заданного значения микропроцессор изменяет производительность сушилки по влажному зерну.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бритиков Д.А., Шевцов А.А. Энергосбережение в процессах сушки зерновых культур с использованием теплонасосных технологий: монография, М.: ДеЛи плюс, 2012. 328 с.
- 2 Sinha A. и др. Trends and oscillations in the Indian summer monsoon rainfall over the last two millennia // *Nature communications*. 2015. Т. 6. С. 6309.
- 3 Riadh M. H. и др. Infrared heating in food drying: An overview // *Drying Technology*. 2015. Т. 33. № 3. С. 322-335.
- 4 Mujumdar A. S. (ed.). *Handbook of industrial drying*. CRC press, 2014.
- 5 Arif Hepbasli и др. Exergoeconomic analysis of plum drying in a heat pump conveyor dryer // *Drying Technology*. 2010. Т. 28. С. 1385–1395.
- 6 Saidi M. и др. Hydrodynamics of pulsed spouted beds: Effects of pulsation waveform, amplitude, and frequency // *Drying Technology*. 2016. Т. 34. № 13. С. 1546-1557.
- 7 Aghbashlo M. и др. Measurement techniques to monitor and control fluidization quality in fluidized bed dryers: A review // *Drying Technology*. 2014. Т. 32. № 9. С. 1005-1051.
- 8 Khanali M., Rafiee S. Investigation of hydrodynamics, kinetics, energetic and exergetic aspects of fluidized bed drying of rough rice // *International journal of food engineering*. 2014. Т. 10. № 1. С. 39-50.
- 9 Пат. РФ № 2511293 Способ осциллирующей сушки семян масличных культур с циклическим вводом антиоксиданта / Дранников А.В., Шевцов С.А., Фролова Л.Н., Острикова Е.А., Лесных А.С. Опубл. 10.04.2014. Бюл. № 10.
- 10 Шевцов С.А., Остриков А.Н. Техника и технология сушки пищевого растительного сырья, Воронеж: ВГУИТ, 2014. 289 с.
- 11 Гавриленков А.М., Емельянов А.Б., Шаров А.В. Экологические аспекты интенсификации конвективной сушки // *Вестник ВГУИТ*. 2012. № 3. С. 137–139.

Заключение

Использование двухступенчатой теплонасосной установки позволяет вести сушку в переменных режимах, при которых температура и скорость изменяются по времени, при этом плавное изменение температуры по зонам барабанной сушилки в соответствии с технологическими требованиями и гарантировано обеспечивает высокое качество высушенного материала.

Существенно расширяются возможности энергосбережения с использованием двухступенчатого теплового насоса в непрерывнодействующих сушильных установках при высоких температурах, поскольку они способны осуществлять подготовку теплоносителя с более высоким энергетическим потенциалом без дополнительного калориферного подогрева.

REFERENCES

- 1 Britikov D.A., Shevtsov A.A. *Energoberezhenie v protsessakh sushki zernovykh kul'tur s ispol'zovaniem teplonasosnykh tekhnologii, monografiya* [Energy saving in drying processes of grain crops with using heat pump technology, monograph]. Moscow, DeLi plus, 2012. 328 p. (in Russian).
- 2 Sinha A. et al. Trends and oscillations in the Indian summer monsoon rainfall over the last two millennia. *Nature communications*. 2015. vol. 6. pp. 6309.
- 3 Riadh M. H. et al. Infrared heating in food drying: An overview. *Drying Technology*. 2015. vol. 33. no. 3. pp. 322-335.
- 4 Mujumdar A. S. (ed.). *Handbook of industrial drying*. CRC press, 2014.
- 5 Arif Hepbasli et al. Exergoeconomic analysis of plum drying in a heat pump conveyor dryer. *Drying Technology*. 2010. vol. 28. pp. 1385–1395.
- 6 Saidi M. et al. Hydrodynamics of pulsed spouted beds: Effects of pulsation waveform, amplitude, and frequency. *Drying Technology*. 2016. vol. 34. no. 13. pp. 1546-1557.
- 7 Aghbashlo M. et al. Measurement techniques to monitor and control fluidization quality in fluidized bed dryers: A review. *Drying Technology*. 2014. vol. 32. no. 9. pp. 1005-1051.
- 8 Khanali M., Rafiee S. Investigation of hydrodynamics, kinetics, energetic and exergetic aspects of fluidized bed drying of rough rice. *International journal of food engineering*. 2014. vol. 10. no. 1. pp. 39-50.
- 9 Drannikov A.V., Shevtsov S.A., Frolova L.N., Ostriкова E.A., Lesnykh A.S. *Sposob ostsilliruyushchei sushki semyan maslichnykh kul'tur s tsiklicheskim vvodom antioksidanta* [The way oscillating drying of oilseeds with cyclic input antioxidant]. Patent RF, no. 2511293. Publ. 10.04.2014.
- 10 Shevtsov S.A., Ostrikov A.N. *Tekhnika i tekhnologiya sushki pishchevogo rastitel'nogo syr'ya* [Equipment and technology of drying edible raw]. Voronezh: VGUIT 2014. 289 p. (in Russian).
- 11 Gavrilencov A.M., Emel'yanov A.B., Sharov A.V. Environmental aspects of convective drying. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2012. no. 3. pp. 137–139. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр А. Шевцов д. т. н., профессор, кафедра технологий хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, shevalol@rambler.ru

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

Владимир В. Ткач старший преподаватель, кафедра 208 общепрофессиональных дисциплин, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия, tkachbalian@yandex.ru

Наталья А. Сердюкова к.т.н., старший преподаватель, кафедра 208 общепрофессиональных дисциплин, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия, nata29m@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 04.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexandr A. Shevtsov doctor of technical sciences, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shevalol@rambler.ru

Aleksey V. Drannikov doctor of technical sciences, professor, machines and apparatuses of food production department, Dean of the Faculty of Food Machines and Automata, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, drannikov@list.ru

Vladimir V. Tkach candidate of technical sciences, senior lecturer, 208 General professional disciplines department, Military training and research center air force "The air force academy named after the professor N.E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin", Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia, tkachbalian@yandex.ru

Natalia A. Serdyukova senior lecturer, 208 General professional disciplines department, Military training and research center air force "The air force academy named after the professor N.E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin", Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia, nata29m@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.4.2017

ACCEPTED 5.11.2017

Магнито-акустическая интенсификация процесса очистки фосфатидного концентрата

Екатерина А. Шестакова	¹	katya_eash@mail.ru
Елена И. Верболюз	¹	elenaverboloz@mail.ru
Валерий Т. Антуфьев	¹	antufjew2010@yandex.ru

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

Реферат. В работе предложена эффективная технология и машинно-аппаратурная схема очистки фосфатидного концентрата магнито-акустическим способом с применением дистилляции спиртовых растворителей из модифицированных погоньев растительного масла. Обработка в ультразвуке 10 Вт/см² и пульсирующем магнитном поле 2 Тл обеспечивает получение высококачественного лецитинсодержащего продукта в виде гранул нерастворимой в спирте фракции и жидкой жиросодержащей ее части при низкой величине отходов, поглощенных силикагелем. В задачи исследования входит изучение влияния гидродинамических комплексных воздействий на процессы ассоциации и деассоциации свободных жирных кислот и других сопутствующих липидов в составе погоньев подсолнечных масел, обоснование применения силикагеля в качестве эффективного нейтрализующего и адсорбирующего агента, определение рациональных режимов процесса получения высококачественного лецитинсодержащего продукта в вакуумном молекулярном дистилляторе. Актуальность работы «Совершенствование процесса и оборудования для дистилляции погоньев растительных масел, обработанных в ультразвуке» состоит в том, что в настоящее время в России практически отсутствуют отечественные научные труды в этом направлении. Предлагаемая технология получения модифицированных подсолнечных лецитинов, позволяет получать как фракционированные лецитины с массовой долей ацетонрастворимых веществ более 60%, так и обезжиренные лецитины с массовой долей ацетоннерастворимых веществ до 95% с повышенным содержанием физиологически ценных групп фосфолипидов. Обезжиренные лецитины более гидрофильны, имеют менее выраженный запах и более низкую кислотность.

Ключевые слова: подсолнечные фосфатиды, ультразвуковой излучатель, неодимовые магниты, магнито-акустический способ, модифицированные погонья, фракционированные лецитины

Magneto-acoustic intensification of the cleaning process phosphatidic concentrate

Ekaterina A. Shestakova	¹	katya_eash@mail.ru
Elena I. Verboloz	¹	elenaverboloz@mail.ru
Valeriy T. Antufjev	¹	antufjew2010@yandex.ru

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

Summary. In work propose an efficient technology and machine-instrumental scheme of purification of phosphatidic concentrate magneto-acoustic method with application of the distillation of the alcoholic solvent from the modified cuts of vegetable oil. Processing in ultrasound 10 W/cm² in pulsed magnetic field of 2 T to provide high-quality lecithin product in the form of granules insoluble in alcohol fraction and a fat part with the low value for waste, are absorbed by the silica gel. The research objective is to study the influence of hydrodynamic effects on the complex processes of Association and deassociation free fatty acids and other related lipids in the composition waste of deodorization of the sunflower oils, the rationale for the use of silica gel as an efficient neutralizing and adsorbing agent, the definition of rational modes of process of obtaining high-quality lecithin product in vacuum molecular distillation. The relevance of the work «Improvement of process and equipment for distillation cuts of vegetable oils processed in ultrasound» is that now in Russia practically there are no domestic scientific works in this direction. The proposed technology of modified sunflower lecithin, allows you to receive as graded lecithin with acetonrastrvorimyh substances more than 60%, and fat-free egg lecithin with acetonnastrvorimyh substances to 95% with an increased content of physiologically valuable groups of phospholipids.

Keywords: sunflower phosphatides, ultrasonic transducer, neodymium magnets, magneto-acoustic method, modified waste of deodorization, fractionated lecithins

Введение

В последние годы наблюдается тенденция увеличения производства растительных масел. По итогам 2016 года в России было произведено более 4,0 млн тонн подсолнечного масла (2 место в мире), которое в основной массе было переработано нашими маслозаводами согласно ГОСТ 1129-2013. Одним из основных видов ценных сопутствующих веществ при производстве подсолнечного масла являются фосфолипиды.

Для цитирования

Шестакова Е.А., Верболюз Е.И., Антуфьев В.Т. Магнито-акустическая интенсификация процесса очистки фосфатидного концентрата // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 24–29. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-24-29

В нашей стране осуществляются мероприятия по улучшению и совершенствованию технологии выделения фосфолипидов из масла и повышению качества фосфолипидных концентратов с сохранением их биологической и физиологической ценности. Наличие фосфолипидов в «сыром» нерафинированном масле в количестве 0,4–0,6%, иногда – до 0,8–1,2% приводит к образованию на небольших маслодобывающих заводах значительного количества

For citation

Shestakova E.A., Verboloz E.I., Antufjev V.T.. Magneto-acoustic intensification of the cleaning process phosphatidic concentrate. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 24–29. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-24-29

баковых отстоев (фузистого масла), которое малорентабельно и используются в основном как добавки на корм животным. Они не допускают длительного хранения и часто становятся практически невостребованными. Такие фосфолипиды содержат (%): фосфатидов 8–2, жира – до 20, белковых веществ от 50 до 60, влаги не более 14.

Для повышения стойкости в транспортировке влагу удаляют (сушка) при температуре 85–90 °С и остаточном давлении 15,0 кПа [3] и получают фосфатидный концентрат с довольно большим содержанием подсолнечного масла, на что требуются значительные энергетические затраты. Но при этом идет интенсивно процесс окисления и возникают значительные потери масла с осадком. Полученный по стандартной технологии фосфатидный концентрат имеет повышенные вязкость, кислотность и цветность, резкий запах, не соответствующие ГОСТ Р 53970-2010 «Добавки пищевые, Лецитины Е322. Общие технические условия», введенный 01.01.2012 в России.

Проблемы производства пищевых лецитинов

Анализ патентной документации и научной литературы позволяет сделать выводы о том, что фосфолипидные продукты являются широко применяемыми в производстве хлебобулочных, кондитерских, макаронных изделий и шоколада. Чаще в качестве фосфолипидов используют масложировой фосфолипидный продукт, полученный путем экстракции этиловым спиртом фосфатидных концентратов при соотношении фосфатидные концентраты – этиловый спирт (1:3):(1:12) и температуре около 60 °С с образованием спирторастворимой и спиртонерастворимой фракций. Последнюю сушат под вакуумом с получением концентрированного масложирового фосфолипидного продукта, не лишённого характерного запаха и повышенной цветности.

Существуют и другие технологии, при которых возможна дополнительная «подработка» для получения продукта с более высокими качественными показателями, пригодными для более широкого применения в качестве пищевых добавок. Наиболее распространенная технология предусматривает обработку фосфатидного концентрата перекисно-ферментной системой с последующим перерастворением в дезодорированном масле. Она позволяет получить фосфатидный концентрат с несколько повышенной вязкостью, но с кислотным числом масла, выделенного из него – менее 10 мг КОН,

цветным числом – менее 3 мг J₂. Такая технология получения отечественного фосфатидного концентрата на маслодобывающих заводах позволяет увеличить выход масла в основном процессе и получить полноценные, многофункциональные продукты – фосфатидные концентраты марок ПП-1, СП-1, ПВП-1, выпускаемые по ТУ 9146-203-00334534-97 «Концентраты фосфатидные. Технические условия» и фосфолипиды растительные пищевые марки ФПП-1, ФПВП-1, ФСП-1, выпускаемые по ТУ 9146-001-02067862-06 «Фосфолипиды растительные пищевые». Но окупаемость продукта в производстве низкая.

Из анализа требований, предъявляемых технической документацией к физико-химическим показателям жидких лецитинов и концентратов фосфатидных видно, что только два показателя качества имеют аналогичные наименования – «массовая доля влаги и летучих веществ», а также «перекисное число», и их значения одинаковы как в ГОСТ, так и в ТУ.

Из приведенных данных видно, что фосфатидный концентрат, выпускаемый по ТУ 9146-203-00334534-97, не соответствует требованиям ГОСТ Р 53970-2010 по показателям: массовая доля веществ, нерастворимых в ацетоне, и массовая доля веществ, нерастворимых в толуоле.

Таким образом, анализ показал, что актуальной проблемой является разработка технологии получения жидких лецитинов, соответствующих требованиям ГОСТ Р 53970-2010 «Добавки пищевые. Лецитины Е322. Общие технические условия» из подсолнечных фосфатидных концентратов марки 1 с целью выработки кондиционных продуктов – жидких лецитинов в виде очищенных фракций.

В соответствии с директивой ЕС, лецитины, имеющие номер Е 322, должны представлять собой смесь фракций фосфолипидов, полученных из животных или растительных объектов разными физическими методами, а также методами, включающими использование безвредных ферментов, в которых содержание веществ, нерастворимых в ацетоне (собственно фосфолипидов), составляет не менее 56–60%. В странах Европы, США и Японии лецитины отнесены к общепринятым безопасным веществам и включены в список GRAS (Generally Regarded As Safe). Фосфатидные концентраты применяют в пищевой промышленности (кондитерской, хлебопекарной, маргариновой и пр.) и сельском хозяйстве для улучшения кормовых рационов животных [4, 5]. ГОСТ Р 53970-2010 предусматривает также использование лецитинов фракционированных в виде пищевых добавок, представляющих собой

«вязкую жидкость или воскообразную массу, или порошок, или гранулы, содержащие заданный набор фракций веществ, нерастворимых в ацетоне». Такой продукт может содержать различные группы растительных фосфорсодержащих соединений (лецитин, кефалин, фосфосерин, инозитолфосфатид, фосфатидная кислота и прочие соединения), а также масло растительное (от 30 до 50%).

Проведенный нами анализ образцов фосфатидного концентрата производства МЭЗ «Кропоткинский» и «Лабинский» показал, что данный продукт не полностью соответствует для использования в пищевой промышленности, в частности, из-за высоких и широко варьируемых показателей окислительной порчи.

Разброс значений по показателю «цветное число» составил $6 \div 20$ мг йода; «перекисное число» $-3,9 \div 11,6$ ммоль активного кислорода/кг и «кислотное число» $-6,3 \div 20,8$ мг КОН/г и более. Такие величины этих показателей объяснимы применяемым способом выделения фосфолипидного концентрата. Он предусматривает операцию по удалению влаги из фосфатидной эмульсии, требующей из-за высокой водоудерживающей способности ФЛ использования жестких технологических решений: повышенную температуру и развитую поверхность площади испарения. Такие условия вызывают интенсивное протекание процессов окисления и гидролиза, которые, помимо прочего, активизируются присутствующей влагой. В результате в получаемом продукте накапливаются первичные, вторичные продукты окисления, азометины, меланофосфолипиды и др. Процессы окисления в первую очередь затрагивают гидрофобную часть молекулы ФЛ, а именно ненасыщенные изменения последних [5, 6]. В составе фосфатидных концентратов содержится, % к СВ: фосфатидов 61–62; масла 37–38; воды 0,4–0,5. Они должны иметь при 20 °С текучую консистенцию. Фосфатиды не растворяются в воде, а растворяются в горячих жирах и маслах, являются хорошими эмульгаторами. Согласно ГОСТ, подсолнечный пищевой фосфатидный концентрат должен иметь желтый цвет, запах и вкус, свойственные маслу, из которого они получены.

Материалы и методы исследования

Целью настоящего исследования являлась разработка магнито-акустического способа очистки фосфатидов с получением из них фосфолипидов пищевого применения. Для получения жидких лецитинов, удовлетворяющих требованиям ГОСТ Р53970-2010, необходимо решить задачи, указанные на схеме рисунка 1.

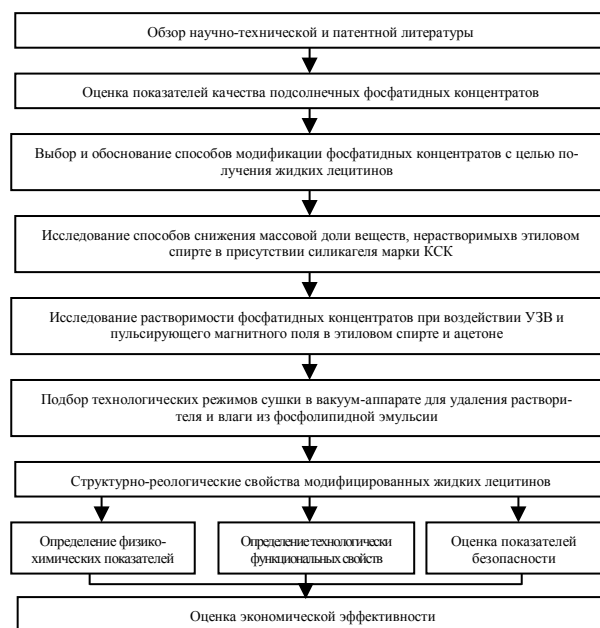


Рисунок 1. Структурная схема исследования
Figure 1. Structural scheme of the study

Выбор и обоснование способов модификации фосфатидных концентратов

На основании проведенных исследований была разработана принципиальная схема получения подсолнечных лецитинов с повышенным содержанием физиологически и технологически функциональных групп фосфолипидов, представленная на рисунке 2. В качестве продукта для исследования использованы образцы фосфатидного концентрата производства МЭЗ «Лабинский», а также применен селективный растворитель для получения лецитинов с повышенным содержанием фосфатидилхолинов – этиловый спирт, причем для увеличения его растворяющей способности применили ультразвук интенсивностью 10 Вт/см² в комплексе с пульсирующим магнитным полем 2 Тл.

Известно, что обработка постоянным или пульсирующим магнитным полем оказывает заметное тормозящее действие на окисление масел, особенно в процессе их интенсивной обработки ультразвуком. Эффекты магнитной обработки существенно и устойчиво проявляются при температурах порядка 20 °С. При более высоких температурах происходит релаксация. Так уже при температурах (30–40) °С время релаксации составляет несколько часов и менее 1 часа при (70–80) °С [8]. Этот факт ограничивает температуру магнито-ультразвуковой обработки и требует немедленного охлаждения полученных продуктов разделения. Магнитная обработка может дать положительный антиокислительный эффект не только в дальнейшем при хранении погонов, но также в технологических процессах нейтрализации, отбелики и дезодорации погонов [9–12]. Поэтому для снижения кислотности и цветности жидких продуктов процесс ведем в присутствии силикагеля марки КСК [7].



Рисунок 2. Технология получения модифицированных подсолнечных лецитинов
 Figure 2. Technology of production of modified sunflower waste of deodorization

Предлагаемая технология получения модифицированных подсолнечных лецитинов, позволяет получать как фракционированные лецитины с массовой долей ацетонрастворимых веществ более 60%, так и обезжиренные лецитины с массовой долей ацетоннерастворимых веществ не менее 95% с повышенным содержанием физиологически ценных групп фосфолипидов. Обезжиренные лецитины имеют несколько преимуществ: порошок удобен в использовании, имеет более нейтральный вкус, поскольку ненасыщенные жирные кислоты растительного масла были удалены, обезжиренный лецитин более гидрофилен, чем стандартный лецитин [6]. Подсолнечные лецитины отличаются от соевых лецитинов в первую очередь составом и содержанием жирных кислот, которые у каждой из масличных культур различны. Кроме того, в отличие от соевого лецитина, лецитин из подсолнечника не содержит: веществ, близких по строению к женским половым гормонам – эстрогенов (фитоэстрогенов) – веществ, вызывающих аллергические реакции [7]. Отсутствие растительного масла естественно снижает перекисдное число в модифицированных подсолнечных лецитинах. Таким образом, подсолнечные фосфатиды являются перспективным сырьем для получения лецитинов с повышенным содержанием функциональных групп фосфолипидов, а разработка технологии их получения – актуальной.

Для качественного разделения подсолнечного фосфатидного концентрата на спирторастворимую часть и осадок этиловый спирт должен быть тщательно перемешан. Однако для трудносмешивающихся жидкостей, каковыми

являются масляные погоны и спирт, простое механическое перемешивание не дает должного эффекта. Поэтому после смешивания и получения механической смеси ее сразу же необходимо превращать в эмульсию, состоящую из спирторастворимой жидкости и образовавшейся спиртонерастворимой дисперсной среды. Обзор работ в этом направлении показывает, что качественное образование эмульсии из предварительно смешанных жидкостей возможно под действием кавитации, например от ультразвукового излучателя. При кавитации рост пузырьков сменяется их схлопыванием. Весь процесс образования кавитации занимает время около $t_{ок} = 0,5 \cdot 10^{-3}$ с. Во время схлопывания образуется ударная волна, сопровождающаяся резким повышением температуры и давления газов. Для определения режимов получения лецитина с повышенным содержанием фосфатидилхолинов изучали влияние соотношения «подсолнечные лецитины – этиловый спирт» на выход спирторастворимой фракции. Установлено, что выход получаемой спирторастворимой фракции зависит не только от массового соотношения растворителя и подсолнечных погонов, но и в первую очередь от приложенных удельной мощности ультразвука и силы магнитного поля, влияющих на фракционирование. На рисунке 3 приведена зависимость выхода спирторастворимой фракции подсолнечных лецитинов от соотношения «подсолнечные лецитины – этиловый спирт». Показано, что с увеличением соотношения «подсолнечные лецитины – этиловый спирт» возрастает выход спирторастворимой фракции. Увеличение указанного соотношения выше 1:5 практически

не влияет на увеличение выхода спирторастворимой фракции в присутствии ультразвукового и магнитного воздействия, в то же время в работах [4] указано, что это соотношение должно быть более 1:7–1:12.

Основной характеристикой эмульсии является дисперсность смеси. Она выражается диаметром капель смешиваемых жидкостей и образовавшихся частиц.

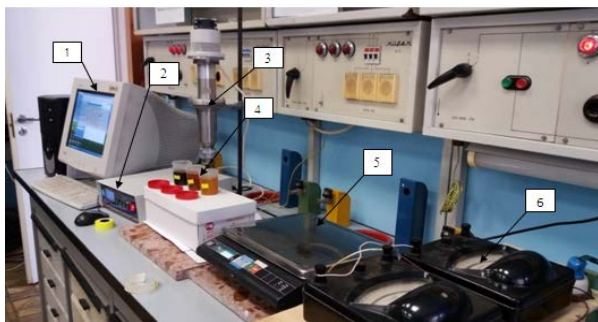


Рисунок 3. Общий вид экспериментальной установки для магнито-акустической очистки фосфатидного концентрата: 1 – ПК; 2 – ультразвуковой генератор марки «Волна-М»; 3 – ультразвуковой пьезоэлектрический излучатель; 4 – образцы обработанных фосфатидов; 5 – электронные весы; 6 – измерительный комплект К-50

Figure 3. Main view of the experimental setup for the magneto-acoustic cleaning phosphatidic concentrate: 1 – PC; 2 – the ultrasonic generator of the brand “Volna-M”; 3 – ultrasonic piezoelectric transmitter; 4 – samples treated phosphatides; 5 – electronic scales; 6 – measuring set K-50

Выявлено определённое время магнитной обработки, необходимое для достижения максимального эффекта. Для высокоградиентного магнитного поля 2 Тл достаточно 5–6 минут при интенсивном механическом и ультразвуковом перемешивании смеси в реакторе. Этого времени также достаточно для достижения максимального

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гудзь А. В., Кузнецова О. И., Красильников В. Н. Российский рынок лецитинов // Масла и жиры. 2009. № 11. С. 4–7.
- 2 ГОСТ Р 53970–2010 Добавки пищевые. Лецитины E322. Общие технические условия 2011. М.: Стандартинформ
- 3 ТУ 9146–203–0033 Концентраты фосфатидные. Технические условия
- 4 Пашенко В.Н. Разработка инновационной технологии получения жидких лецитинов: автореферат дисс. к-та техн. наук. Краснодар, 2013. 25 с.
- 5 ГОСТ 53970–2010 Добавки пищевые. Лецитины E322. Общие технические условия 2010
- 6 Пат. РФ № 2453117 Способ производства хлебобулочного изделия / Корнена Е. П., Лобанов В. Г., Воронцова О. С. Оpubл. 20.06.2012.
- 7 Корнен Н. Н., Першакова Т. В., Лисовая Е. В., Применение растительных фосфолипидов (лецитинов) в производстве хлебобулочных изделий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. С. 288–300.

эффекта растворения в спирте лецитиносодержащего продукта (рисунок 4).



Рисунок 4. Визуальный эффект обработки погонов подсолнечного масла: 1 – без обработки; 2 – обработка в ультразвуке; 3 – обработка в ультразвуке с закрепленными магнитами

Figure 4. The visual effect of processing cuts of sunflower oil: 1 – no treatment; 2 – processing in ultrasound; 3 – processing in ultrasound with fixed magnets

В результате обработки погонов, растворенные в масле кислород и углеводородные радикалы создают прочную, более упорядоченную структуру (это подтверждается изменением рефракции масла). При этом биологическая активность продуктов повышается. Применение силикагеля снижает цветность и кислотность жидкого лецитиносодержащего продукта до норм ГОСТ Р 53970-2010.

Вывод

Применение ультразвука с пульсирующим магнитным полем позволяет интенсифицировать растворимость и выведение очищенных фосфолипидов из фосфатидов подсолнечных масел, а также повысить качество и пищевую ценность получаемого лецитиносодержащего пищевого продукта.

8 Кожевников В. И. и др. Влияние магнитного поля и ультрафиолетового излучения на структурное состояние и биологическую активность оливкового и льняного масел // Химическая физика и Мезоскопия. 2012. Т. 14. № 4.

9 Baümler E. R., Carrín M. E., Carelli A. A. Extraction of sunflower oil using ethanol as solvent // Journal of Food Engineering. 2016. Т. 178. С. 190–197.

10 Mahmood-Fashandi H. et al. Using of Ultrasonic in Degumming of Soybean and Sunflower Seed Oils: Comparison with the Conventional Degumming // Journal of Food Processing and Preservation. 2017. Т. 41. №. 1.

11 Abbasi R. et al. The Effect of Ultrasonic Waves in Bleaching of Olive and Sunflower Oils and Comparison with Conventional Bleaching // Journal of Food Processing and Preservation. 2016.

12 Ghasemi M. et al. Effect of Solvent Oil Extracting Parameters on Phosphatides, Peroxide Value and Free Fatty Acids in Crude Oil in Industrial Scale // Iranian Food Science and Technology Research Journal. 2014. – Т. 10. №. 2.

13 Мартеньянова Л.Е., Антипова Л.В. Применение ферментных препаратов в получении растительных белков // Вестник ВГУИТ. 2013. № 1. С. 104–108.

REFERENCES

- 1 Gud' A. V., Kuznetsova O. I., Krasil'nikov V. N. The Russian market of lecithins. *Masla i zhiry* [Oils and fats]. 2009. no. 11. pp. 4–7. (in Russian).
- 2 GOST no. P 53970–2010. Dobavki pishchevye. Letsitiny E322. Obshchie tekhnicheskie usloviya [State standard no. P 53970–2010..Food supplements. Lecithins E322. General specifications]. 2011. Moscow Standartinform (in Russian).
- 3 TU 9146–203–0033. Kontsentraty fosfatidnye. Tekhnicheskie usloviya [TS 9146–203–0033. Phosphatide concentrates. Specifications] (in Russian).
- 4 Pashchenko V.N. The development of innovative technologies for liquid lecithins: thesis abstract. Krasnodar, 2013. 25 p.
- 5 GOST no. 53970–2010. Dobavki pishchevye. Letsitiny E322. Obshchie tekhnicheskie usloviya [State standard no. 53970–2010..Food supplements. Lecithins E322. General specifications]. 2010 (in Russian).
- 6 Kornena E.P., Lobanov V.G., Vorontsova O.S. Sposob proizvodstva khlebobulochnogo izdeliya [Method of production of bakery products]. Patent RF, no. o. 2453117. Publ. 20.06.2012
- 7 Kornen N.N., Pershakova T.V., Lisovaya E.V., The use of vegetable phospholipids (lecithins) in the production of bakery products. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudar-*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Екатерина А. Шестакова магистр, аспирант, кафедра Процессов и аппаратов, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, katya_eash@mail.ru

Елена И. Верболюз д. т. н., профессор, кафедра Процессов и аппаратов, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, elenaverboloz@mail.ru

Валерий Т. Антуфьев к. т. н., доцент, кафедра Процессов и аппаратов, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, antufjew2010@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Екатерина А. Шестакова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, провела эксперимент, выполнила расчёт

Елена И. Верболюз консультация в ходе исследования, проверка расчёта и основных источников

Валерий Т. Антуфьев корректировал рукопись до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.05.2017

stvennogo agrarnogo universiteta [Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University]. pp. 288–300. (in Russian).

8 Kozhevnikov V. I. et al. The influence of magnetic field and UV radiation on structural state and biological activity of olive and linseed oils. *Khimicheskaya fizika i Mezoskopiya* [Chemical physics and Mesoscopy]. 2012. vol. 14. no. 4. (in Russian).

9 Baümler E. R., Carrín M. E., Carelli A. A. Extraction of sunflower oil using ethanol as solvent. *Journal of Food Engineering*. 2016. vol. 178. pp. 190–197.

10 Mahmood-Fashandi H. et al. Using of Ultrasonic in Degumming of Soybean and Sunflower Seed Oils: Comparison with the Conventional Degumming. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017. vol. 41. no. 1.

11 Abbasi R. et al. The Effect of Ultrasonic Waves in Bleaching of Olive and Sunflower Oils and Comparison with Conventional Bleaching. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2016.

12 Ghasemi M. et al. Effect of Solvent Oil Extracting Parameters on Phosphatides, Peroxide Value and Free Fatty Acids in Crude Oil in Industrial Scale. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 2014. vol. 10. no. 2.

13 Martem'yanova L.E., Antipova L.V. The use of enzymes in obtaining vegetable proteins. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 1. pp. 104–108. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ekaterina A. Shestakova master, PhD student, St. Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia, katya_eash@mail.ru

Elena I. Verboloz doctor of technical sciences, professor, processes and apparatus department, St. Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics, Kronverksky Prospekt, 49, St. Petersburg, 197101, Russia, elenaverboloz@mail.ru

Valeriy T. Antufjev candidate of technical sciences, associate professor, processes and apparatus department, St. Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia, antufjew2010@yandex.ru

CONTRIBUTION

Ekaterina A. Shestakova review of the literature on an investigated problem, wrote a manuscript, conducted an experiment, performed computations

Elena I. Verboloz consultation in the course of the study, calculation and check of the main sources of

Valeriy T. Antufjev correct manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.14.2017

ACCEPTED 5.20.2017

Моделирование процесса сушки древесного сырья для последующего использования его при копчении рыбы

Сергей Б. Луковкин¹ lukovkinsb@mstu.edu.ru
Людмила И. Хохлова¹ xoxlovaluda@mstu.edu.ru
Сергей А. Шиманский¹ shimanskiysa@mstu.edu.ru

¹ Мурманский государственный технический университет, Морской институт, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия

Реферат. Модели многих технологических процессов (сушка древесины, копчение и сушка рыбы) описываются уравнениями в частных производных. К таким моделям относится и рассматриваемая здесь модель процесса сушки сырья на примере сушки древесины. Рассматриваемая в статье модель сушки сырья, основана на уравнении теплопроводности с переменными коэффициентами. Физические свойства древесины в процессе сушки изменяются, поэтому и коэффициенты уравнения изменяются по некоторому заданному закону. Модель становится существенно нелинейной. Как правило, получить решение для таких моделей в явном виде невозможно. В этом случае становится актуальной задача разработки численных методов решения модельных уравнений и написание соответствующих программ для проведения компьютерного моделирования технологических процессов. Наличие таких программ позволяет исследователям решать задачи по подбору оптимальных параметров и оптимальных условий протекания изучаемых технологических процессов, определять необходимое время достижения желаемых значений целевых функций. На основе полученных расчётных формул разработана программа моделирования теплового поля в пакете MatLab, которая может быть использована для моделирования процесса сушки древесины при различных условиях. В статье приводятся примеры модельных вычислений для различных значений параметров сырья. Технологические процессы, связанные с нагревом или сушкой исходного сырья, наблюдаются при копчении или при сушке рыбы. Предложенный здесь алгоритм может быть, после некоторой модификации, использован и для их моделирования.

Ключевые слова: моделирование, программирование, технология, процесс, сушка, древесина, уравнение, теплопроводность

Modeling of drying process of wood raw material for its subsequent use at fish smoking

Sergei B. Lukovkin¹ lukovkinsb@mstu.edu.ru
Ludmila I. Hohlova¹ xoxlovaluda@mstu.edu.ru
Sergey A. Shimanskiy¹ shimanskiysa@mstu.edu.ru

¹ Murmansk State Technical University, Maritime Institute, Sportivnaya Str., 13, Murmansk, 183010, Russia

Summary. Models of many technological processes (drying, Smoking and drying fish) are described by equations. Such models and applies the model of drying process of raw materials for example wood drying. The article considered a model of drying of raw materials based on the heat equation with variable coefficients. Physical properties of wood during the drying process change, and therefore the equation coefficients are changed according to some given law. The model becomes essentially nonlinear. As a rule, to obtain the solution for such models explicitly impossible. In this case, it becomes the actual task of developing numerical methods for solving model equations and writing of appropriate programs for computer simulation of technological processes. The existence of such programs allows researchers to solve the problem of selecting the optimal parameters and the optimum conditions of the studied technological processes to determine the time required to achieve the desired values of the objective functions. Based on the calculation formulas developed simulation program of the thermal field in MatLab that can be used to simulate the drying process under different conditions. The article provides examples of model calculations for different values of parameters of raw materials. Processes associated with heating or drying of the feedstock, are observed when Smoking or drying fish. The suggested algorithm can be, after some modifications, used for their modeling.

Keywords: modeling, programming, technology, process, drying, wood, equation, thermal conductivity

Введение

Во многих странах мира уже достаточно давно ведутся работы по изучению использования альтернативных возобновляемых источников энергии, например таких, как биомасса (древесные отходы, щепа, гранулы из древесины). Процесс сушки древесного сырья включен в технологические процессы производства некоторых продуктов питания, например, при копчении и сушке рыбы [1].

Для цитирования

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

В России подобные исследования также набирают ход. На качественное и стабильное горение биомассы влияет её влажность. В настоящей работе предлагается модель для изучения процесса сушки древесины с целью определения его продолжительности, необходимой для достижения нужного уровня влажности материала.

For citation

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

Метод решения задачи

Процесс сушки древесной коры происходит при следующих условиях: кора имеет форму бесконечного плоского слоя заданной толщины; осуществляется принудительный нагрев конвекцией высокотемпературного газа одной из сторон этого слоя. В начале процесса кора имеет повышенную влажность. Процесс заканчивается, когда кора становится «достаточно» сухой. Параметры древесины в процессе сушки изменяются, так как зависят от влажности материала [2–4].

Для изучения процесса сушки древесной коры можно предложить следующую математическую модель, основанную на уравнении теплопроводности:

$$c \cdot \rho \cdot \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \cdot \frac{\partial U}{\partial x} \right), \quad (1)$$

где $U = U(x, t)$ – температура материала в точке с координатой x в момент времени t ; x изменяется от 0 до S ; время t от 0 до некоторого момента t_k , здесь S – толщина древесного слоя. Следовательно, область интегрирования уравнения (1) задаётся неравенствами:

$$0 \leq x \leq S; \quad 0 \leq t \leq t_k \quad (2)$$

Зададим начальное условие (начальное распределение температуры вдоль оси x):
при $t = 0$

$$U(x, 0) = u_0, \quad (3)$$

и граничные условия:
при $x = 0$

$$-\lambda \frac{\partial U}{\partial x} = \alpha(u_{\max} - U), \quad (4)$$

при $x = S$

$$\lambda \frac{\partial U}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

В формулах (1)–(5) используются следующие параметры: c – эффективная теплоёмкость; ρ – плотность материала, $U = U(x, t)$ – температура участка коры с координатой x в момент времени t ; λ – коэффициент теплопроводности; α – коэффициент теплоотдачи; $\Delta U = U_d - U_w > 0$ – интервал температур, где U_d – температура «сухой» зоны материала, U_w – температура «влажной» зоны. Предполагается, что в начальный момент времени весь материал сырой и его температура не превосходит U_w .

Затем начинается обдув одной из поверхностей коры горячим газом, что приводит к её нагреву и постепенному «высыханию». При этом параметры модели c , ρ , λ меняются по некоторым заданным законам. Процесс сушки должен завершиться при достижении некоторого заданного уровня содержания влаги в материале.

Обозначим через ψ долю влажного материала. Очевидно, что ψ может непрерывно изменяться от 1 (весь материал влажный) до 0 (весь материал сухой). Закон изменения ψ можно выбрать в виде:

$$\psi = \begin{cases} 1, & U < U_w; \\ \frac{U_d - U}{U_d - U_w}, & U_w \leq U \leq U_d; \\ 0, & U > U_d. \end{cases} \quad (6)$$

Те участки коры, где температура $U < U_w$ считаются полностью влажными, а там где $U > U_d$ – материал полностью сухой.

Эффективная теплоёмкость можно определить следующим образом:

$$c = \begin{cases} c_w, & U < U_w; \\ c_w \cdot \psi + c_d \cdot (1 - \psi), & U_w \leq U \leq U_d; \\ c_d, & U > U_d. \end{cases} \quad (7)$$

где c_w, c_d – теплоёмкости влажного и сухого материала; g – доля влаги в элементарном объёме сухого материала; L – удельная теплота испарения влаги.

Коэффициент теплопроводности материала определяется по формуле:

$$\lambda = \begin{cases} \lambda_w, & U < U_w; \\ \lambda_w \cdot \psi + \lambda_d \cdot (1 - \psi), & U_w \leq U \leq U_d; \\ \lambda_d, & U > U_d. \end{cases} \quad (8)$$

где λ_w, λ_d – коэффициенты теплопроводности влажного и сухого материала.

Плотность материала определяется по формуле:

$$\rho = \begin{cases} \rho_w, & U < U_w; \\ \rho_w \cdot \psi + \rho_d \cdot (1 - \psi), & U_w \leq U \leq U_d; \\ \rho_d, & U > U_d. \end{cases} \quad (9)$$

где ρ_w, ρ_d – плотности влажного и сухого материала.

Решение уравнения (1) при рассмотренных ограничениях (3)–(5) с учётом зависимостей (7)–(9) может быть получено только численно. Мы предлагаем использовать явную схему метода конечных разностей. Полученное решение при этом будет условно устойчивым.

Учитывая зависимость $\Delta = \Delta(U(x, t))$ в виде (8) можно выразить

$$\frac{\partial \lambda}{\partial x} = \frac{d\lambda}{dU} \cdot \frac{\partial U}{\partial x}; \quad (10)$$

Тогда уравнение (1) можно записать в виде:

$$c \cdot \rho \cdot \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial \lambda}{\partial x} \cdot \frac{\partial U}{\partial x} + \lambda \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial x^2},$$

или, с учётом (10), в виде:

$$c \cdot \rho \cdot \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial \lambda}{\partial U} \cdot \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \lambda \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}. \quad (11)$$

Для вычисления $\frac{\partial \lambda}{\partial U}$ будем использовать зависимость $\Delta = \Delta(\psi(U))$:

$$\frac{\partial \lambda}{\partial U} = \frac{\partial \lambda}{\partial \psi} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial U} = \frac{(\lambda_w - \lambda_d)}{(U_w - U_d)} = \frac{\Delta \lambda}{\Delta U}, \quad (12)$$

$$\Delta \lambda = \lambda_d - \lambda_w$$

Проведём разбиение области интегрирования (2) следующим образом: равномерно разобьём отрезок $[0, S]$ с помощью J узлов по переменной x ; равномерно разобьём отрезок $[0, t_k]$ с помощью N узлов по переменной t . Вычислим шаг h по переменной x и шаг Δt по времени t :

$$h = S / (J - 1), \quad \Delta t = t_k / (N - 1). \quad (13)$$

Узлы сетки по t и по x :

$$t_n = (n - 1) \cdot \Delta t, \quad n = 1..N;$$

$$x_j = (j - 1) \cdot h, \quad j = 1..J. \quad (14)$$

Функцию U вычисленную в узле сетки (t_n, x_j) обозначим U_j^n

Заменим в уравнении (11) производные функции $U(x, t)$ по формулам:

$$\frac{\partial U}{\partial t} \approx \frac{U_j^{n+1} - U_j^n}{\Delta t}; \quad \frac{\partial U}{\partial x} \approx \frac{U_{j+1}^n - U_j^n}{h};$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \approx \frac{U_{j+1}^n - 2U_j^n + U_{j-1}^n}{h^2} \quad (15)$$

Подставим эти выражения в уравнение (11):

$$c \cdot \rho \cdot \frac{U_j^{n+1} - U_j^n}{\Delta t} = \frac{\partial \lambda}{\partial U} \cdot \left(\frac{U_{j+1}^n - U_j^n}{h} \right)^2 +$$

$$+ \lambda \cdot \left(\frac{U_{j+1}^n - 2U_j^n + U_{j-1}^n}{h^2} \right) \quad (16)$$

Используя значения $U_{j+1}^n, U_j^n, U_{j-1}^n$ в слое $t = t_n$ из соотношения (16) можно найти значение U_j^{n+1} в слое t_{n+1} :

$$U_j^{n+1} = U_j^n + \frac{\Delta t}{c \cdot \rho} \left(\frac{\partial \lambda}{\partial U} \left(\frac{U_{j+1}^n - U_j^n}{h} \right)^2 + \right.$$

$$\left. + \lambda \left(\frac{U_{j+1}^n - 2U_j^n + U_{j-1}^n}{h^2} \right) \right) \quad (17)$$

В формуле (17) индекс j изменяется от 2 до $J-1$. Для вычисления значений U в точках с индексами $(n+1, 1)$ и $(n+1, J)$ надо использовать граничные условия (4) и (5).

Рассмотрим граничное условие при $x = 0$. Разложим $U(x, t)$ в ряд Тейлора в точке $x = h$:

$$U(h, t) = U(0, t) +$$

$$+ h \left. \frac{\partial U}{\partial x} \right|_{x=0} + \frac{h^2}{2} \left. \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right|_{x=0} + o(h^2); \quad (18)$$

из формулы (18) выразим

$$\left. \frac{\partial U}{\partial x} \right|_{x=0} = \frac{U_2^n - U_1^n}{h} - \frac{h}{2} \left. \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right|_{x=0}. \quad (19)$$

Из уравнения (11) найдём

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{1}{\lambda} \left(c \cdot \rho \cdot \frac{\partial U}{\partial t} - \frac{\partial \lambda}{\partial U} \cdot \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 \right) \quad (20)$$

и подставим выражение (20), вычисленное при $x = 0$, в (19):

$$\left. \frac{\partial U}{\partial x} \right|_{x=0} = \frac{U_2^n - U_1^n}{h} -$$

$$- \frac{h}{2} \frac{1}{\lambda} \left(c \cdot \rho \cdot \frac{U_0^{n+1} - U_0^n}{\Delta t} - \frac{\partial \lambda}{\partial U} \left(\frac{U_2^n - U_1^n}{h} \right)^2 \right) \quad (21)$$

Подставим выражение производной

$\left. \frac{\partial U}{\partial x} \right|_{x=0}$ в краевое условие (4):

$$\left(\frac{U_2^n - U_1^n}{h} - \right.$$

$$\left. - \frac{h}{2} \frac{1}{\lambda} \left(c \cdot \rho \cdot \frac{U_0^{n+1} - U_0^n}{\Delta t} - \frac{\partial \lambda}{\partial U} \left(\frac{U_2^n - U_1^n}{h} \right)^2 \right) \right) = \alpha(u_{\max} - U_1^n), \quad (22)$$

Выразим из (22) U_1^{n+1} :

$$U_1^{n+1} = U_1^n + \frac{\Delta t}{c \cdot \rho} \left(-\frac{2\alpha}{h} (U_1^n - u_{\max}) + \right.$$

$$+ \frac{2\lambda}{h^2} (U_2^n - U_1^n) +$$

$$\left. + \frac{\partial \lambda}{\partial U} \cdot \left(\frac{U_2^n - U_1^n}{h} \right)^2 \right) \quad (23)$$

Формула (23) позволяет вычислить значение функции U в левом конце интервала при $x = 0$ в момент $t = t + \Delta t$, если известны значения U в момент времени t при $x = 0$ и $x = h$.

Рассмотрим теперь граничное условие при $x = S$. Поступим аналогичным образом, разложим $U(x, t)$ в ряд Тейлора в точке $x = S$ при заданном t :

$$U(S - h, t) = U(S, t) - h \cdot \frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=S} + \frac{h^2}{2} \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \Big|_{x=S} + o(h^2) \quad (24)$$

Выразим из (24) $\frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=S}$:

$$\frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=S} = \frac{U(S, t) - U(S - h, t)}{h} + \frac{h}{2} \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \Big|_{x=S} = \frac{U_J^n - U_{J-1}^n}{h} + \frac{h}{2} \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \Big|_{x=S}; \quad (25)$$

Значение $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \Big|_{x=S}$ найдём из уравнения (11) при $x = S$, учитывая краевое условие (5):

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \Big|_{x=S} = \frac{c \cdot \rho}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial t} \Big|_{x=S} \approx \frac{c \cdot \rho}{\lambda} \frac{U_J^{n+1} - U_J^n}{\Delta t}; \quad (26)$$

Подставим (26) в (25), учитывая, что $\frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=S} = 0$:

$$\frac{U_J^n - U_{J-1}^n}{h} + \frac{h}{2} \left(\frac{c \cdot \rho}{\lambda} \cdot \frac{U_J^{n+1} - U_J^n}{\Delta t} \right) = 0;$$

Выразим

$$U_J^{n+1} : U_J^{n+1} = U_J^n + \frac{2\lambda}{h^2} \frac{\Delta t}{c\rho} (U_{J-1}^n - U_J^n). \quad (27)$$

Формулы (17), (23) и (27) задают вычислительный процесс для определения температуры $U(x, t + \Delta t)$ при известных значениях $U(x, t)$.

Для компьютерного моделирования процесса сушки была разработана программа в среде Matlab (см. приложение)

Программа работает в соответствии с алгоритмом, описанным выше. Основная программа формирует вектор параметров

модели, массивы времени t и координаты x . Функция **nagrev2** проводит вычисления температуры в узлах сетки в соответствии с формулами (17), (23) и (27). Функция **param** вычисляет параметры модели в соответствии с формулами (6)–(9). Нужно отметить, что начальное распределение температуры вдоль оси x может быть неравномерным, т. е. оператор под номером 24 в функции **nagrev2** можно задать так, что значения $u(0, x)$, будут меняться по заданному закону. Например,

$$u(1, 1 : J) = u0 - \left(\frac{x(1 : J) - 0.25}{x(J)} \right)^2 \times u0 + 0.1u0; \quad (28)$$

$$u(1, 1 : J) = u0abs \left(\frac{x(1 : J) - 0.25}{x(J)} \right) \times u0 + 0.1u0; \quad (29)$$

Функция (28) – «перевернутая» парабола, сдвинутая вверх на 1.1u0 и вправо по оси x на 0.25. Функция (29) – «модуль» x , сдвинутый вверх на 1.1u0 и вправо по оси x на 0.25.

Расчёты проводились при следующих значениях исходных данных: время $t = 0.60$ с, число дискретов 201; для переменной x толщина слоя древесины $S = 0.5$, число дискретов 21; при $x = 0$ температура обдува 126 градусов; коэффициент теплоотдачи $\alpha = 20$; начальное распределение температуры при $t = 0$: $u0 = 30$; температура влажной и сухой зоны: $U_w = 40$ и $U_d = 80$; теплоёмкость влажной и сухой древесины $c_w = 3.6$ и $C_d = 2.2$; плотность влажной и сухой древесины $\rho_w = 600$ и $\rho_d = 400$; теплопроводность влажной и сухой древесины $\lambda_w = 0.35$ и $\lambda_d = 0.20$.

На рисунке 1 представлены графики изменения температуры вдоль оси Ox через равные промежутки времени (0.3 с) от 0 до 60 при: а) постоянном $u0 = 30$ начальном значении температуры; б) при начальном распределении температуры в соответствии с формулой (28); в) при начальном распределении температуры в соответствии с формулой (29); г) при начальном значении, равном конечному распределению температуры, полученному в 1 случае, но «перевернутым» относительно оси Ox . Это процесс сушки древесины, при котором древесина сушится сначала с одной, а затем с другой стороны.

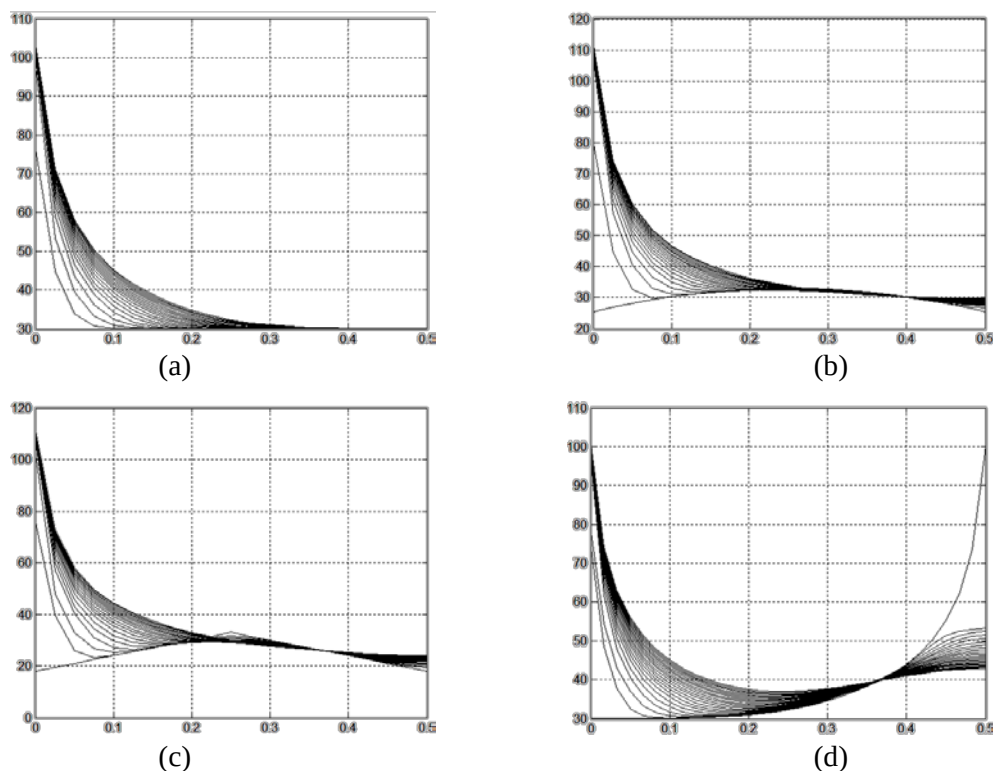


Рисунок 1. Графики изменения температуры вдоль оси OX

Figure 1. Graphs of temperature variation along the axis OX

Результаты и обсуждение

На основе полученных расчётных формул (17), (23) и (27) написана программа в среде MatLab и проведено компьютерное моделирование процесса сушки древесины. Результаты работы программы для различных начальных условий распределения представлены в виде графиков распределения температуры $u(t, x)$ (ось OY) вдоль оси OX при различных значениях времени t .

Важным моментом подобных расчётов является выбор шага дискретизации по времени t и пространственной переменной x [5–6]. В этом варианте использовалась явная схема сеточного метода, которая является условно устойчивой. В условиях классической постановки задачи для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами шаг по x и по t рекомендуется выбирать так, чтобы значение выражения $(1-2s)$ было положительным, где $s = k \cdot Dt / (Dx)^2$, а коэффициент k – удельная теплопроводность материала. Это означает, что $s < 0.5$ и шаги по t и по x должны быть согласованы. Для этой задачи выбор шага по t и по x делается путём подбора, так как коэффициенты модели меняются.

В качестве дальнейшего развития данной модели можно разработать алгоритм моделирования процесса сушки с применением метода прогонки – это будет неявная схема решения задачи, но более устойчивая. Кроме этого, можно аппроксимировать кусочно-линейные зависимости (7)–(9) с помощью гладких зависимостей типа «арктангенс», что также должно улучшить качество процесса моделирования процесса сушки.

Заключение

В результате проведенного исследования разработана модель процесса сушки древесины, которая, в частности, может быть использована для изготовления коптильных сред, используемых далее по назначению. Модель может быть использована в системах автоматического управления при альтернативных технологиях получения энергии с использованием биомассы.

Благодарности

Выражаем благодарность к.т.н., профессору А.М. Прохоренкову за постановку задачи и консультации в ходе выполнения работы и д.т.н., профессору Ю.В. Шокиной за консультации в области физических свойств древесины и обсуждение полученных результатов.

Приложение

```

1. % основная программа моделирования
   процесса сушки startnagrev2.m
2. S=0.5; % толщина слоя по x
3. tmax=60; % интервал времени по t
4. kmax=201; % количество дискретов по
   t;
5. xv=linspace(0,S,21);
6. tv=linspace(0,tmax,kmax);
7. vpar(1)=126; % температура обдува
8. vpar(2)=20; % alfa = коэфф. теплоот-
   дачи
9. vpar(3)= 30; % начальное распределе-
   ние температуры вдоль x
10. vpar(4)= 40; % температура влажной
    зоны
11. vpar(5)= 80; % температура сухой зоны
12. vpar(6)= 3.6 % теплоёмкость влажной
    древесины
13. vpar(7)= 2.2 % теплоёмкость сухой
    древесины
14. vpar(8)= 600 % плотность влажной дре-
    весины
15. vpar(9)= 400 % плотность сухой древе-
    сины
16. vpar(10)= 0.35 % теплопроводность
    влажной древесины
17. vpar(11)= 0.200 % теплопроводность
    сухой древесины
18. uv=nagrev2(tv,xv,vpar);
19. prn3d=input('введите 1 для формирова-
    ния графика 3D = ');
20. if prn3d==1
21. surf(xv,tv,uv)
22. xlabel x;
23. ylabel t;
24. zlabel U(x,t);
25. else
26. k=1;
27. while k<kmax,
28. plot(xv,uv(k,:), 'k-')
29. hold on
30. k=k+10;
31. end;
32. end;
33. %plot(xv,uv(200,:), 'r-')
34. grid on

```

```

1. function u = nagrev2(t,x,vp)
2. % здесь проводятся вычисления в соот-
   ветствии с алгоритмом
3. % см. формулы (17), (23) и (27)
4. umax=vp(1); %температура обдува
5. alf=vp(2); % коэфф. теплоотдачи
6. u0=vp(3); % начальное распределение
   температуры вдоль x
7. u1=vp(4); % температура влажной зоны
8. u2=vp(5); % температура сухой зоны
9. -----
10. c1= vp(6); % теплоёмкость влажной
    древесины
11. c2=vp(7); % теплоёмкость сухой дре-
    весины
12. % плотность
13. r1=vp(8);
14. r2=vp(9);
15. % теплопроводность
16. L1= vp(10);
17. L2=vp(11);
18. J=length(x);
19. N=length(t);
20. h=mean(diff(x));
21. dt=mean(diff(t));
22. ss=2*dt/(h^2);
23. u=zeros(N,J);
24. u(1,:)=u0; % начальное распределение
    температуры вдоль x
25. for n=1:N-1
26. [c,L,r,pL]=param(u(n,1),u1,u2,c1,c2,L
    1,L2,r1,r2);
27. % граничные условия слева: x=0
28. upp=alf*(-umax+u(n,1))/L-(u(n,2)-
    u(n,1))/h;
29. u(n+1,1)=u(n,1)+(-2*L/h*upp+...
30. +pL*(u(n,2)-
    u(n,1))^2/(h*h))*dt/(c*r);
31. % граничные условия справа: x=S
32. [c,L,r,pL]=param(u(n,J),u1,u2,c1,c2,L
    1,L2,r1,r2);
33. u(n+1,J)=u(n,J)+(dt*2*L)/(c*r*h*h)*(u
    (n,J-1)-u(n,J));
34. for j=2:J-1
35. [c,L,r,pL]=param(u(n,j),u1,u2,c1,c2,L
    1,L2,r1,r2);
36. u(n+1,j)=u(n,j)+dt/(c*r*h*h)*(pL*(u(n
    ,j+1)-u(n,j))^2+...
37. +L*(u(n,j+1)-2*u(n,j)+u(n,j-1)));
38. end
39. end

```

```

1. function
   [c,L,r,pL]=param(t,t1,t2,c1,c2,L1,L2,
   r1,r2)
2. % вычисления по формулам (6) - (8)
3. if t<t1 psi=1;
4. elseif t>t2 psi=0; else psi=(t2-
   t)/(t2-t1);
5. end;
6. if t<t1 c=c1; elseif t>t2 c=c2;
7. else c=c1*psi+c2*(1-psi);end;
8. if t<t1 L=L1; elseif t>t2 L=L2;
9. else L=L1*psi+L2*(1-psi);end;
10. if t<t1 r=r1; elseif t>t2 r=r2;
11. else r=r1*psi+r2*(1-psi);end;
12. if t<t1 | t>t2 pL=0; else pL=(L1-
   L2)/(t1-t2); end;
13. end

```

ЛИТЕРАТУРА

1 Kartha S., Larson E.D. Bureau for Development Policy, Energy and Atmosphere Programme // Bioenergy Primer: Modernised Biomass Energy for Sustainable Development, UNDP/BDP, 2000, Energy and Environment Group, New York, USA

2 Laurila J., Havimo M., Lauhanen R. Compression drying of energy wood // Fuel Processing Technology. 2014. Т. 124. С. 286-289.

3 Zhao J. и др. Modeling conventional drying of wood: Inclusion of a moving evaporation interface // Drying Technology. 2016. Т. 34. №. 5. С. 530-538.

4 Tkachov V. S., Yurkov S., Yurkova V. Definition of rational mode of wood drying with the use of adaptive, regression model // Bulletin of Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture. 2014. № 6. С. 12-15.

5 Галкин В. П. и др. Математическая модель системы контроля процесса сушки древесины в поле СВЧ // Вестник Московского государственного университета леса. 2015. Т. 19. №. 1.

6 Гороховский А. Г., Шишкина Е. Е., Чернышев О. Н. Оптимальное управление процессами тепло-массообмена при конвективной сушке древесины // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6.

REFERENCES

1 Kartha S., Larson E.D. Bureau for Development Policy, Energy and Atmosphere Programme. *Bio-energy Primer: Modernised Biomass Energy for Sustainable Development*, UNDP/BDP, 2000. Energy and Environment Group, New York, USA

2 Laurila J., Havimo M., Lauhanen R. Compression drying of energy wood. *Fuel Processing Technology*. 2014. vol. 124. pp. 286–289.

3 Zhao J. et al. Modeling conventional drying of wood: Inclusion of a moving evaporation interface. *Drying Technology*. 2016. vol. 34. no. 5. pp. 530–538.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Б. Луковкин к. филос. наук, доцент, кафедра автоматизации и вычислительной техники, Мурманский государственный технический университет, Морской институт, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, lukovkinsb@mstu.edu.ru

Людмила И. Хохлова к. филос. наук, доцент, кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения, Мурманский государственный технический университет, Морской институт, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, xoxlovaluda@mstu.edu.ru

Сергей А. Шиманский аспирант, кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения, Мурманский государственный технический университет, Морской институт, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, shimanskiysa@mstu.edu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей Б. Луковкин предложил методику проведения эксперимента

Людмила И. Хохлова выполнила расчёты

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.01.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.02.2017

4 Tkachov V. S., Yurkov S., Yurkova V. Definition of rational mode of wood drying with the use of adaptive, regression model. *Bulletin of Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture*. 2014. no. 6. pp. 12–15.

5 Galkin V.P. et al. Mathematical model of the system of control of process of drying wood in the microwave. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa* [Proceedings of Moscow state forest University]. 2015. vol. 19. no. 1 (in Russian).

6 Gorokhovskii A.G., Shishkina E.E., Chernyshev O.N. Optimal control of heat and mass transfer processes in convective drying of wood. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014. no. 1. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei B. Lukovkin candidate of philosophical sciences, associate professor, automation and computer engineering department, Murmansk state technical university, Maritime institute, Sportivnaya Str., 13, Murmansk, 183010, Russia, lukovkinsb@mstu.edu.ru

Ludmila I. Hohlova candidate of philosophical sciences, associate professor, mathematics, information systems and software department, Murmansk state technical university, Maritime institute, Sportivnaya Str., 13, Murmansk, 183010, Russia, xoxlovaluda@mstu.edu.ru

Sergey A. Shimanskiy graduate student, mathematics, information systems and software department, Murmansk state technical university, Maritime institute, Sportivnaya Str., 13, Murmansk, 183010, Russia, shimanskiysa@mstu.edu.ru

CONTRIBUTION

Sergei B. Lukovkin proposed a scheme of the experiment

Ludmila I. Hohlova performed computations

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.14.2017

ACCEPTED 2.10.2017

Модель процесса с кусочно-постоянными экстремалами для минимизации потерь витаминов при сушке бахчевых культур

Екатерина В. Иночкина¹ inochkina_ev@mail.ru
Сергей В. Усатиков² sv@usatikov.com
Геннадий И. Касьянов¹ g_kasjanov@mail.ru

¹ Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350042, Россия

² Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар, 350040, Россия

Реферат. Продление сроков хранения плодов бахчевых культур является актуальной задачей перерабатывающей промышленности. Наиболее разработанным и доступным для внедрения является способ обезвоживания сырья за счет подвода теплоносителей. Кроме твердого сухого каркаса в сырье находится до 80–90% воды. В период удаления влаги из сырья происходят изменения теплофизических, структурно-механических и физико-химических характеристик. Соотношение воды и сухих веществ в растительном сырье во многом определяет режимы сушки и условия хранения готовой продукции. В период сушки действует ряд ограничений: температура сушки не должна превышать температуру деградации витаминов и белков, а величина конечного влагосодержания продукта зависит от предупреждения реакции меланоидинообразования сахаров при критическом содержании влаги. Важной проблемой сушительного производства является качественное управление стадиями сушки, динамику которых достаточно сложно описать с помощью математических моделей. К основным факторам оптимизации производственных процессов сушки относится сохранение ценных компонентов исходного сырья, продолжительность сушки, энерго- и ресурсосбережение. Разработка эффективного алгоритма управления процессом обезвоживания сырья описана в статье на примере сушки ломтиков дыни. Выполнен экспериментальный подход к двухэтапному процессу сушки дыни сорта Таманская, предложены регрессионные модели с релаксационным ядром зависимости влажности и содержания витамина С от переменных во времени температуры и давления, на основе имеющихся в литературе и собственных экспериментальных данных. Поставлена задача оптимального управления процессом сушки для поиска термобарического режима, максимизирующего содержание витамина С в конце сушки, при заданных условиях на влажность. Главные выводы заключаются в решении задачи для случая кусочно-постоянных температуры и давления на отдельных N шагах каждого из 2-х этапов экспериментальной сушки ломтиков дыни.

Ключевые слова: бахчевые культуры, дыня, сушка, оптимизация процесса, условный экстремум функции при смешанных ограничениях, содержание витаминов

Model of the process with piecewise-constant extremals to minimize losses of vitamins during the melting of melons and gourds

Ekaterina V. Inochkina¹ inochkina_ev@mail.ru
Sergey V. Usatikov² sv@usatikov.com
Gennady I. Kasyanov¹ g_kasjanov@mail.ru

¹ Kuban state technological university, Moscovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia

² Kuban state university, Stavropol'skaya str., 149, Krasnodar, 350040, Russia

Summary. The extension of periods of storage of fruits of gourds is an urgent task processing industry. The most developed and available for injection is a method of dehydration of raw materials due to supply of heat transfer fluids. In addition to solid dry frame in raw materials is 80–90% water. In the period of moisture removal from raw material changes of thermal-physical and structural-mechanical and physicochemical characteristics. The ratio of water and dry matter in vegetative raw materials largely determines the modes of drying and storage conditions of the finished product. During drying, there are a number of limitations: the drying temperature should not exceed the degradation temperature of vitamins and proteins, and the magnitude of course, the moisture content of the product depends on the reaction prevention malonodinitrile sugars at the critical moisture content. An important problem of the drying of production is quality control stages of drying, the dynamics of which is quite difficult to describe using mathematical models. The main factors of optimization of industrial drying processes is preservation of valuable components of the feedstock, the drying time, energy and resource conservation. Development of effective control algorithm for the process of dehydration of raw materials described in the article on the example of drying of slices of melon. Experimental approach a two-stage process of drying of melon varieties Taman, the proposed regression model with the relaxation-based on humidity and content of vitamin C from the variable in time temperature and pressure, based on the available literature and own experimental data. According to the optimal control of the drying process to search for the thermobaric regime that maximizes the vitamin C content at the end of the drying, under specified conditions, the humidity. The main findings are the solution of the problem for the case of piecewise constant temperature and pressure in the separate N steps each 2 stages of experimental drying slices of melon.

Keywords: melons, drying, process optimization, conditional extremum of function with mixed restrictions, vitamin content

Для цитирования

Иночкина Е.В., Усатиков С.В., Касьянов Г.И. Модель процесса с кусочно-постоянными экстремалами для минимизации потерь витаминов при сушке бахчевых культур // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 37–45. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-37-45

For citation

Inochkina E.V., Usatikov S.V., Kasyanov G.I. Model of the process with piecewise-constant extremals to minimize losses of vitamins during the melting of melons and gourds. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 37–45. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-37-45

Введение

К бахчевым культурам относят плоды арбузов, дынь, кабачков и тыквы. По данным ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», рекомендуемая норма потребления бахчевых плодов составляет 30 кг на человека в год. Наиболее характерным представителем семейства тыквенных культур – *Cucurbitaceae* считается дыня, на которую приходится примерно 25% от потребления всех бахчевых культур.

Однако распределение ее потребления в свежем виде значительно отличается по зонам страны – от 60 кг в регионах устойчивого земледелия, до 1 кг в отдаленных северных районах. Мякоть дыни содержит 10–15% сахаров, крахмал, витамин С (20 мг/100 г), каротин и фолиевую кислоту. Плоды имеющие оранжевую мякоть, содержат более 1 мг% β -каротина [3]. Для продления сроков хранения дыни ее сушат ломтиками, в виде порошка или изготавливают варенье и джемы. Традиционные способы обезвоживания и продления сроков хранения плодов бахчевых культур и амаранта, приведены в источниках литературы [3–5]. В работе Е.В. Иночкиной описаны принципы совершенствования конвективной СВЧ и вакуум-осциллирующей сушки растительного сырья [1, 2]. Важное значение уделяется решению задач нелинейной оптимизации процессов теплопереноса при минимизации кусочно-линейного функционала [6]. В работах профессора С.В. Усатикова впервые вводится понятие «интеграла памяти» для моделирования процесса хранения растительного сырья [7, 8]. В работе Л.С. Петровой с помощью методов математического моделирования процессов тепловой обработки кусочно-однородных тел, учитывалась релаксация теплового потока [9].

Например, в работе [10] идентифицированы кусочно-линейные и кусочно-нелинейные процессы. Мощный алгоритм управления системой получен с помощью системы линейных дифференциальных уравнений.

Сушка сырья микроволновым излучением обладает высокой скоростью и повышенной эффективностью [11–14]. Суть «импульсных» технологий состоит в проведении технологии сушки циклически. Предложено использовать вакуумный импульсный способ сушки сырья за счет СВЧ-нагрева и с периодическим резким обдувом высушиваемого продукта инертным газом [1]. В [2] сформулированы выводы по режимам сушки, установлена зависимость давления в аппарате (при снижении влагосодержания ниже предела гигроскопичности) от температуры высушиваемого материала. Предложен способ регулировать процесс обезвоживания бахчевого сырья по его дифференциальной усадке. Лучшие результаты по качеству сухих

продуктов достигаются при длительности СВЧ-обработки в течение 2 мин и подачи импульса инертного газа в течение 20 с. Предложенная технология вакуумной импульсной сушки сырья с циклическим подводом тепла, позволяет получать сухую продукцию более высокого качества по сравнению с продукцией вакуумно-кондуктивной сушки [2].

Материалы и методы исследования

Основным объектом исследований выбрана дыня раннеспелого сорта Таманская, прошедшая Госсортоиспытание в Краснодарском крае (автор Н.И. Цибулевский). Для экспериментов использовали плоды дыни округлой формы массой 1,3–1,5 кг, с белой сладкой мякотью, с содержанием сухих веществ 13%, витамина С 30 мг%, с суммой легкоусвояемых углеводов 17,5% и суммой сахаров 10,6%.

Предложен новый CO_2 -сверхкритический способ сушки, физическая сущность которого заключается в повышении растворимости паров воды в сверхкритическом CO_2 . Досушивали сырьё обработкой в электромагнитном поле частотой 2400–3000 МГц и длине волны от 12 до 10 см.

При выполнении работы были использованы современные стандартные методики исследований химических, биохимических, микробиологических, органолептических исследований. Массовую долю сахаров определяли по ГОСТ 8756.13.87, сухих веществ по ГОСТ 28561-90, содержание витаминов и микроэлементов – по прописям Госфармакопей.

Результаты исследований

Для оптимизации процесса обезвоживания бахчевого сырья с использованием экспериментальных данных получить регрессионные модели зависимости влажности W и содержания витамина С от температуры T и давления P в зависимости от времени t . Применение метода регрессионного анализа, как наиболее распространенного способа, связано с выбором многомерного анализа с максимальным индексом корреляции R , с возможно меньшим числом параметров и уровнях значимости α . Однако такой подход не позволяет описывать и строить модели протекания биохимических и физических процессов в сырье, а может только количественно связывать получаемые в эксперименте величины. В связи с этим упомянутые регрессионные зависимости нельзя применять за пределами экспериментальных данных из-за низкой прогнозной ценности. Далее, полученные регрессионные зависимости не имеют памяти и не учитывают влияние предыстории процесса на сегодняшнее состояние: в частности,

деструкция витамина С необратима, несмотря на то, что регрессии выдают показатели «мгновенно и обратимо реагирующими» на изменение факторов. В [5, 6] показаны возможности использования известных интегралов памяти (нелокальных по времени, с различной наследственностью, релаксационным ядром и др.) для вывода зависимости состояния сырья от динамики процесса.

В данной работе, на основе полученных в экспериментальных данных двухэтапного процесса сушки дыни сорта Таманская, предложены регрессионные модели с релаксационным ядром [5, 6] для зависимости влажности W и содержания витамина С от переменных по времени t температуры T и давления P . На рисунке 1 представлена кинетика двухстадийной сушки ломтиков дыни.

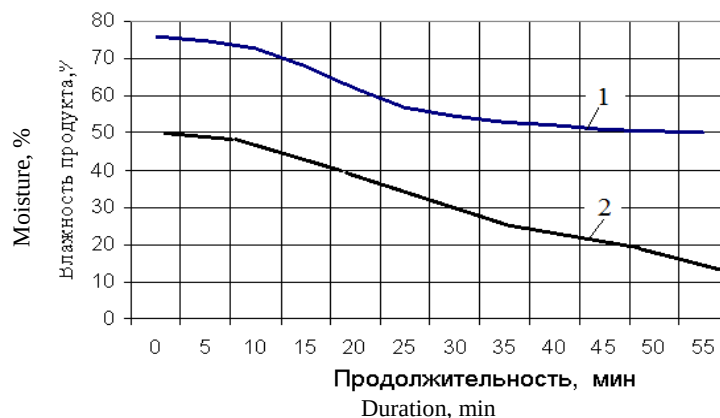


Рисунок 1. Кинетика двухстадийной сушки ломтиков дыни CO₂-сушка, 2 – СВЧ-досушка
Figure 1. Kinetics of two-stage drying of melon slices 1 – CO₂-drying, 2 – microwave drying

Авторами поставлена задача оптимального управления процессом сушки для поиска термобарического режима $T(t)$ и $P(t)$, максимизирующего содержание витамина С в конце сушки, при заданных условиях на влажность. Получено решение задачи для случая кусочно-постоянных $T(t)$ и $P(t)$ на отдельных N шагах каждого из 2-х этапов.

Разработаны нелокальные по времени регрессионные модели (с релаксационным ядром) процесса сушки бахчевых культур.

В таблице 1 приведены данные о двухэтапном процессе ломтиков дыни.

Таблица 1.

Экспериментальные данные о двухэтапном процессе сушки дыни сорта Таманская

Table 1.

Experimental data on a two-stage process for drying a melon of Tamanskaya variety

1 этап сушки с использованием диоксида углерода в сверхкритическом состоянии 1 drying step using carbon dioxide in the supercritical state	№ шага опыта Step no. of experience	Условия опытов Experimental conditions			Результаты измерений Measurement results	
		Температура, °C Temperature, °C	Давление, МПа Pressure, MPa	Влагосодержание начальн., % Moisture content Initial, %	Витамин С мг/100 г. Vitamin C mg/100 g	Влагосодержание конечн., % Moisture content Finite, %
	1	33	32	90	22	74,5
	2	36	34	74,5	21,56	67,5
	3	38	36	67,5	21,10	52
	4	42	38	52	20,76	45,5
	5	44	40	45,5	20,43	41
2 этап сушки СВЧ + вакуум 2 stage of microwave drying + vacuum	1	35	0,007	41	20,58	35,5
	2	36	0,007	35,5	20,65	28,5
	3	37	0,008	28,5	20,77	20
	4	38	0,008	20	20,83	14,5
	5	38	0,008	14,5	20,88	12

Продолжительность каждого i -го ($i = 1, \dots, N$; $N = 5$) шага опыта $j = 1$ этапа – 30 мин, продолжительность каждого шага опыта $j = 2$ этапа – 2 мин

The duration of each i -th ($i = 1, \dots, N$; $N = 5$) of the experiment step $j = 1$ stage is 30 minutes, the duration of each experiment step is $j = 2$ stages – 2 min

Далее целью является построение модели прогноза величин показателей качества продукта с течением времени, если известны их величины в некоторый начальный момент времени. Общий вид регрессионной модели с интегралом памяти (типа Вольтерра, 2 рода), учитывающий предысторию процесса, для некоторого показателя R следующий:

$$R(t) = f(t, W(t), T(t)) + \int_0^t K(t-\tau, W(\tau), T(\tau), R(\tau)) d\tau, \quad (1)$$

где вид функций f и K (ядро типа свёртки) должен быть задан. Если ядро K линейно по W , T с множителем P , а также линейно либо показательно (т. е. с «кратковременной памятью») по времени, то (1) как частный случай интегрального уравнения с вырожденным ядром эквивалентно некоторому релаксационному дифференциальному уравнению, с решением в виде, либо затухающих колебаний, либо монотонно устанавливающимся. Явные регрессионные модели с памятью получаются при ядре K , не зависящем от искомого показателя R . Далее ниже рассмотрены f , квадратичное по W и T , а также K , показательное (т. е. с «кратковременной памятью») по времени:

$$R(t) = R(0) + \int_0^t \left(a_1 T(\tau) + b_1 W(\tau) + a_2 (T(\tau))^2 + \right. \\ \left. + b_2 (P(\tau))^2 + c T(\tau) P(\tau) \right) e^{\alpha(\tau-t)} d\tau, \quad (2)$$

где параметры регрессии a_1^j , a_2^j , b_1^j , b_2^j , c^j и α^j определяются для каждого j -го этапа методом наименьших квадратов по N шагам-измерениям с интервалом Δt^j по времени показателя R_i^j в зависимости от влажности W_i^j и температуры зерна T_i^j ($1 \leq i \leq N$, $1 \leq j \leq 2$). После сплайн-интерполяции функций $W^j(t)$ и $T^j(t)$ по измерениям W_i^j и T_i^j минимизируется функция ошибки:

$$E(a_1, a_2, b_1, b_2, c, \alpha) = \\ = \sum_{i=1}^N \left\{ R_i - \left[R_0 + \int_0^{i \cdot \Delta t} \left(a_1 T(\tau) + b_1 W(\tau) + a_2 (T(\tau))^2 + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + b_2 (P(\tau))^2 + c T(\tau) P(\tau) \right) e^{\alpha(\tau-i \cdot \Delta t)} d\tau \right] \right\}^2 \quad (3)$$

Заметим, что стандартные пакеты математической статистики не производят обработку моделей (1) или (2), необходимо применение средств пакетов MathCAD, Maple, MatLab, Wolfram Mathematica или подобных.

Обработка по (3) данных таблицы 1 в MathCAD позволила получить следующую связь между термобарическим режимом и показателями сырья (рисунок 2):

$$C^j(t) = C_0^j + \int_0^t \left(a_1^j T + a_2^j T^2 + b_1^j P + \right. \\ \left. + b_2^j P^2 + c^j TP \right) e^{-\alpha^j(t-\tau)} d\tau, \quad (4)$$

где $\begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ b1 \\ b2 \\ c \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3.399 \times 10^{-3} \\ 0.015 \\ 0.022 \\ 0.017 \\ -0.032 \\ 0.143 \end{pmatrix}$ при $j = 1$

и $\begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ b1 \\ b2 \\ c \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.027 \\ 8.742 \times 10^{-4} \\ 0.022 \\ 0.017 \\ -0.027 \\ 0.474 \end{pmatrix}$ при $j = 2$;

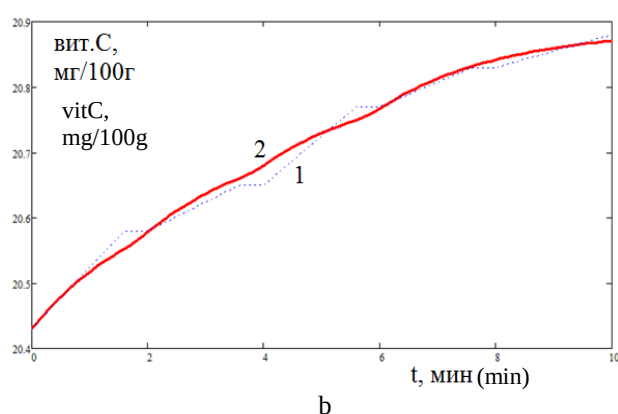
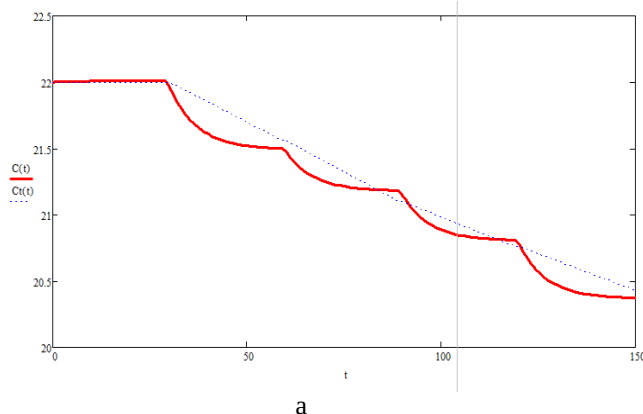
$a1$ -мг/100г/сек/град; $a2$ -мг/100г/сек/град/град;
 $b1$ -мг/100г/сек/МПа; $b2$ -г/100г/сек/МПа/МПа;
 c -мг/100г/сек/МПа/град; α -1/сек.

$$W^j(t) = W_0^j + \int_0^t \left(A_1^j T + A_2^j T^2 + B_1^j P + \right. \\ \left. + B_2^j P^2 + C^j TP \right) e^{-\beta^j(t-\tau)} d\tau, \quad (5)$$

где $\begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ b1 \\ b2 \\ c \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1.152 \times 10^{-3} \\ 6.534 \times 10^{-5} \\ -0.015 \\ -5.308 \times 10^{-3} \\ 5.188 \times 10^{-3} \\ -6.887 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$ при $j = 1$

и $\begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ b1 \\ b2 \\ c \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.655 \\ -0.092 \\ 0.396 \\ -1.420 \times 10^{-3} \\ 64.868 \\ 0.396 \end{pmatrix}$ при $j = 2$.

$A1$ -%/сек/град; $A2$ -%/сек/град/град; $B1$ -%/сек/МПа;
 $B2$ -%/сек/МПа/МПа; C -%/сек/МПа/град; β -1/сек



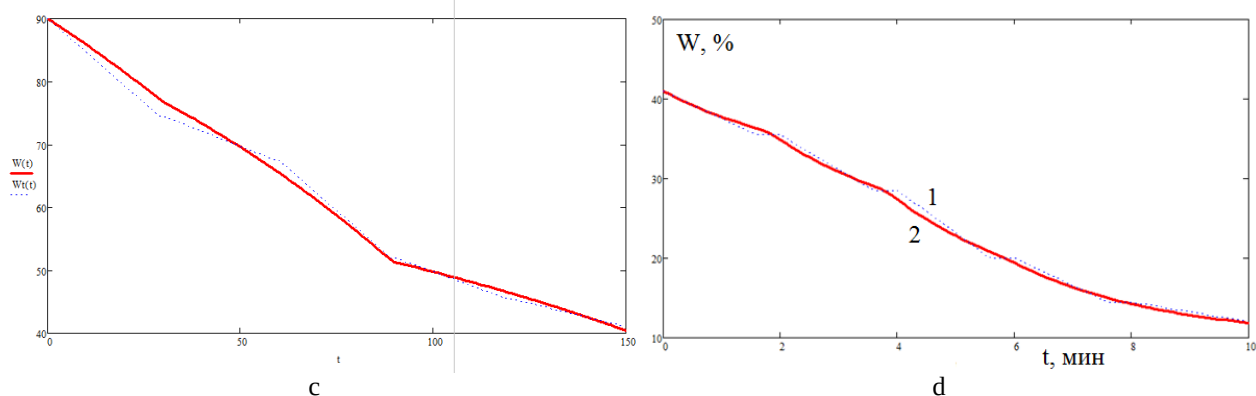


Рисунок 2. Регрессионная модель для содержания витамина С ($a-j=1, b-j=2$) и влажности ($c-j=1, d-j=2$): 1 – данные табл. 1, 2 – соотношения (4) и (5)

Figure 2. Regression model for the content of vitamin C ($a-j=1, b-j=2$) and humidity ($c-j=1, d-j=2$): 1 – data of tables 1, 2 – relations (4) and (5)

Задача оптимизации с целью снижения потерь витаминов при сушке бахчевых культур

Соотношения (4) и (5) устанавливают связь между термобарическим режимом и показателями сырья для каждого этапа. Это позволяет поставить задачу оптимального управления процессом сушки для поиска термобарического режима $T(t)$ и $P(t)$, максимизирующего содержание С в конце каждого j -го этапа сушки – в моменты времени t_k^j , при заданных условиях W_k^j на влажность:

$$\text{vit}C_k^j = C_0^j + \int_0^{t_k^j} \left(a_1^j T + a_2^j T^2 + b_1^j P + b_2^j P^2 + c^j TP \right) e^{-\alpha^j(t_k^j - \tau)} d\tau \rightarrow \max$$

при $T^j(t) \geq 0$; $P^j(t) \geq 0$; $W^j(t_k^j) = W_k^j$, где

$$W^j(t_k^j) = W_0^j + \int_0^{t_k^j} \left(A_1^j T + A_2^j T^2 + B_1^j P + B_2^j P^2 + C^j TP \right) e^{-\beta^j(t_k^j - \tau)} d\tau$$

$$W_k^j = W^j(t_k^j) = W_0^j + \int_0^{t_k^j} \left(A_1^j T + A_2^j T^2 + B_1^j P + B_2^j P^2 + C^j TP \right) e^{-\beta^j(t_k^j - \tau)} d\tau$$

В технологических процессах сушки обычно в пределах каждого шага каждого этапа $T(t)$ и $P(t)$ поддерживаются постоянными: равными $T_1^j, \dots, T_N^j$; $P_1^j, \dots, P_N^j$. Тогда задача (6) примет вид:

$$\text{vit}C_k^j(T_1^j, \dots, T_N^j, P_1^j, \dots, P_N^j) \rightarrow \max \quad (7)$$

при $W^j(T_1^j, \dots, T_N^j, P_1^j, \dots, P_N^j) = W_k^j$

и $T_1^j \geq 0, \dots, T_N^j \geq 0$, $P_1^j \geq 0, \dots, P_N^j \geq 0$, где

$$\begin{aligned} \text{vit}C_k^j &= C_0^j + \frac{e^{-\alpha^j t_k^j}}{\alpha^j} \sum_{i=1}^N \left(a_1^j T_i^j + a_2^j (T_i^j)^2 + b_1^j P_i^j + b_2^j (P_i^j)^2 + c^j T_i^j P_i^j \right) e^{\alpha^j t_{i-1}^j} = \\ &= C_0^j + \frac{1}{\alpha^j} \sum_{i=1}^N \left(a_1^j T_i^j + a_2^j (T_i^j)^2 + b_1^j P_i^j + b_2^j (P_i^j)^2 + c^j T_i^j P_i^j \right) e^{-\alpha^j 30(N-i)} (1 - e^{-30\alpha^j}). \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} W^j(T_1^j, \dots, T_N^j, P_1^j, \dots, P_N^j) &= \\ &= W_0^j + \frac{1}{\beta^j} \sum_{i=1}^N \left(A_1^j T_i^j + A_2^j (T_i^j)^2 + B_1^j P_i^j + B_2^j (P_i^j)^2 + C^j T_i^j P_i^j \right) e^{-\beta^j 30(N-i)} (1 - e^{-30\beta^j}). \end{aligned}$$

Задача математического программирования (7)–(8), как задача на условный экстремум функции при смешанных ограничениях (при одном ограничении типа равенства и двух типа неравенств – требовании неотрицательности аргументов T и P), может быть решена методом множителей Лагранжа λ . Функция Лагранжа имеет вид, $\lambda^j = \{\lambda_0^j, \lambda_1^j, \lambda_2^j, \lambda_3^j\}$:

$$\begin{aligned} L^j(T_1^j, \dots, T_N^j, P_1^j, \dots, P_N^j, \lambda^j) &= \\ &= \lambda_0^j \text{vit}C_k^j + \lambda_1^j W_k^j - \lambda_2^j T - \lambda_3^j P \end{aligned} \quad (9)$$

Необходимое условие экстремума первого порядка приводит к алгебраической системе уравнений с $2N + 1$ неизвестными:

$$\begin{cases} \frac{e^{-\alpha^j 30(N-i)} \cdot (1 - e^{-30\alpha^j})}{\alpha^j} a_1^j + 2a_2^j (T_i^j) + c^j P_i^j + \\ + \lambda_1^j \frac{e^{-\beta^j 30(N-i)} \cdot (1 - e^{-30\beta^j})}{\beta^j} A_1^j + 2A_2^j (T_i^j) + C^j P_i^j = 0 \\ \frac{e^{-\alpha^j 30(N-i)} \cdot (1 - e^{-30\alpha^j})}{\alpha^j} b_1^j + b_2^j (P_i^j) + c^j T_i^j + \\ + \lambda_1^j \frac{e^{-\beta^j 30(N-i)} \cdot (1 - e^{-30\beta^j})}{\beta^j} B_1^j + B_2^j (P_i^j) + C^j T_i^j = 0 \\ W^j(T_1^j, \dots, T_N^j, P_1^j, \dots, P_N^j) = W_k^j \end{cases} \quad (10)$$

где $i = 1, \dots, N$ – указывает № шага каждого j -го ($j = 1, 2$) этапа.

При $N = 5$ алгебраическая система (10) имеет 11 уравнений с 11 неизвестными:

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.4}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2T_1 + cP_1) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.4}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2T_1 + CP_1) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.3}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2T_2 + cP_2) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.3}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2T_2 + CP_2) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.2}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2T_3 + cP_3) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.2}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2T_3 + CP_3) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.1}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2T_4 + cP_4) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.1}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2T_4 + CP_4) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.0}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2T_5 + cP_5) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.0}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2T_5 + CP_5) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.4}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2P_1 + cT_1) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.4}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2P_1 + CT_1) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.3}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2P_2 + cT_2) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.3}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2P_2 + CT_2) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.2}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2P_3 + cT_3) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.2}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2P_3 + CT_3) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.1}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2P_4 + cT_4) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.1}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2P_4 + CT_4) \cdot \lambda = 0 \\ & \frac{e^{-\alpha \cdot 30.0}(1-e^{-30\alpha})}{\alpha}(a_1 + 2a_2P_5 + cT_5) + \frac{e^{-\beta \cdot 30.0}(1-e^{-30\beta})}{\beta}(A_1 + 2A_2P_5 + CT_5) \cdot \lambda = 0 \end{aligned} \right.$$

Для случая кусочно-постоянных $T(t)$ и $P(t)$ на отдельных N шагах каждого из 2-х этапов, получено средствами MathCAD v. 15 решение системы (10): рисунок 2 и 3 для 1 этапа, рисунок 4 – для 2 этапа.

На 1 этапе решение (10) существует и единственно, доставляет максимум vitC, увеличивая конечное содержание C на 22,7% (с 22% до 27%) за счёт оптимального снижения температуры и давления. Термобарические экстремали 1 этапа показаны на рисунке 4а.

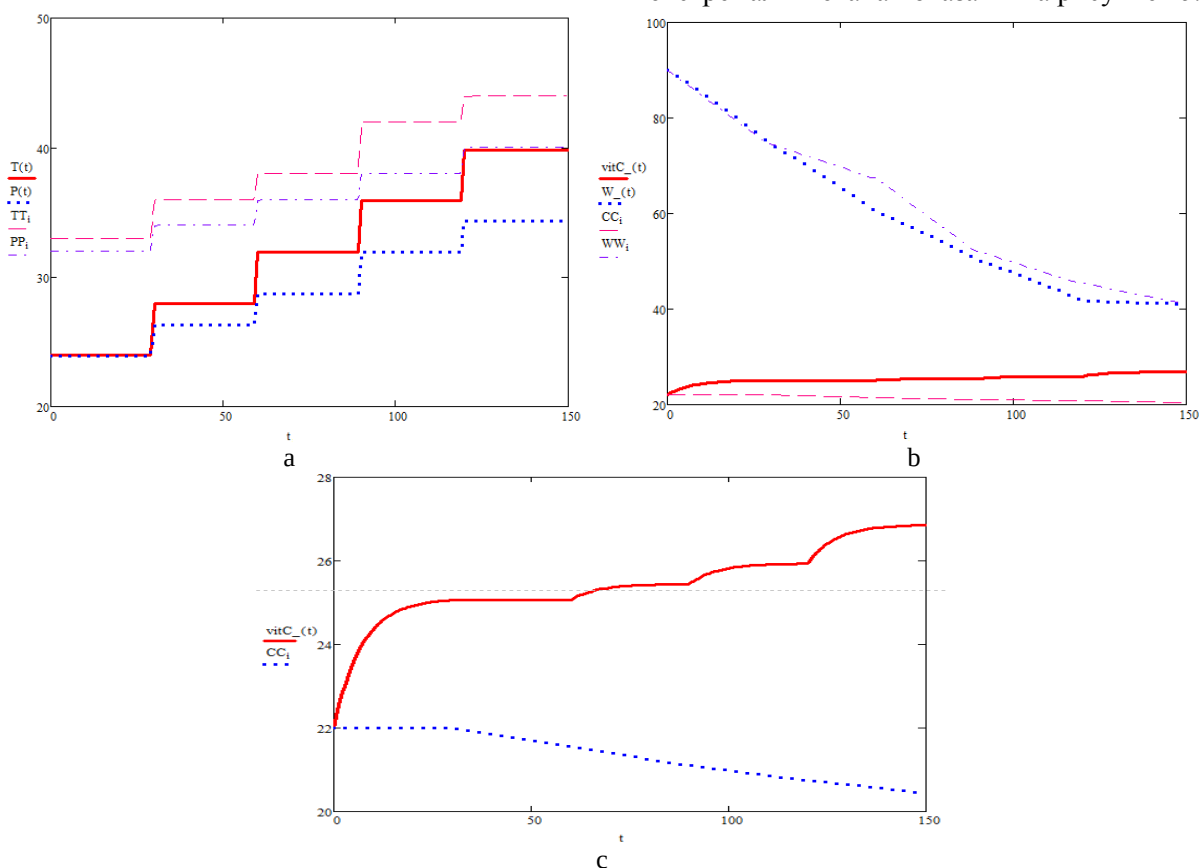


Рисунок 3. Оптимальный режим 1-го этапа: а – термобарические экстремали; б – динамика влажности; в – динамика содержания витамина С

Figure 3. Optimum mode of the 1st stage: a – thermobaric extremals; b – dynamics of humidity; c – dynamics of vitamin C content

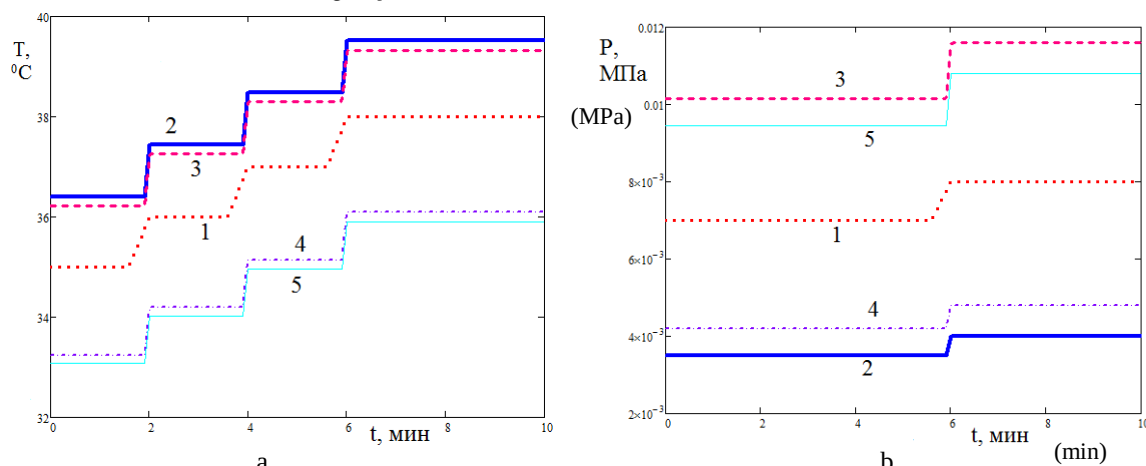


Рисунок 4. Варьирование температуры T и давления P на 2 этапе: 1 – заданные T и P в эксперименте, 2 – повышение T на 4% и понижение P на 50%; 3 – повышение T на 3% и повышение P на 45%; 4 – понижение T на 5% и понижение P на 40%; 5 – понижение T на 6% и повышение P на 35%

Figure 4. Variation of temperature T and pressure P in stage 2: 1 – given T and P in the experiment, 2 – increase of T by 4% and decrease of P by 50%; 3 – increase of T by 3% and increase of P by 45%; 4 – decrease in T by 5% and decrease in P by 40%; 5 – decrease in T by 6% and increase in P by 35%.

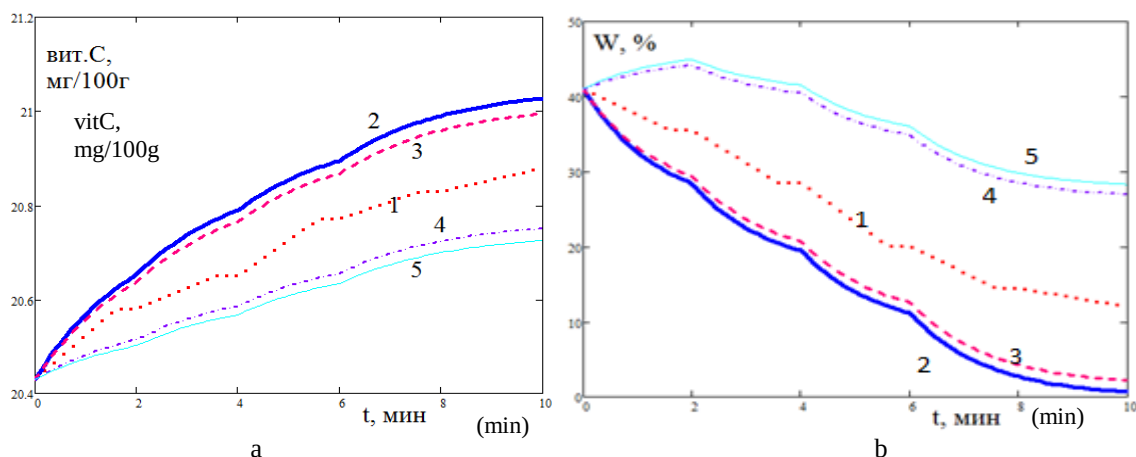


Рисунок 5. Влияние варьирования температуры T и давления P 2-го этапа на содержание витамина С (а) и влажность W (б): 1 – при заданных T и P в эксперименте, 2 – при повышении T на 4% и понижении P на 50%; 3 – при повышении T на 3% и повышении P на 45%; 4 – при понижении T на 5% и понижении P на 40%; 5 – при понижении T на 6% и повышении P на 35%

Figure 5. Influence of temperature variation T and pressure P of the 2nd stage on the content of vitamin C (a) and humidity W (b): 1 – for given T and P in the experiment, 2 – for T increase by 4% and P decrease for 50%; 3 – with an increase of T by 3% and an increase of P by 45%; 4 – with a decrease in T by 5% and a decrease in P by 40%; 5 – with a decrease in T by 6% and an increase in P by 35%

На 2 этапе решения (10), доставляющего максимум vitC, не существует. Это означает, что при заданной конечной влажности W_k оптимальными для 2-го этапа следует признать те $T(t)$ и $P(t)$, которые обеспечивают W_k , т. е. если заданная начальная влажность W_0 равна экспериментальной, то реализованный в эксперименте термобарический режим будет оптимальным. Это показано на рисунках 4, 5. Повышение температуры приводит к повышению содержания витамина С вследствие уменьшения влажности, но кроме пересушивания, возникает нежелательное разрушение витамина С. Уменьшение давления тоже приводит к уменьшению влажности и повышению содержания витамина С, причём без нежелательного его разрушения, но влияние давления намного (на порядок)

меньше влияния температуры и существенное снижение давления может оказаться неприемлемо технически и материально затратным.

Выводы

1. Предложена нелокальная по времени регрессионная модель прогноза динамики содержания витамина С и влажности в процессе двухэтапного процесса сушки дыни сорта Таманская, позволяющая учесть предысторию процесса и его влияние на текущее состояние сырья. Применение модели с «кратковременной памятью» даёт возможность корректировать такие ограничения традиционно применяемого регрессионного анализа, которым в литературе не уделяется достаточного внимания: предложение только количественных связей, наблюдаемых

в эксперименте величин вместо описания и построения моделей биохимической и физической сути процессов, а также отсутствие учёта влияния предыстории процесса на его текущее состояние.

2. Модели с «кратковременной памятью» устанавливают связь между термобарическим режимом и показателями сырья для каждого этапа. Это позволяет поставить задачу оптимального управления процессом сушки для поиска термобарического режима $T(t)$ и $P(t)$, максимизирующего содержание витамина С в конце каждого j -го этапа сушки, при заданных условиях на влажность. В технологических процессах сушки обычно в пределах каждого шага каждого этапа $T(t)$ и $P(t)$ поддерживаются постоянными. Тогда задача сводится к математическому программированию, решение которой может быть получено методом множителей Лагранжа.

3. Задача математического программирования решена средствами MathCAD. На 1 этапе решение существует и единственно, доставляет максимум содержания витамина С, увеличивая

конечное его содержание на 22,7% (с 22% до 27%) за счёт оптимального снижения температуры и давления. На 2 этапе решения, доставляющего максимум содержания витамина С, не существует. Это означает, что при заданной конечной влажности W_k оптимальными для 2-го этапа следует признать те $T(t)$ и $P(t)$, которые обеспечивают W_k , т. е. если заданная начальная влажность W_0 равна экспериментальной, то реализованный в эксперименте термобарический режим будет оптимальным. Повышение температуры приводит к повышению содержания витамина С вследствие уменьшения влажности, но кроме пересушивания, возникает нежелательное его разрушение. Уменьшение давления тоже приводит к уменьшению влажности и повышению содержания витамина С, причём без нежелательного разрушения витамина, но влияние давления намного (на порядок) меньше влияния температуры и существенное снижение давления может оказаться неприемлемо технически и материально затратным.

ЛИТЕРАТУРА

1 Иночкина Е. В. Совершенствование технологии конвективной СВЧ-сушки плодов // Известия вузов. Пищевая технология. 2014. № 5. С. 62–65.

2 Иночкина Е. В. Исследование вакуум-осциллирующей сушки овощей // Материалы междунаучно-практич. конф. Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения. 2015. С. 110–114.

3 Киселева Т. Ф. Технология сушки. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. 117 с.

4 Мирзоев Г. Х., Деревенко В. В., Лобанов А. А. Основные свойства семян бахчевых культур, важные в процессах их переработки // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2015. № 4. С. 84–94.

5 Журавлев А. В., Бородкина А. В., Черноусов И. М. Разработка математической модели сушки семян амаранта в аппарате со взвешенно-закрученным слоем // Вестник ВГУИТ. 2015. № 1. С. 58–62.

6 Керимбеков А. К., Красниченко Л. С. Приближенное решение задачи нелинейной оптимизации тепловых процессов при граничном управлении в случае минимизации кусочно-линейного функционала // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. 2013. Т. 13. № 1. С. 75–79.

7 Усатиков С. В., Шаззо А. Ю., Малеева О. Л. Моделирование процесса хранения зерновой массы с использованием интеграла памяти // Изв. вузов. Пищевая технология. 2009. № 5. С. 61–63.

8 Усатиков С. В., Малеева О. Л. Применение интеграла памяти для моделирования потребительских свойств риса-зерна при хранении // Труды КГАУ. 2010. № 3(24). С. 71–76.

9 Петрова Л. С. Математическое моделирование процессов нагрева кусочно-однородных тел с учетом релаксации теплового потока // Интернет-журнал Науковедение. 2017. Т. 9. № 1(38). С. 38.

10 Жбанова Н. Ю., Блюмин С. Л. Параметрическая идентификация кусочно-линейных и кусочно-нелинейных многоэтапных нечетких процессов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. Т. 20. № 11. С. 84–93.

11 Aktaş M. и др. Analysis of drying of melon in a solar-heat recovery assisted infrared dryer // Solar Energy. 2016. Т. 137. С. 500–515.

12 Amiri M., Tavakolipour H., Gharehyakheh S. Modeling of melon drying by application of micro-wave using mamdani fuzzy inference system // European Journal of Experimental Biology. 2014. Т. 4. № 1. С. 44–52.

13 Horuz E., Maskan M. Hot air and microwave drying of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils // Journal of Food Science and Technology. 2015. Т. 52. № 1. С. 285–293.

14 da Silva G. D. и др. Pretreatments for melon drying implementing ultrasound and vacuum // LWT-Food Science and Technology. 2016. Т. 74. С. 114–119.

REFERENCES

1 Inochkina E. V. Improvement of technology convective microwave drying of fruits. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Izvestiya vuzov. Food technology]. 2014. no. 5. pp. 62–65. (in Russian).

2 Inochkina E. V. The study of vacuum-oscillating drying of vegetables. *Materialy mezhdun. nauchno-praktich. konf. Innovatsionnye tekhnologii pererabotki syr'ya zhivotnogo proiskhozhdeniya* [International scientific-practical conference Innovative technologies of processing raw materials of animal origin]. 2015. pp. 110–114. (in Russian).

3 Kiseleva T. F. *Tekhnologiya sushki* [Drying technology]. Kemerovo, KTIFP, 2007. 117 p. (in Russian).

4 Mirzoev G. Kh., Derevenko V. V., Lobanov A. A. The basic properties of melons seeds kulturline in the processes of their processing. *Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Scientific works of the Kuban state technological University]. 2015. no. 4. pp. 84–94. (in Russian).

5 Zhuravlev A. V., Borodkina A. V., Chemousov I. M. Development of mathematical model of drying of amaranth seeds in the machine with carefully-spun layer. *Vestnik VGUIT* [Messenger VSUET]. 2015. no. 1. pp. 58–62. (in Russian).

6 Kerimbekov A. K., Krasnichenko L. S. Approximate solution of problems of nonlinear optimization of thermal processes with boundary control, minimizing a piecewise-linear functional. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiiskogo slavyanskogo universiteta* [Proceedings of Kyrgyz-Russian Slavic University]. 2013. vol. 13. no. 1. pp. 75–79. (in Russian).

7 Usatkov S. V., Shazzo A. Yu., Maleeva O. L. Modeling of process of storage of grain mass with the use of integral memory. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [News universities. Food technology]. 2009. no. 5. pp. 61–63. (in Russian).

8 Usatkov S. V., Maleeva O. L. The use of integral memory for modeling the properties of rice grain during storage. *Trudy KGAU* [Works KGAU]. 2010. no. 3(24). pp. 71–76. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Екатерина В. Иночкина ст. преподаватель кафедры общей математики, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350042, Россия, inochkina_ev@mail.ru

Сергей В. Усатиков д.физ.-мат. н., профессор, профессор кафедры математических и компьютерных методов, Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ), ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар, 350040, Россия, профессор кафедры общей математики КубГТУ, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072 sv@usatikov.com

Геннадий И. Касьянов д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350042, Россия, g_kasjanov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.05.2017

9 Petrova L. S. Mathematical modelling of process of heating of the piecewise-homogeneous bodies taking into account the relaxation of heat flow. *Internet-zhurnal Naukovedenie* [The Internet journal of the sociology of Science]. 2017. vol. 9. no. 1(38). pp. 38. (in Russian).

10 Zhibanova N. Yu., Blyumin S. L. Parametric identification of piecewise linear and piecewise nonlinear fuzzy multi-stage processes. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Irkutsk state technical University]. 2016. vol. 20. no. 11. pp. 84–93. (in Russian).

11 Aktaş M. et al. Analysis of drying of melon in a solar-heat recovery assisted infrared dryer. *Solar Energy*. 2016. vol. 137. pp. 500–515.

12 Amiri M., Tavakolipour H., Gharehyakheh S. Modeling of melon drying by application of microwave using mamdani fuzzy inference system. *European Journal of Experimental Biology*. 2014. vol. 4. no. 1. pp. 44–52.

13 Horuz E., Maskan M. Hot air and microwave drying of pomegranate (*Punica granatum L.*) arils. *Journal of Food Science and Technology*. 2015. vol. 52. no. 1. pp. 285–293.

14 da Silva G. D. et al. Pretreatments for melon drying implementing ultrasound and vacuum. *LWT-Food Science and Technology*. 2016. vol. 74. pp. 114–119.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ekaterina V. Inochkina Senior Lecturer, Department of General Mathematics, Kuban state technological university, Moscovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia, inochkina_ev@mail.ru

Sergey V. Usatikov doctor of physical-mathematical sciences, professor, mathematical and computer methods department, Kuban state university, Stavropol'skaya str., 149, Krasnodar, 350040, Russia, Professor of the Department of General Mathematics, Kuban State Technical University, ul. Moscow, 2, Krasnodar, 350072, sv@usatikov.com

Gennady I. Kasyanov doctor of technical sciences, professor, m, Kuban state technological university, Moscovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia, g_kasjanov@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.1.2017

ACCEPTED 5.1.2017

Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов

Сергей В. Шахов¹ s_shahov@mail.ru
Игорь Н. Сухарев¹ i.suxarev@yandex.ru
Сергей Ю. Шубкин¹ shubkin.92@mail.ru

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

Реферат. В последние годы возрос интерес исследователей к копченым изделиям, в первую очередь, как к источнику белковой пищи. При этом весьма актуальна задача разработки всё новых видов оригинальных копченых продуктов. Одним из перспективных направлений в этой области является расширение ассортимента продукта, путем изменения и улучшения их вкуса, аромата и продолжительности хранения при помощи копчения продукта копильными ароматизаторами. Поэтому для решения задач, связанных с обеспечением высокой эффективности копчения необходима разработка способа обеспечивающей проникновение копильных частиц внутрь продукта, путем устранения лимитирующих факторов на их пути. Представленный способ для получения копченой мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов полностью отвечает современным течениям развития пищевой промышленности. Данная установка позволяет при проведении копчения варьировать следующие технологические параметры процесса: температуру, скорость и расход дымовоздушной смеси и паров пряно-копильных ароматизаторов; оптическую плотность копильной смеси; относительная влажность копильной смеси; температура пиролиза опилок в дымогенераторе и концентрацию копильной смеси в копильной камере. Копильные ароматизаторы в виде пара и дымовоздушная смесь подаются непосредственно на продукт под действием избыточного давления. В результате чего происходит улучшение качества и продолжительность хранения продукта за счет более глубокого проникновения копильных компонентов, очищенных от канцерогенных веществ, вглубь продукта при этом продукт сохраняет сочность, что очень важно для вкусовых характеристик.

Ключевые слова: копчение, давление, испарительный бачок, пряно-копильные ароматизаторы, мускусная утка

Way of automatic control of process of smoking of a musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy smoking fragrances

Sergey V. Shakhov¹ s_shahov@mail.ru
Igor N. Sukharev¹ i.suxarev@yandex.ru
Sergey Y. Shubkin¹ shubkin.92@mail.ru

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

Summary. In recent years interest of researchers in smoked products, first of all, as to a source of proteinaceous food has increased. At the same time the problem of development all of new types of original smoked products is very actual. One of the perspective directions in this area is expansion of the range of a product, by change and improvement of their taste, aroma and duration of storage by means of smoking of a product by smoking fragrances. Therefore development of a way providing penetration the smoking of particles in a product, by elimination of the limiting factors on their way is necessary for the solution of the tasks connected with ensuring high efficiency of smoking. Presents way for receiving a smoked musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy smoking fragrances completely answers the modern trends of development of the food industry. This installation allows to vary the following technological parameters of process when carrying out smoking: temperature, speed and consumption of air-flue mix and vapors spicy smoking fragrances; optical density of smoking mix; relative humidity of smoking mix; temperature of pyrolysis of sawdust in a smoke generator and concentration of smoking mix in a smoking chamber. Smoking fragrances in the form of steam and air-flue mix move directly on a product under the influence of excessive pressure. Therefore there is an improvement of quality and duration of storage of a product due to deeper penetration the smoking of the components cleared of carcinogenic substances deep into of a product at the same time a product keeps juiciness that is very important for flavoring characteristics.

Keywords: smoking, pressure, vaporizing tank, spicy smoking fragrances, musky duck

Введение

Копчение – это вид тепловой обработки продуктов, придающий аромат и оказывающий консервирующее действие [1, 4]. Повышение эффективности процесса копчения связано с интенсификацией процесса дымообразования,

что позволяет поддерживать концентрацию дымовоздушной смеси в копильной камере на максимально возможном при текущих внешних условиях уровне и сократить этап процесса копчения, связанный с насыщением пищевого продукта копильными компонентами.

Для цитирования

Шахов С.В., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю. Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 46–1. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-46-1

For citation

Shahov S.V., Sukharev I.N., Shubkin S.Yu. Way of automatic control of process of smoking of a musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy smoking fragrances. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 46–1. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-46-1

Интенсивность копчения пищевых продуктов зависит от движущей силы осаждения и осуществляется под действием броуновского движения, тяжести, центробежной и радиометрической сил, давления или разряжения, наложения электростатического поля высокого напряжения и т. п. Кроме того, существенное влияние на процесс оказывают величина напряжения на коронирующих электродах, размер частиц копильных компонентов, скорость движения среды в копильной камере, температура генерации среды, продолжительность обработки и свойства продукта [1, 5].

Каждый из известных типов копчения имеет свои достоинства и недостатки. В качестве основных критериев для их сравнительной оценки можно рассматривать энергетическую эффективность, продолжительность процесса, и, конечно же, качественные показатели готовой продукции, включающие в себя органолептическую оценку, а также содержание канцерогенных веществ.

Исторически сложилось, что пищевые продукты, коптили при атмосферном давлении в течение длительных периодов времени.

Одним из направлений интенсификации процесса насыщения ароматом дыма и улучшения диффузионных процессов является использование повышенного давления [2, 6].

Таким образом, существует необходимость в технике для копчения, которая работает при давлении больше чем атмосферное. Кроме того, существует необходимость в технике, которая коптит продукты под давлением с отдельными регуляторами температуры, давления и концентрации дыма без разрушения компонентов устройства [3, 7].

Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов, позволяет:

- повысить качественные показатели готовой продукции за счет получения концентрированной смеси, состоящей из паров пряно-копильных ароматизаторов и традиционной дымовоздушной смеси с заданными свойствами, которые обеспечивают контроль и регулирование процесса;

- увеличить эффективности использования копильного оборудования за счет применения избыточного давления, которое контролируется приборами на определенном заданном уровне препятствуя образованию на поверхности слоя копильных компонентов, мешающих проникновению фенолов во внутренние поры продукта, что обеспечивает увеличение скорости диффузионных процессов.

Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением

избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов, предусматривает обработку продукта копильным дымом под действием избыточного давления, величину которого регулируют датчиком давления, температуру стабилизируют в зонах дымогенерации и в испарительном бачке, путем воздействия на величину мощности, подаваемой к теплопередающим элементам, температура дымовоздушной смеси в копильной камере стабилизируют путем смешивания копильного дыма с парами пряно-копильных ароматизаторов, новым является то, что возникающие колебания концентрации дымовоздушной смеси и паров пряно-копильных ароматизаторов, получаемые после смешивания, регулируются за счет датчиков концентрации и датчиков расхода, которые подают сигнал на исполнительный механизм, удерживая концентрацию смеси в заданном диапазоне, при этом расположенный на обратном трубопроводе датчик расхода определяет текущее значение количества копильных веществ, осевших на продукт за время копчения, позволяя определить конечное завершение процесса копчения.

На рисунке 1 представлена схема, реализующая предлагаемый способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов.

Схема, реализующая предлагаемый способ автоматического управления, включает: установку для получения копченой мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов, которая содержит копильную камеру 1, сверху которой располагается пульт управления 4, с кнопками включения/выключения приборов, также камера снабжена клапаном сброса давления 5, который соединен с обратным трубопроводом 10, внутри камеры располагается нагревательный элемент 6 с возможностью регулирования температурных режимов и подвесная рама 7 с крючками 28 для подвешивания продукта, также предусмотрена дверца со смотровым окном 11, предназначенная для загрузки и выгрузки продукта, а также для технического обслуживания, сзади камеры располагается выходной патрубок 8 с заслонкой 27 и вентилятором 9, для ускорения удаления дымовоздушной смеси.

Сбоку к копильной камере 1 подводится входной патрубок 18 с заслонкой 19 и с железными жалюзи 17, соединяющей копильную камеру с нагнетающим соплом 20 и эжектором 21.

Трубопровод 25 снабжен заслонкой 26, соединяющей дымогенератор 2 с камерой смешивания 22 через фильтр 24 и насос 23.

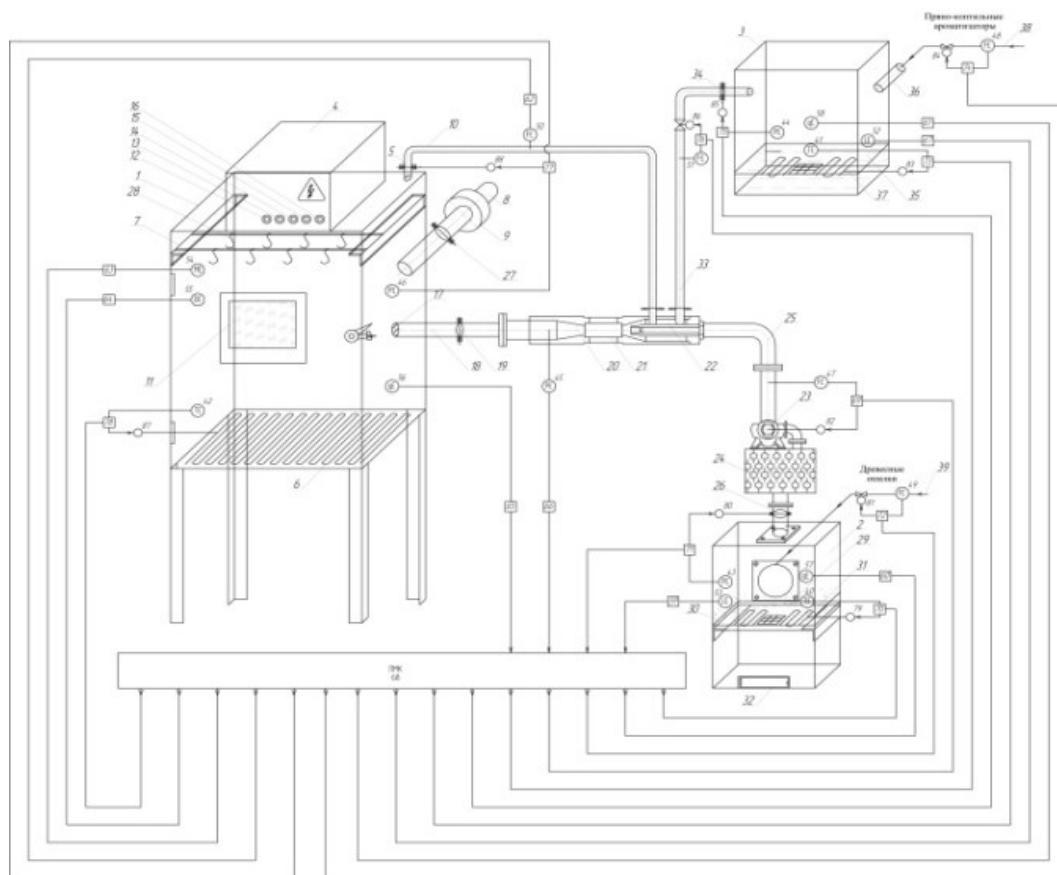


Рисунок 1. Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов

Figure 1. Way of automatic control of process of smoking of a musky duck with application of excessive pressure and vapors spicy копильных fragrances

Дымогенератор 2 снабжен нагревательным элементом 31, над которым располагается перфорированный лист 30, на который насыпаются опилки, снизу предусмотрено поддувало 32 для удаления золы, опилки подаются через специальный люк 29.

Камера смешивания 22, посредством трубопровода 33 с заслонкой 34 соединена с испарительным бачком 3, сбоку которого расположено заливное отверстие 36 для подачи пряно-копильных ароматизаторов 35 вовнутрь бачка, где располагается нагревательный элемент 37.

Схема также включает линию 38 для подачи пряно-копильных ароматизаторов в испарительный бачок 3, линию 39 для подачи опилок в дымогенератор 2, датчики температуры 40–42 соответственно древесных опилок в дымогенераторе 2, пряно-копильных ароматизаторов в испарительном бачке 3 и комбинированной копильной смеси в копильной камере 1, датчики давления 43–46 соответственно в дымогенераторе 2, в испарительном бачке 3, в нагнетающем сопле 20, в копильной камере 1, датчики расхода 47–51 соответственно расположены в трубопроводе 25 для удаления дымовоздушной смеси

из дымогенератора 2, на линии 38 для подачи пряно-копильных ароматизаторов, на линии 39 для подачи древесных опилок в дымогенератор 2, в обратном трубопроводе 10, в трубопроводе 33 для удаления паров пряно-копильных ароматизаторов из испарительного бачка 3, датчики уровня 52, 53 соответственно пряно-копильных ароматизаторов 35 в испарительном бачке 3 и древесных опилок в дымогенераторе 2, датчик влажности 54, расположенный в копильной камере 1, датчик плотности 55, расположенный также в копильной камере 1, датчики концентрации 56–58 соответственно расположенных в копильной камере 1, в дымогенераторе 2 и в испарительном бачке 3, вторичные приборы 59–67, программируемый технологический контролер (ПМК) 68, локальные регуляторы 69–78, исполнительные механизмы 79–88.

Способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов осуществляется следующим образом.

Управление ведётся в супервизорном режиме. При этом стабилизация значений технологических

параметров производится локальными регуляторами, задание которым устанавливает программируемый микроконтроллер. Это позволяет существенно повысить надёжность работы системы управления, т. к. в случае возникновения сбоя в программе или аппаратного отказа самого контроллера локальные регуляторы будут продолжать работать с последними установленными настройками. Применение микроконтроллера позволяет производить анализ поведения объектов управления и выбирать оптимальные настроечные параметры регуляторов исходя из определённых критериев, таких как минимизация затрат энергоресурсов, скорость регулирования (время переходных процессов в системе) и др.

Предварительно подготовленный продукт нанизывают на крючки 28, расположенные на подвесной раме 7 в коптильной камере 1, затем камеру закрывают дверцей со смотровым окном 11 и при помощи пульта управления 4 включают нагревательный элемент 6 и вентилятор 9 на выходном патрубке 8 для удаления свободной и поверхностной влаги из продукта, достигая нужного значения при помощи датчика 55, измеряющего влагу и дающий сигнал на вторичный прибор 63, затем доводят температуру внутри камеры до 120–180 °С в течение 20 минут, при помощи нагревательного элемента 6 и датчика 42 измеряющего и контролирующего температуру на заданном уровне внутри коптильной камеры 1.

Локальный регулятор 78 стабилизирует температуру воздуха в коптильной камере 1, воздействуя на исполнительный механизм 87, изменяющий силу тока, подаваемую на нагревательный элемент 6.

Датчик 55 измеряет плотность смешенной дымовоздушной смеси в коптильной камере 1, подавая сигнал на вторичный прибор 64.

Затем по линии 39 в дымогенератор 2 подаются опилки, расход которых стабилизируется с помощью датчика расхода 49 и локального регулятора 72 путем воздействия на исполнительный механизм 81. Опилки подаются на перфорированный лист 30 с отверстиями и закрывают заслонку 26 на трубопроводе 25, после чего включают нагревательный элемент 30 и доводят температуру до 290–300 °С, при помощи датчика 40, который измеряет и контролирует температуру внутри дымогенератора 2 на заданном уровне.

Локальный регулятор 70 стабилизирует температуру пиролиза опилок в дымогенераторе 2, воздействуя на исполнительный механизм 79, изменяющий силу тока, подаваемую на нагревательный элемент 31.

Датчик 53 измеряет уровень опилок, подаваемых в дымогенератор 2 по линии 39 подавая сигнал на вторичный прибор 59.

Датчик 43 измеряет давление в дымогенераторе 2 подавая сигнал на локальный регулятор 71, который регулирует давление внутри при помощи исполнительного механизма 80.

При помощи датчика 57 измеряют концентрацию дымовоздушной смеси в дымогенераторе 2, подавая сигнал на вторичный прибор 60.

В испарительный бачок 3 через заливное отверстие 36 по линии 38 подаются пряно-копильные ароматизаторы 35, расход которых стабилизируется при помощи датчика расхода 48 и локальный регулятор 74 при помощи исполнительного механизма 84, и включают нагревательный элемент 37 при закрытой заслонке 34 на трубопроводе 33 для повышения давления внутри бачка до 198 кПа, при помощи датчика 44 измеряют давление внутри испарительного бачка 3 и доводят до температуры 110–120 °С, которую измеряют с помощью датчика 41.

Локальный регулятор 73 стабилизирует температуру пряно-копильных ароматизаторов 35 в испарительном бачке 3, воздействуя на исполнительный механизм 83, изменяющий силу тока, подаваемого на нагревательный элемент 37.

Датчик 52 измеряет уровень пряно-копильных ароматизаторов 35 в испарительном бачке 3, подавая сигнал на вторичный прибор 67.

Локальный регулятор 75 стабилизирует давление на уровне 198 кПа в испарительном бачке 3, воздействуя на исполнительный механизм 85.

При помощи датчика 58 измеряют концентрацию паров пряно-копильных ароматизаторов в испарительном бачке 3, подавая сигнал на вторичный прибор 61.

После достижения заданной влажности, измеряемой в коптильной камере 1 датчиком 54, подается сигнал на вторичный прибор 63 и на ПМК 68, и выключается нагревательный элемент 6 и вентилятор 9, затем закрывается заслонка 27 на выходном патрубке 8, а заслонки 34 и 26 на трубопроводах 33 и 25 соответственно открываются и включается насос 23.

Из дымогенератора 2 дымовоздушная смесь отсасывается через фильтр 24, насосом 23, в котором одновременно происходит ее охлаждение и очистка от канцерогенных компонентов, после этого дымовоздушная смесь нагнетается в эжектор под давлением, проходя через камеру смешивания 22, где дымовоздушная смесь смешивается с парами пряно-копильных ароматизаторов, после чего вся смесь с большой скоростью проходит через нагнетающее сопло 20, в котором расположен датчик измерения давления 45, который подает сигнал на вторичный прибор 66,

затем вся смесь попадает в трубопровод 18 с открытой заслонкой 19 и с регулируемыми железными жалюзи 17, позволяющими регулировать направление копильной смеси, которая начинает пронизывать поры продукта снаружи, ослабляя силы взаимодействия между молекулами в местах попадания. Давление в местах столкновений оказывается выше давления окружающей среды, и чем выше скорость испарения, тем выше разница давления на границе раздела фаз и в среде, при этом увеличивается общее давление среды в копильной камере до 198 кПа.

При достижении большего давления чем 198 кПа в копильной камере 1, предусмотрен клапан сброса давления 5, который установлен в обратном трубопроводе 10, связывающем копильную камеру 1 с камерой смешивания 22.

Отношение концентрации паров пряно-копильных ароматизаторов и дымовоздушной смеси в копильной камере 1 должно быть в пределах 30:70 для более равномерного прокапчивания продукта, для этого на трубопроводах 33 и 25 установлены датчики расхода 51 и 47 соответственно.

Локальный регулятор 69 стабилизирует объем подачи дымовоздушной смеси в камеру смешивания 22, воздействуя на исполнительный механизм 82, изменяющий объем пропускной способности насоса 23.

Локальный регулятор 76, стабилизирует объем подачи паров пряно-копильных ароматизаторов в камеру смешивания 22, воздействуя на исполнительный механизм 86.

Датчик расхода 50, расположенный на обратном патрубке 10, измеряет объем смеси, выбрасываемой через клапан сброса давления 5, и затем поступающей в камеру смешивания 22, подавая сигнал на вторичный прибор 62.

Процесс копчения продолжается в течение 20 минут, после чего перекрываются заслонки 26 и 34 и отключаются нагревательные элементы 37 и 31 и насос 23, затем открывается заслонка 27 и включается вентилятор 9 для протягивания копильной камеры 1 от отработанной копильной смеси на выходном патрубке 8, после чего открывается дверца со смотровым окном 11 и продукт снимается с крючков 28.

В результате исследований кинетики насыщения фенолами мускусной утки при различном уровне давления с использованием экспериментальной установки, были получены кривые, представленные на рисунках 2 и 3. Концентрация фенолов определялась в пробах внутренних частей продукта, что позволяет оценить качество проникновения копильных компонентов через толщу продукта.

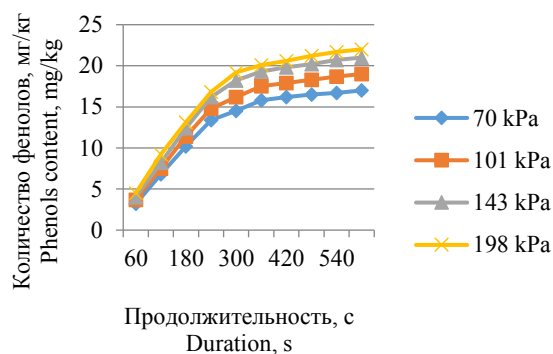


Рисунок 2. Зависимости содержания фенолов от времени процесса копчения при различном уровне давления

Figure 2. Dependences of content of phenols on time of process of smoking at various level of pressure

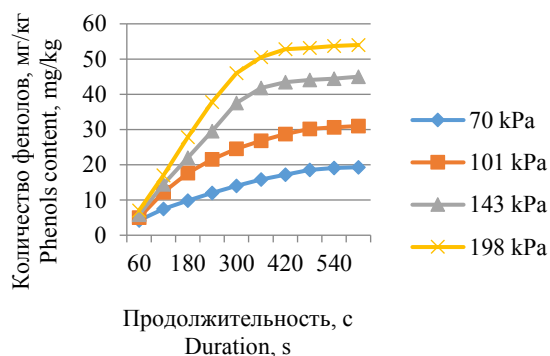


Рисунок 3. Зависимости содержания фенолов от времени процесса копчения при различных значениях уровня давления с использованием пряно копильных ароматизаторов

Figure 3. Dependences of content of phenols on time of process of smoking at various values of level of pressure with use of fragrances

Проанализировав представленные кривые зависимости (рисунок 2) можно сделать вывод, что интенсификация процесса копчения насыщения фенолами возрастает при повышении давления. При давлении ниже 100 кПа на поверхности продукта образуется слой копильных компонентов, препятствующий попаданию фенолов во внутренние поры продукта, что снижает скорость осаждения и концентрацию фенолов в продукте. При использовании пряно-копильных ароматизаторов (рисунок 3) происходит увеличение содержания фенолов в пробах продукта, но при этом также наблюдается определяющее влияние уровня давления на накопление фенолов в продукте. То есть давление обеспечивает основную функцию (движущую силу) – фильтрации копильных компонентов через поры продукта для обеспечения насыщения его ароматом дыма, а пряно копильные ароматизаторы, подаваемые также под давлением, способствуют осаждению копильных компонентов на внутренние поры продукта тем самым обеспечивая прокапчивание продукта и равномерное распределение фенолов по всему объему.

Построенные на основе результатов проведенных экспериментов кривые, позволяют определить как основные параметры ведения процесса копчения с применением пряно-копильных ароматизаторов подаваемых под давлением влияют на его интенсивность, а также оптимальные интервалы регулирования входных факторов для статистического анализа.

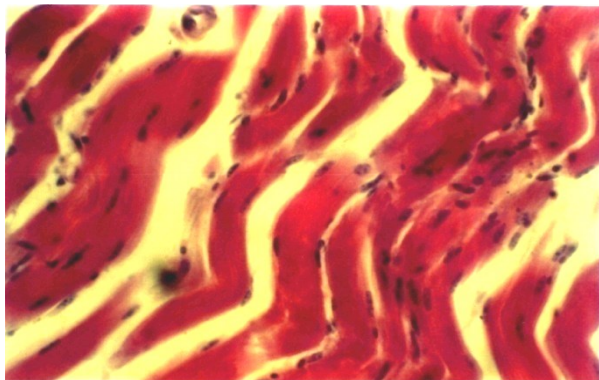


Рисунок 4. Структура мышечной ткани мускусной утки при экспозиции через 12 час

Figure 4. Structure of muscular tissue of a musky duck at an exposition in the 12th hour

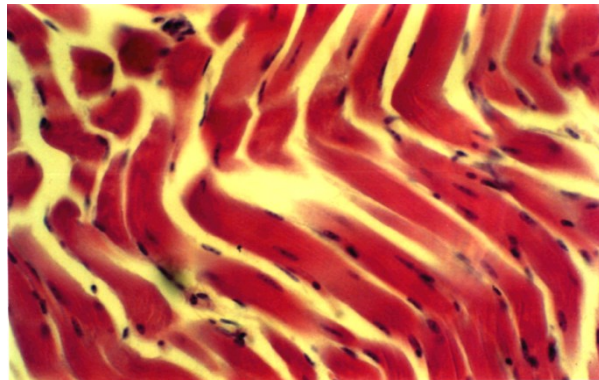


Рисунок 5. Структура мышечной ткани мускусной утки при экспозиции через 24 час

Figure 5. Structure of muscular tissue of a musky duck at an exposition in the 24th hour

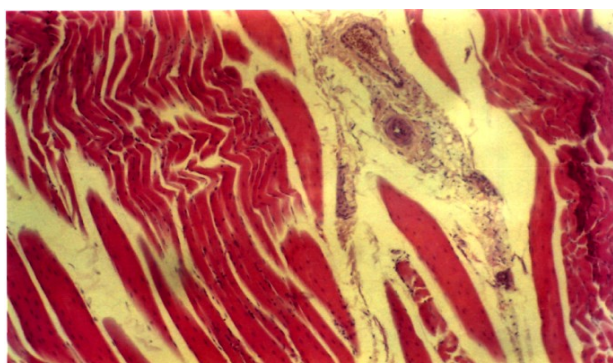


Рисунок 6. Структура мышечной ткани мускусной утки при экспозиции через 36 час

Figure 6. Structure of muscular tissue of a musky duck at an exposition in the 36th hour

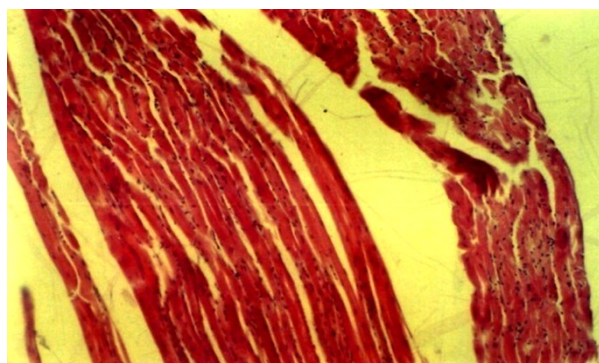


Рисунок 7. Структура мышечной ткани мускусной утки при экспозиции через 48 час

Figure 7. Structure of muscular tissue of a musky duck at an exposition in the 48th hour

Заключение

Исследования позволяют сделать вывод о возможности значительного увеличения сроков хранения, а, следовательно, о возможности использования мяса мускусной утки копченого под действием избыточного давления с применением пряно-копильных ароматизаторов в производстве продуктов питания.

Предлагаемый способ автоматического управления процессом копчения мускусной утки с применением избыточного давления и паров пряно-копильных ароматизаторов имеет следующие преимущества:

- обеспечивает повышение производительности оборудования, благодаря согласованной работы дымогенератора, испарительного бака и копильной камеры;

Представленные данные на рисунках 4–7 проведенного гистоморфологического исследования копченого мяса мускусной утки в процессе хранения через 12, 24, 36, 48 часов свидетельствуют, что структурные изменения, наблюдаемые в мышечной ткани, протекают с незначительной скоростью.

- снижение удельных энергозатрат за счет поддержания наиболее рациональных условий протекания процесс копчения;

- позволяет получить готовый продукт стабильно высокого качества за счет получения дыма и паров пряно-копильных ароматизаторов с заданными свойствами концентрации;

- сократить затраты на электроэнергию и, следовательно, позволяет снизить себестоимость продукции.

- повысить скорость приготовления копченых пищевых продуктов;

- уменьшить количество дымовоздушных выбросов и, следовательно, обеспечить защиту окружающей среды;

- увеличить срок хранения готовой продукции;

- повысить органолептические показатели готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1 EFSA (European Food Safety Authority): Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food // The EFSA Journal 2008. № 724. С. 1–114.

2 Simon, R., Palme, S., Anklaam, E. и др. Method validation for determination of the 15 European-priority polycyclic aromatic hydrocarbons in primary smoke condensates by gas chromatography/mass spectrometry: Interlaboratory study // Journal of AOAC International, 2008. Т. 89. № 3, С. 772–781.

3 Bouvrette, P., Hrapovic, S., Male, K. B. И др. Analysis of the 16 Environmental Protection Agency priority polycyclic aromatic hydrocarbons by high performance liquid chromatography-oxidized diamond film electrodes // Journal of Chromatography. 2006. A 1103 (2), 248–256.

4 Шокина Ю.В., Обухов А.Ю., Кирилюк О.А. Комплексный подход к применению копильных сред-получаемых с использованием ИК-дымогенератор // Рыбпром. 2010. № 3. С. 98–102.

5 Салаватуллина Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. СПб.: ГИОРД, 2005. 248 с.

6 Шахов С.В., Мальцева О.В., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю. Анализ процесса дымообразования // Материалы международной научно-практической конференции Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии АПК. 2015., Воронеж, С. 404–406.

7 Шахов С.В., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю., Мальцева О.В., Ракитянский А. А. Установка с внутренней подачей дыма для получения копченых экструдированных продуктов // Мясная индустрия. 2015. № 5. С. 44–46.

8 Соловьева А.А., Зинина О.В. Влияние биотехнологической обработки на микроструктуру сырокопченых колбас из мяса птицы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2016. Т. 4. № 4. С. 45–53.

REFERENCES

1 EFSA (European Food Safety Authority): Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. *The EFSA Journal*. 2008. No.724. pp. 1–114.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей В. Шахов д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, s_shahov@mail.ru

Игорь Н. Сухарев аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, i.suxarev@yandex.ru

Сергей Ю. Шубкин аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, shubkin.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 10.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2017

2 Simon, R., Palme, S., Anklaam, E. et al. Method validation for determination of the 15 European-priority polycyclic aromatic hydrocarbons in primary smoke condensates by gas chromatography/mass spectrometry: Interlaboratory study. *Journal of AOAC International*, 2008. vol. 89. no. 3, pp. 772–781.

3 Bouvrette, P., Hrapovic, S., Male, K. B. et al. Analysis of the 16 Environmental Protection Agency priority polycyclic aromatic hydrocarbons by high performance liquid chromatography-oxidized diamond film electrodes. *Journal of Chromatography*. 2006. A 1103 (2), 248–256.

4 Shokina Yu.V., Obukhov A.Yu., Kirilyuk O.A. An integrated approach to the use of smoke replacement using the IR-smoke generator. *Rybprom* [Rybprom]. 2010. no. 3. pp. 98–102. (in Russian).

5 Salavatulina R.M. Ratsional'noe ispol'zovanie syr'ya v kolbasnom proizvodstve. [Rational use of raw materials in the production of sausages.]. St. Petersburg, GIORД, 2005. 248 p. (in Russian).

6 Shakhov S.V., Mal'tseva O.V., Sukharev I.N., Shubkin S.Yu. Analysis of the process of smoke generation. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii Sistemnyi analiz i modelirovanie protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitii APK [Materials of international scientific-practical conference System analysis and simulation of quality management processes in innovative development of agriculture]. 2015. Voronezh, pp. 404–406. (in Russian).

7 Shakhov S.V., Sukharev I.N., Shubkin S.Yu., Mal'tseva O.V., Rakityanskii A. A. Installation with internal flow of smoke to obtain a smoked extruded products. *Myasnaya industriya* [The meat industry]. 2015. no. 5. pp. 44–46. (in Russian).

8 Solov'eva A.A., Zinina O.V. Effect of biotechnological processing on the microstructure of smoked sausages from poultry meat. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the South Ural state University]. 2016. vol. 4. no. 4. pp. 45–53. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey V. Shakhov doctor of technical sciences, professor, apparatus and devices of food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, s_shahov@mail.ru

Igor N. Sukharev graduate student, apparatus and devices of food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, i.suxarev@yandex.ru

Sergey Y. Shubkin graduate student, apparatus and devices of food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shubkin.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 4.10.2017

ACCEPTED 5.15.2017

Численные подходы к моделированию процесса экспандирования

Геннадий В. Алексеев	¹	gva2003@mail.ru
Максим В. Гончаров	²	goncharovmaxv@yandex.ru
Анна Г. Леу	¹	anna.leu@mail.ru
Виталий В. Кривопустов	¹	vetbel94@gmail.com

¹ Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,

² пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Смоленский филиал национального исследовательского университета МЭИ, Энергетический пр-т, 1, г. Смоленск, Россия

Реферат. Кормопроизводство в настоящее время переживает период интенсивного обновления и внедрения самых современных технологий и оборудования. В настоящее время все чаще применяются такие приемы как поджаривание ячменя, экструдирование зерна, пропаривание и плющение зерна, взрыв в кипящем слое, обработка инфракрасными лучами зерновых и зернобобовых компонентов с последующим плющением и однократное или двухкратное гранулирование очищенного целого зерна без увлажнения в матричных прессах с последующим измельчением гранул. Упомянутые способы требуют специальных аппаратов, машин, вспомогательного оборудования, создаваемых на базе разными способами составленных математических моделей. При поджаривании, моделируя возникающие в рабочей камере тепловые поля, обеспечивают такие условия, распада части крахмала до моносахаров, что делает зерно сладковатым на вкус, но при этом вследствие денатурации белка несколько снижаются переваримость протеина и доступность аминокислот. Зерно поджаривают в основном для молодняка животных с целью приучения их к поеданию корма в раннем возрасте, стимуляции секреторной деятельности пищеварения, лучшего развития жевательных мышц. Кроме того, высокая температура губительно действует на бактериальную обсемененность и различные виды грибов зерна, что позволяет в значительной степени избежать возможных заболеваний желудочно-кишечного тракта. Данный метод нашел широкое применение непосредственно в хозяйствах. Применяют при использовании в кормлении животных и зернобобовые: горох, сою, люпин и чечевицу. Эти корма предварительно измельчают, а затем в течение 1 ч варят или пропаривают 30–40 мин. в кормозапарнике. Такая обработка кормов позволяет инактивировать находящиеся в них антипитательные вещества, снижающие эффективность их использования. После обработки зернобобовые используют в качестве белковых добавок в количестве 25–30% от общей питательности рациона. Но рекомендуется варить и запаривать зерно хорошего качества. Недоброкачественное, длительно хранившееся и пораженное патогенной микрофлорой зерно подлежит обязательной обработке. К числу наиболее перспективных в настоящее время относят технологию экспандирования.

Ключевые слова: поджаривание ячменя, экструдирование зерна, гранулирование, математическая модель

Numerical approaches to expansion process modeling

Gennady V. Alekseev	¹	gva2003@mail.ru
Maxim V. Goncharov	²	goncharovmaxv@yandex.ru
Anna G. Leu	¹	anna.leu@mail.ru
Vitaly V. Krivopustov	¹	vetbel94@gmail.com

¹ Saint Petersburg State National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky av., 49, St.

² Petersburg, 197101, Russia

Smolensk branch of the national MEI research university, Energeticheskoy av. 1, Smolensk, Russia

Summary. Forage production is currently undergoing a period of intensive renovation and introduction of the most advanced technologies and equipment. More and more often such methods as barley toasting, grain extrusion, steaming and grain flattening, boiling bed explosion, infrared ray treatment of cereals and legumes, followed by flattening, and one-time or two-time granulation of the purified whole grain without humidification in matrix presses By grinding the granules. These methods require special apparatuses, machines, auxiliary equipment, created on the basis of different methods of compiled mathematical models. When roasting, simulating the heat fields arising in the working chamber, provide such conditions, the decomposition of a portion of the starch to monosaccharides, which makes the grain sweetish, but due to protein denaturation the digestibility of the protein and the availability of amino acids decrease somewhat. Grain is roasted mainly for young animals in order to teach them to eat food at an early age, stimulate the secretory activity of digestion, better development of the masticatory muscles. In addition, the high temperature is detrimental to bacterial contamination and various types of fungi, which largely avoids possible diseases of the gastrointestinal tract. This method has found wide application directly on the farms. Apply when used in feeding animals and legumes: peas, soy, lupine and lentils. These feeds are preliminarily ground, and then cooked or steamed for 1 hour for 30–40 minutes. In the feed mill. Such processing of feeds allows inactivating the anti-nutrients in them, which reduce the effectiveness of their use. After processing, legumes are used as protein supplements in an amount of 25–30% of the total nutritional value of the diet. But it is recommended to cook and steal a grain of good quality. A poor-quality grain that has been stored for a long time and damaged by pathogenic micro flora is subject to mandatory processing. Among the most promising now include the technology of expansion.

Keywords: browning of barley, grain extruding, granulation, mathematical model

Для цитирования

Алексеев Г.В., Гончаров М.В., Леу А.Г., Кривопустов В.В.
Численные подходы к моделированию процесса экспандирования
// Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 53–60. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-53-60

For citation

Alekseev G.V., Goncharov M.V., Leu A.G., Krivopustov V.V.
Numerical approaches to expansion process modeling. *Vestnik VGUIT*
[Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 53–60. (in Russian).
doi:10.20914/2310-1202-2017-2-53-60

Введение

Процессы экструдирования и экспандирования основаны на гидротермической обработке корма под давлением. Принцип действия экструдеров и экспандеров одинаков – в шнековом рабочем органе продукт разогревается, уплотняется и выпрессовывается. Однако режимы обработки существенно различаются. В экструдерах продукт разогревается только за счет трения при движении по виткам шнека и активном перемешивании под давлением. Регулирование температурного режима обработки достигается в экструдере только за счет сменных рабочих органов. Обработка комбикорма в экспандере осуществляется при более высокой влажности. Продукт разогревается за счет ввода пара и трения. При одних и тех же температурных режимах обработка в экспандере при повышенной влажности протекает в менее жестких условиях, в экструдере из-за пониженной влажности на отдельных участках местные сопротивления движению продукта могут возрасти до значительных величин, вызывая местное повышение температуры, хотя общий температурный режим остается прежним. Как в экструдерах, так и экспандерах можно за счет изменения режимов обработки получать готовый продукт различной плотности. Вместе с тем, экспандирование имеет такие преимущества, как ввод большого количества жидких компонентов – масла, жира, мелассы, устранение вредных для питания компонентов, улучшение качества и усвояемости комбикормов, более высокую производительность пресса для гранулирования, лучшее качество гранул, использование более дешевого и сложного для гранулирования сырья. Эта задача решается с применением процесса экспандирования, который известен также под названием кондиционирование под давлением.

На выходе из экспандера продукт мгновенно теряет нагрузку, а добавленная жидкость в значительной степени испаряется. Называется это молниеносным испарением, поэтому последующей сушки готового продукта в основном не требуется. За счет испарения жидкости температура падает до 90 °С. В зависимости от рецептуры, температуры продукта и давления готовый продукт может иметь структуру теста, толстых хлопьев или комков. Гранулированный экспандат сочетает в себе одновременно преимущества гранулированных и рассыпных комбикормов. Каждая частичка содержит все составные компоненты. Распределение частиц очень равномерное. Можно регулировать

размер частиц зазором в валковом измельчителе и получать рассыпной комбикорм, но без таких недостатков, как плохая текучесть и расслоение смеси. Обработка в экспандере уменьшает общую обсемененность сырья. Полностью уничтожаются колиобразные бактерии, кишечная палочка, плесневые грибки и сальмонеллы [1].

Постановка задачи.

Разница процессов экструдирования и экспандирования связана, в частности, с различием механических нагрузок, прилагаемых к единичному зерну. В процессе экструзии зерно разрушается под действием всестороннего сжатия, поскольку прохождение готового продукта через матрицу обеспечивает осевые нагрузки на материал внутри шнека. Экспандирование же осуществляемое через кольцевой зазор протекает под действием на зерно только радиальных сжимающих усилий. Соответствующая прочностная задача может быть описана следующим образом [2].

Будем считать оболочку тонкостенной, поскольку отношение наименьшего радиуса кривизны $\rho_{\min}$ к толщине δ стенки оболочки $(\rho_{\min}/\delta) > 20$ (рисунок 1). В этом случае погрешность расчета по приведенным ниже формулам не превысит 5%.

Осесимметричная оболочка нагружена наружным давлением. В этом случае напряжения в точках оболочки не зависят от угловой координаты. Форма оболочки под давлением не меняется.

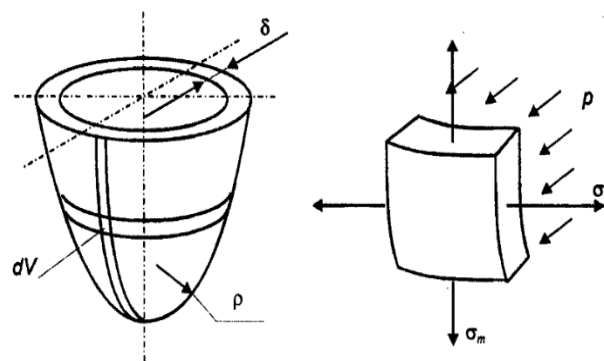


Рисунок 1. Расчетная схема тонкостенной оболочки
Figure 1. Calculation scheme of a thin-walled shell

При вырезании элемента оболочки двумя меридиональными (вдоль образующих) и двумя коническими сечениями (перпендикулярными поверхности оболочки) форма вырезанного элемента не меняется, меняются только размеры. Тогда касательные напряжения,

которые вызывают изменение формы тела, на гранях элемента отсутствуют $\tau = 0$, а нормальные напряжения σ – главные. Обозначим: σ_m – меридиональные напряжения (вдоль образующей оболочки), σ_t – тангенциальные (окружные) напряжения, σ_r – радиальные напряжения.

Как показывают практические расчеты, давление на тонкостенных оболочках, как правило, не превышает 10 атмосфер (1 МПа). При этом тангенциальные напряжения могут достигать величины $\sigma_t = 100$ МПа. Следовательно, радиальными напряжениями σ_r можно пренебречь. В таком случае тонкостенная оболочка находится в плоском напряженном состоянии и напряжения по толщине оболочки не меняются [3].

Если нормальные напряжения по толщине оболочки переменные, то результатом действия напряжений будут продольное усилие N и изгибающий момент M .

Поскольку оболочка тонкостенная, напряжения по толщине оболочки можно считать постоянными. Результатом действия напряжений в этом случае будет действовать только продольное усилие N , а изгибающий момент $M = 0$.

Рассмотрим равновесие элемента, вырезанного из оболочки двумя меридиональными и двумя коническими сечениями, перпендикулярными поверхности оболочки (рисунок 1).

На этом рисунке p – давление жидкости или газа на оболочку; ρ_m , $d\alpha_m$, σ_m – соответственно, радиус кривизны, угол охвата, элемента и нормальное напряжение в меридиональном направлении; ρ_l , $d\alpha_l$, σ_l – то же самое в тангенциальном направлении.

Спроектируем все действующие силы на нормаль n к поверхности элемента.

$$\sum F_n = p dS_l dS_m - 2\sigma_l \rho_m d\alpha_m \delta \sin\left(\frac{d\alpha_l}{2}\right) - 2\sigma_m \rho_l d\alpha_l \sin\left(\frac{d\alpha_m}{2}\right) = 0$$

$$\text{С учетом } \sin\left(\frac{d\alpha}{2}\right) \approx \frac{d\alpha}{2} \text{ и } dS = \rho d\alpha$$

получаем:

$$p \rho_l d\alpha_l \rho_m d\alpha_m = 2\sigma_l \rho_m d\alpha_m \delta \frac{d\alpha_l}{2} + 2\sigma_m \rho_l d\alpha_l \delta \frac{d\alpha_m}{2}$$

Разделив это выражение на произведение толщины оболочки и радиусов кривизны в тангенциальном и осевом направлениях m и l , находим окончательно уравнение связывающее важнейшие конструкционно-эксплуатационные свойства оболочки [4].

$$\frac{\sigma_l}{\rho_l} + \frac{\sigma_m}{\rho_m} = \frac{p}{\delta}$$

Уравнение такого вида называют уравнением Лапласа для тонкостенных оболочек. В записанном выражении две неизвестных величины – тангенциальное и осевое напряжения. Для того чтобы их найти необходимо второе уравнение. Его можно получить, записывая уравнение равновесия отсеченной части оболочки. Приравняем для этого сумму проекций на оси симметрии к нулю и получим [5]

$$\sum F_n = \sigma_m 2\pi r \delta \cos(\beta) - p\pi r^2 - Q = 0,$$

Отсюда

$$\sigma_m = \frac{P + Q}{2\pi r \cos(\beta)},$$

где P – проекция сил внешнего давления на ось симметрии оболочки; Q – сила возможного внутреннего давления с обратным знаком.

Полученное соотношение трудно использовать при практической оценке технологических режимов процесса в силу достаточно большого количества допущений и неопределенности некоторых входящих величин, например внутреннего давления. Эти недостатки можно преодолеть, используя численные методы решения соответствующих уравнений. В рамках такого подхода решали плоскую упругопластическую задачу для сжатия кольца двумя сосредоточенными силами, моделируя приложенные нагрузки на отдельное зерно, за счет действия радиальных усилий в канале экспандера и свободную деформацию в перпендикулярном направлении (течение через кольцевой зазор).

Результаты и обсуждение

Численный анализ решений поставленной задачи осуществляли с помощью программы, составленной в пакете прикладных программ Mathcad, используя для решения уравнения Лапласа метод конечных элементов. В силу симметрии нагрузок относительно продольной оси единичного зерна (плоского кольца) задачу решали для одной четвертой его части (рисунок 2).

Последовательно анализируя напряженно-деформированное состояние в каждой точке модели (рисунок 3), методом обратной прогонки

устанавливали общую зависимость эффективность процесса экспандирования зерна от действующих технологических параметров [6].

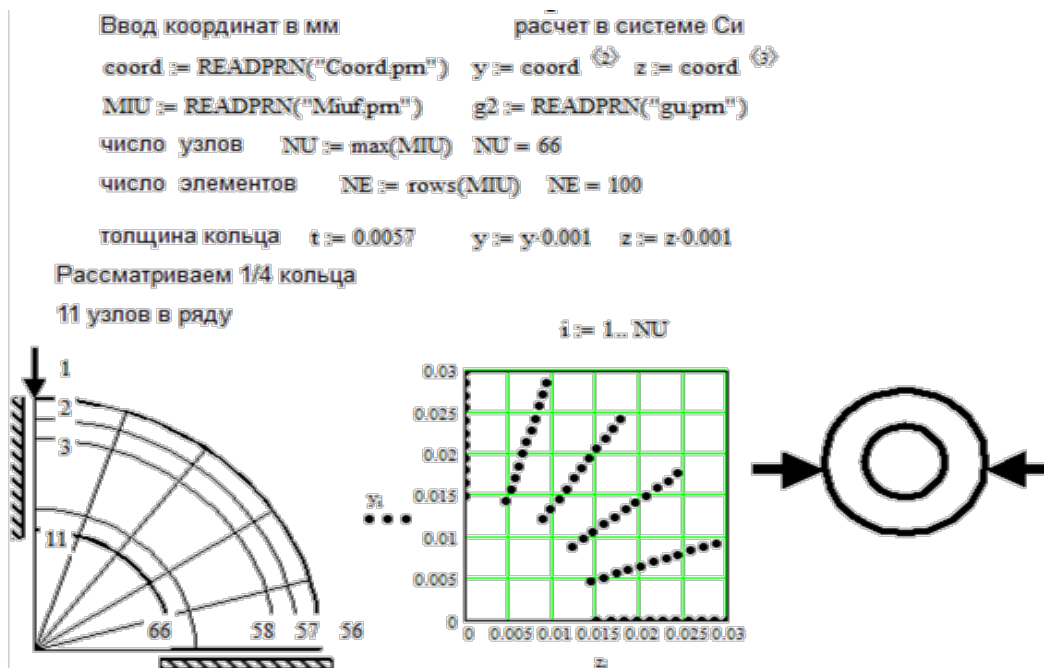


Рисунок 2. Фрагмент программы по формированию модели

Figure 2. Fragment of the program to build a model

```

Z1( $\Delta, \epsilon_i, k1$ ) := for k ∈ 1.. NE
  for i ∈ 1.. 6
     $\Delta E_i \leftarrow \Delta(\Delta E_{k,i})$ 
     $\epsilon \langle k \rangle \leftarrow A_k \cdot \Delta E$ 
     $C_p \leftarrow \begin{cases} C(E, \mu) & \text{if } k1_k = 0 \\ \text{otherwise} \\ \begin{cases} \epsilon i1 \leftarrow \epsilon i_k \\ CCC \leftarrow CC(\epsilon i1)_1 \end{cases} \end{cases}$ 
     $\sigma \langle k \rangle \leftarrow C_p \cdot \epsilon \langle k \rangle$ 
  for k ∈ 1.. NE
     $\sigma_{4,k} \leftarrow \sigma_{3,k}$ 
     $\sigma_{3,k} \leftarrow \begin{cases} [\mu \cdot (\sigma_{1,k} + \sigma_{2,k})] & \text{if } NDS = 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$ 
     $\epsilon_{4,k} \leftarrow \epsilon_{3,k}$ 
     $\epsilon_{3,k} \leftarrow \begin{cases} \left[ \frac{-\mu}{E} \cdot (\sigma_{1,k} + \sigma_{2,k}) \right] & \text{if } NDS = 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$ 
   $(\epsilon \quad \sigma \quad C_p)^T$ 

```

Рисунок 3. Один из расчетных блоков программы

Figure 3. One of the calculated blocks of the program

В процессе численного эксперимента выясняли каким образом влияют технологические режимы процесса экспандирования на его эффективность. Для этого проводили расчеты изменяя последовательно модуль упругости зерна и относительную толщину оболочки. На рисунке 4 и 5 приведены графические зависимости, характеризующие результаты расчетов. Кривые, изображенные на рисунке 4 свидетельствуют о практически неизменном характере изменения напряжений при увлажнении зерна и существенном снижении пределов текучести при сохранении экстремума в предполагаемой зоне разрушения между 10 и 15 участком в соответствии со схемой разбиения приведенной на рисунке 1. Графические зависимости рисунка 5 напротив говорят о существенном изменении характера напряженного состояния отдельных элементов поверхности зерна при уменьшении толщины оболочки, происходящей при дополнительной обработке зерна. Экстремум предела текучести также несколько меняет свое положение смещаясь ближе к зоне между 5 и 10 участком сетки конечных элементов [7–9].

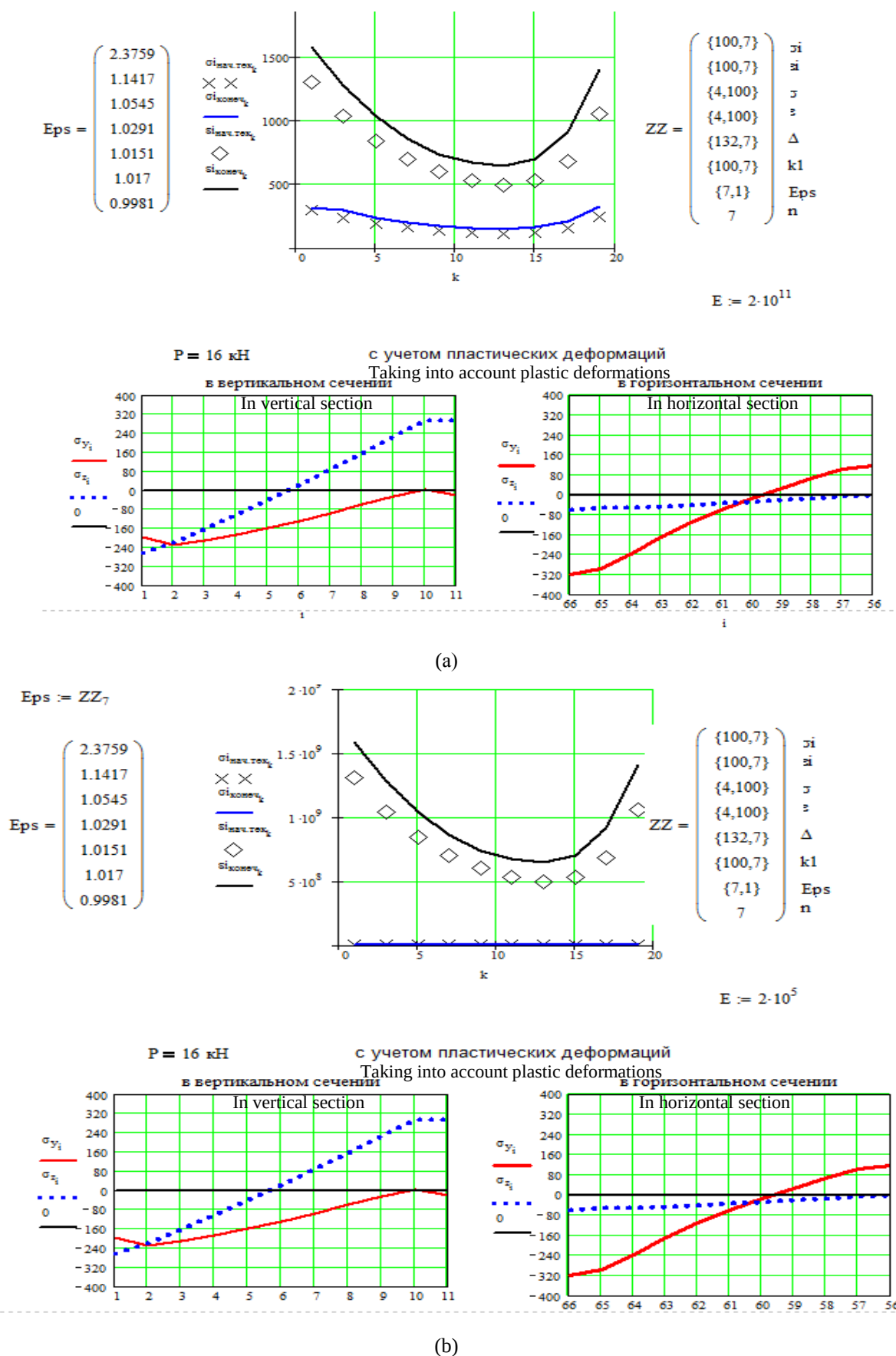


Рисунок 4. Характер изменения предела текучести при увлажнении зерна

Figure 4. The nature of the change in the yield point when the grain is moistened

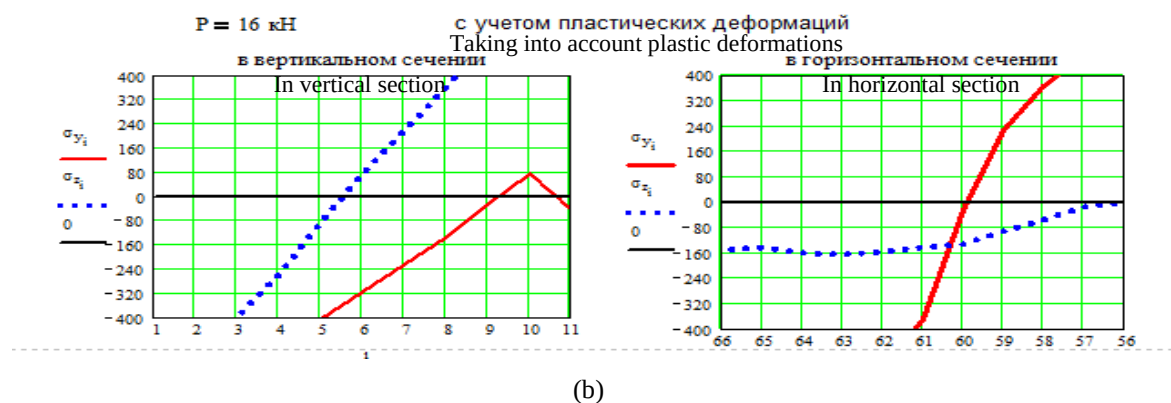
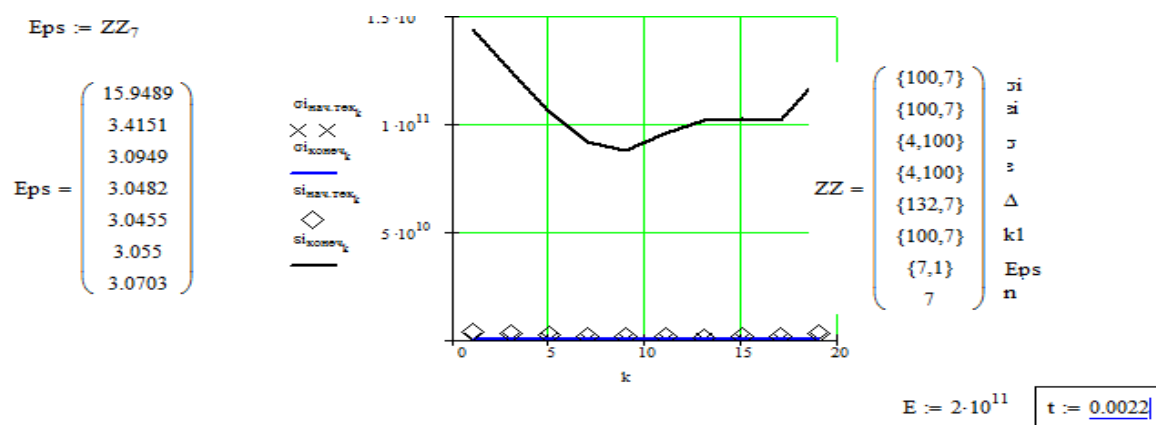
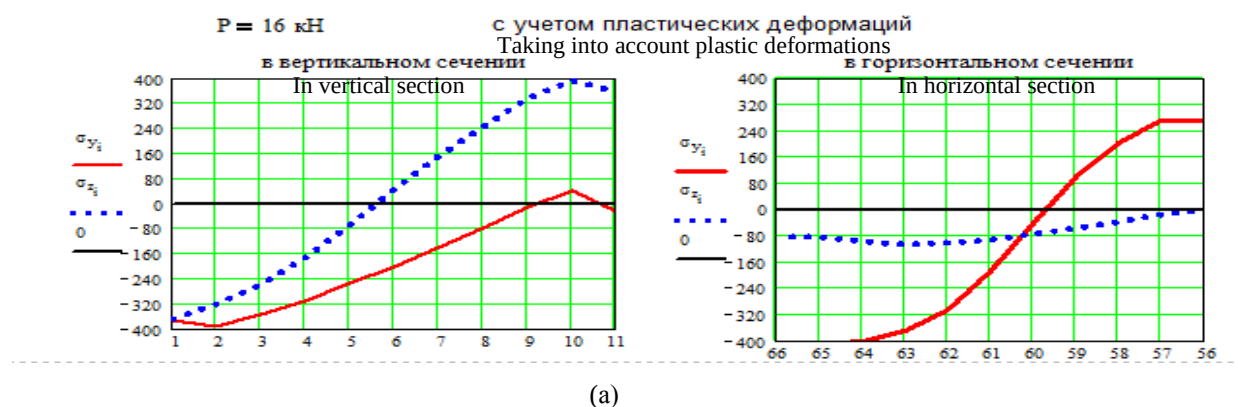
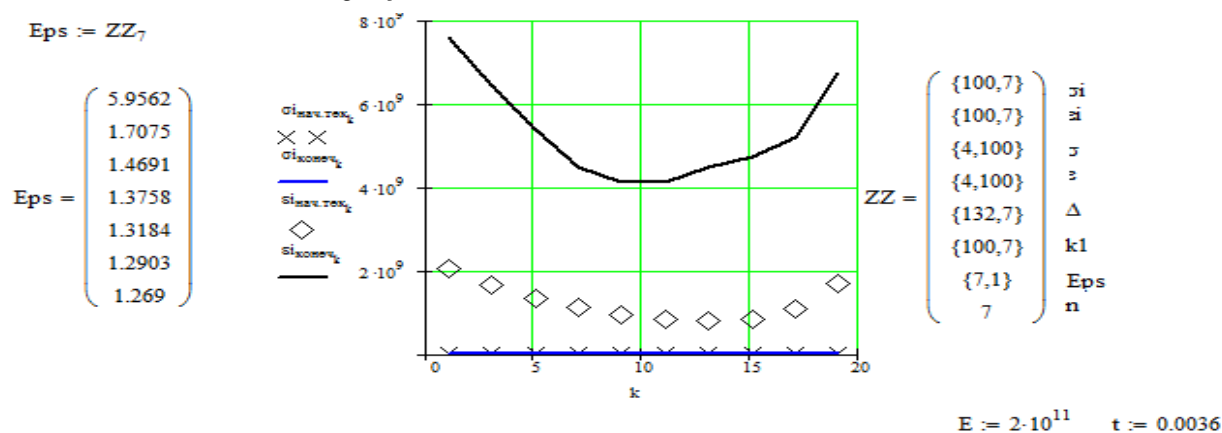


Рисунок 5. Характер изменения напряжений в слоях при дополнительной сортировке зерна

Figure 5. The nature of the change in stresses in layers with additional sorting of grain

Выводы

Проведенное моделирование процесса экспандирования зерновых культур свидетельствует о том, что его эффективность существенным образом зависит от реализуемых технологических режимов таких, как влажность (с повышением влажности падает предел текучести при разрушении оболочки зерна) и толщина оболочки зерна (дополнительная его очистка перед обработкой). При этом следует отметить, что если в первом случае принципиально ход процесса

не изменяется лишь сам он ускоряется, то во втором случае существенно меняется силовое воздействие на отдельные зерна, а, следовательно, и на рабочие элементы камеры экспандера.

Практическими выводами из анализа полученных результатов можно считать рекомендации по обеспечению особого контроля за экспандированием зерна одной сортности и прошедшего одинаковую предварительную подготовку. Такие меры позволят избежать несанкционированных нагрузок на рабочие элементы экспандеров.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Maskan M., Altan A. (ed.). Advances in food extrusion technology. CRC Press, 2011
- 2 Martre P. et al. Modelling the size and composition of fruit, grain and seed by process-based simulation models // New Phytologist. 2011. T. 191. № 3. pp. 601-618.
- 3 Аванесов В.М., Плаксин Ю.М., Стрелюхина А.Н., Ларин В.А. Применение растительных экстрактов при производстве напитков функционального назначения. Хранение и переработка сельхозсырья. 2016. № 7. С. 28–32.
- 4 Angelopoulos P. M., Gerogiorgis D. I., Paspaliaris I. Mathematical modeling and process simulation of perlite grain expansion in a vertical electrical furnace // Applied Mathematical Modelling. 2014. T. 38. №. 5. pp. 1799-1822.
- 5 Аванесов В.М., Плаксин Ю.М., Стрелюхина А.Н., Ларин В.А. Исследование предварительного электроконтактного нагрева при экстрагировании из сухого растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 11. С. 23–27
- 6 Verboloz E., Voronenko B., Pastukhov A., Alekseev G., Pelenko V., Polyakov S. Mathematical modelling of the separation of emulsions through membranes // International Journal for Engineering Modelling. 2014. T. 27. № 3–4. С. 131–135.
- 7 Turner B., Strong R., Gold S. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling // Rapid Prototyping Journal. 2014. T. 20. №. 3. С. 192-204.
- 8 Oke M. O., Awonorin S. O., Workneh T. S. Expansion ratio of extruded water yam (*Dioscorea alata*) starches using a single screw extruder // African Journal of Agricultural Research. 2013. T. 8. №. 9. С. 750-762.
- 9 Алексеев Г.В., Егошина Е.В., Башева Е.П., Верболюз Е.И., Боровков М.И. Оценка конкурентоспособности инновационного технического решения // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2014. № 4. С. 137–146.
- 10 Афанасьев В.А., Джабаев Ю.А. Оценка эффективности производства и использования экспандированных комбикормов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3 (69). С. 313–320.

REFERENCES

- 1 Martre P. et al. Modelling the size and composition of fruit, grain and seed by process-based simulation models. New Phytologist. 2011. vol. 191. no. 3. pp. 601-618.
- 2 Maskan M., Altan A. (ed.). Advances in food extrusion technology. CRC Press, 2011.
- 3 Avanesov V.M., Plaksin Yu. M., Strelyukhi-na A.N., Larin V.A. Use of vegetable extracts by production of drinks of functional purpose. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2016. no. 7. pp. 28–32.
- 4 Angelopoulos P. M., Gerogiorgis D. I., Paspaliaris I. Mathematical modeling and process simulation of perlite grain expansion in a vertical electrical furnace. Applied Mathematical Modelling. 2014. vol. 38. no. 5. pp. 1799-1822.
- 5 Avanesov V.M., Plaksin Yu. M., Strelyukhi-na A.N., Larin V.A. Study of preliminary electrocontact heating at extraction from dry vegetable raw materials. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2015. no. 11. pp. 23–27
- 6 Verboloz E., Voronenko B., Pastukhov A., Alekseev G., Pelenko V., Polyakov S. Mathematical modeling of the separation of emulsions through membranes. [International Journal for Engineering Modelling]. 2014. vol. 27. no. 3–4. pp. 131–135.
- 7 Turner B., Strong R., Gold S. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling. Rapid Prototyping Journal. 2014. vol. 20. no. 3. pp. 192-204.
- 8 Oke M. O., Awonorin S. O., Workneh T. S. Expansion ratio of extruded water yam (*Dioscorea alata*) starches using a single screw extruder. African Journal of Agricultural Research. 2013. vol. 8. no. 9. pp. 750-762.
- 9 Alekseev G.V., Egoshina E.V., Basheva E.P., Verboloz E.I., Borovkov M.I. Assessment of competitiveness of innovative technical solutions. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment* [The scientific journal ITMO. Series: Economics and environmental management]. 2014. no. 4. pp. 137–146. (in Russian).
- 10 Afanas'ev V.A., Dzhabaev Yu.A. Evaluation of the effectiveness of the production and use of feed expanded. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3 (69). pp. 313–320. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Геннадий В. Алексеев д.т.н., профессор, кафедра процессы и аппараты пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, gva2003@mail.ru

Максим В. Гончаров к.т.н., зав. кафедрой, кафедра технологические машины и оборудование, Смоленский филиал национального исследовательского университета МЭИ, Энергетический пр-т, 1, г. Смоленск, Россия, goncharovmaxv@yandex.ru

Анна Г. Леу магистрант, кафедра процессы и аппараты пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, anna.leu@mail.ru

Виталий В. Кривопустов магистрант, кафедра процессы и аппараты пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, vetbel94@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennady V. Alekseev doctor of technical sciences, professor, processes and devices of food productions department, Saint Petersburg State National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia, gva2003@mail.ru

Maxim V. Goncharov candidate of technical sciences, head of department, technological machines and equipment department, Smolensk branch of the national MEI research university, Energeticheskyy av. 1, Smolensk, Russia, goncharovmaxv@yandex.ru

Anna G. Leu master student, processes and devices of food productions department, Saint Petersburg State National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia, anna.leu@mail.ru

Vitaly V. Krivopustov master student, processes and devices of food productions department, Saint Petersburg State National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia, vetbel94@gmail.com

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.11.2017

ACCEPTED 5.18.2017

Оптимизация технологии кормовых брикетов-лизунцов с применением парокомпрессионного теплового насоса

Лариса И. Лыткина	¹	larissaig2410@rambler.ru
Евгения С. Шенцова	¹	evgeniya-shencova@yandex.ru
Оксана А. Апалихина	¹	oxana2031@mail.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. В условиях промышленного содержания животных заметно ослабление их здоровья, в организме большинства отмечаются глубокие нарушения обмена веществ, снижается продуктивность. В таких условиях необходимо использование кормовых добавок в виде брикетов-лизунцов, способных компенсировать недостаток в микро-и макроэлементах, витаминах и многих других веществах. Интенсификация кормопроизводства посредством применения новых прогрессивных технологий позволяет повысить качество продукции и сократить потери при ее производстве. Применяемые технологии брикетов-лизунцов и оборудование для их производства не всегда позволяют обеспечить высокое качество продукции и достижение необходимого эффекта при скормливании. Кроме того, они достаточно энергозатратны, не подразумевают использование вторичных энергоносителей. Поэтому создание функционального продукта, сочетающего в себе комплекс веществ, необходимых в кормлении животных, и разработка энергоэффективного способа его производства является актуальным. Предложенная технология позволяет получить брикеты кормовые с высокой однородностью и заданным содержанием биологически активных веществ, обеспечить более длительную сохранность продукции. В разработанной линии предусмотрено максимально быстрое охлаждение готовой продукции и снижение удельных энергозатрат на ее производство в результате использования теплоты отработанных теплоносителей. Произведенные высококачественные лизунцы оказались однородными по своему составу, стойкими к неблагоприятным условиям. Для них характерна более высокая устойчивость структурно-механических свойств и стабильность качества при хранении в течение длительного времени: через двенадцать месяцев технологические свойства продукции не изменились, признаков порчи, связанных с повышенной влажностью окружающей среды, не отмечено. На поверхности брикетов признаки развития микрофлоры не отмечались. Значения микробиологических показателей качества находились в допустимых пределах.

Ключевые слова: брикеты-лизунцы, энергосберегающая технология, тепловой насос, рецепт, хранение

Optimization of the technology of fodder briquettes-licks with the use of a steam compression heat pump

Larisa I. Lytkina	¹	larissaig2410@rambler.ru
Evgeniya S. Shentsova	¹	evgeniya-shencova@yandex.ru
Oksana A. Apalikhina	¹	oxana2031@mail.ru
Sofiya A. Pereverzeva	¹	sofya.pereverzeva.96@mail.ru

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

Summary. In conditions of industrial maintenance of animals, their health is noticeably weakening, in the majority of the body, profound metabolic disorders are noted, and productivity is reduced. In such conditions it is necessary to use feed additives in the form of briquettes-licks, able to compensate for the lack of micro and macro elements, vitamins and many other substances. Intensification of feed production through the use of new advanced technologies allows to improve the quality of products and reduce losses in its production. The technologies used for briquettes-licks and equipment for their production do not always allow to provide high quality products and achieve the necessary effect when fed. In addition, they are energy-intensive, do not imply the use of secondary energy carriers. Therefore, the creation of a functional product, combining a complex of substances necessary for animal feeding, and the development of an energy-efficient method for its production is topical. The proposed technology makes it possible to obtain feed briquettes with high homogeneity and a specified content of biologically active substances, to ensure a longer-term preservation of the products. The developed line provides for the maximum rapid cooling of the finished product and a reduction in the specific energy consumption for its production as a result of the heat of spent coolants. The high-quality licks produced were homogeneous in their composition, resistant to unfavorable conditions. They are characterized by a higher stability

Для цитирования

Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Апалихина О.А., Переверзева С.А. Оптимизация технологии кормовых брикетов-лизунцов с применением парокомпрессионного теплового насоса // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 61–67. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-61-67

For citation

Lytkina L.I., Shentsova E.S., Apalikhina O.A., Pereverzeva S.A. Optimization of the technology of fodder briquettes-licks with the use of a steam compression heat pump. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 61–67. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-61-67

of structural and mechanical properties and stability of storage quality for a long time: after twelve months, the technological properties of the products have not changed, signs of damage associated with increased humidity of the environment have not been noted. On the surface of briquettes, signs of development of microflora were not observed. The values of microbiological quality indicators were within acceptable limits. The development of energy-efficient method of its production is relevant. The proposed technology allows to obtain feed pellets with high uniformity and specify the content of biologically active substances, provide a long-term preservation products. It gives the possibility of issuing briquettes with high quality. In the developed line provides the most rapid cooling of the finished product and the reduction of specific energy consumption for its production as a result of the use of waste heat coolant. High licks were homogeneous resistant to adverse conditions and maintain the structural and mechanical properties and quality for a long time. If stored for twelve months technological properties of the product have not changed, deterioration of symptoms associated with high ambient humidity, it is noted. On the surface of briquettes signs of microflora is not observed. Values of microbiological quality parameters were within acceptable limits.

Keywords: briquettes-lick, energy-saving technology, heat pump, recipe, storage

Введение

Повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции через техническую и технологическую модернизацию производства является важнейшей задачей национального проекта «Развитие Агропромышленного комплекса на 2013–2020 годы». В настоящее время на отечественном рынке представлено большое разнообразие кормов для крупного рогатого скота. Однако даже самые совершенные из них не способны в полной мере восполнить недостаток различных микроэлементов, которые животные недополучают в процессе кормления. Для восполнения дефицита микроэлементов требуется создание функционального продукта, сочетающего

в себе комплекс необходимых компонентов, отличающегося энергоэффективным способом производства и обеспечивающим более длительный срок хранения продукции. Таким продуктом является брикет-лизунец, в состав которого входит меласса свекловичная, соль кормовая, витамины, макро- и микроэлементы [1]. Содержание значительного количества мелассы в брикетах позволяет не только получить продукт высокой прочности. При этом расширяется возможность использования вторичных ресурсов свеклосахарного производства [2].

Материалы и методы

Компонентный состав брикета-лизунца представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Рецепт брикета-лизунца для подкормки крупного рогатого скота

Table 1.

Recipe briquette-lick to feedcattle

Компонент Component	Содержание в рецепте, г/кг Contents in the recipe, g/kg
Меласса свекловичная Beet molasses	455
Оксид магния Magnesium oxide	120
Монокальций фосфат Monocalcium phosphate	100
Сульфат меди Copper Sulphate	5
Сульфат цинка Zinc sulphate	15
Карбонат кобальта Cobalt carbonate	0.44
Йодид калия Potassium iodide	0.15
Сульфат марганца Manganese sulphate	12
Селенит натрия Selenite Sodium	0.05
Витамин А Vitamin A	0.6
Витамин Д Vitamin D	1.15
Витамин Е Vitamin E	2
Соль кормовая Salt forage	150
Известь негашеная Lime quicklime	130
Энерген Energener	8
Выход, г Yield, g	1000

Целью работы является разработка энергоэффективной технологии получения брикетов-лизунцов для подкормки крупного рогатого скота, способной повысить качество и кормовую ценность продукции, а также увеличить сроки ее хранения и снизить удельные энергозатраты на производство.

Известные на сегодняшний день технологии производства лизунцов достаточно энергозатратны и не обеспечивают необходимую однородность продукта и сохранность

биологически активных веществ, содержащихся в его составе.

Разработан способ производства брикетов-лизунцов для подкормки крупного рогатого скота с использованием двухступенчатой холодильной машины, являющейся источником тепла для подогрева кормовой свекловичной мелассы, и холода для максимально быстрого охлаждения готовой продукции (рисунок 1) [3].

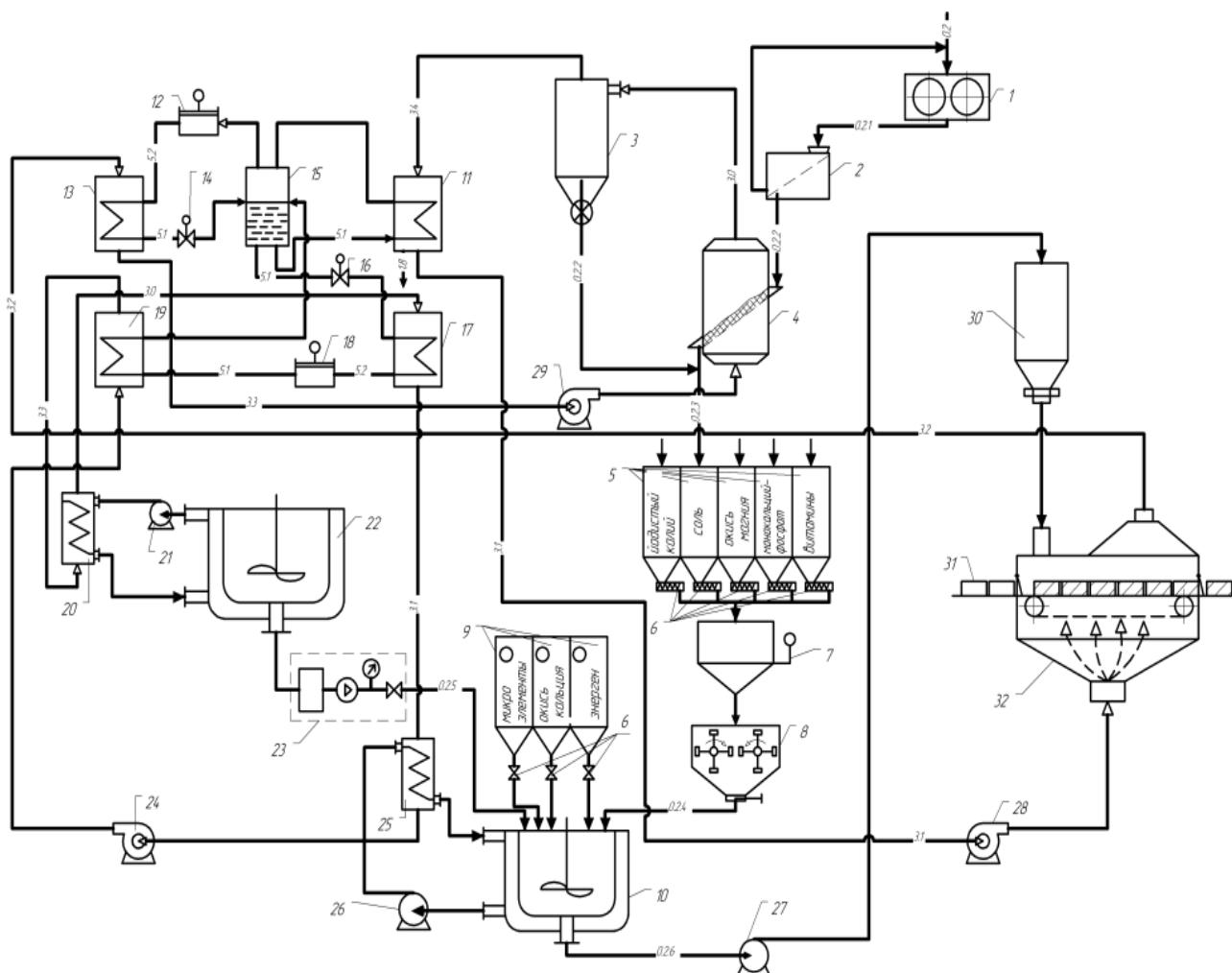


Рисунок 1. Технологическая линия получения брикетов-лизунцов: 1-измельчитель; 2-просеивающая машина; 3-фильтр-циклон; 4-сушилка; 5-бункера для сыпучих компонентов; 6-питатели; 7-дозатор; 8 – смеситель; 9-бункера для жидких компонентов; 10-реактор с теплообменной рубашкой; 11-двухступенчатая холодильная машина; испаритель первой –17 и второй –11 ступени; компрессор первой –18 и второй –12 ступени; конденсатор первой –19 и второй –13 ступени; терморегулирующие вентили первой (ТРВ) – 16 и второй –14 ступени; 15 – промежуточный сосуд; 20 – теплообменники для подогрева воды, 25 – теплообменники для охлаждения воды; 21, 26, 27 – насосы; 22 – подогреватель мелассы с теплообменной рубашкой; 23 – линия ввода мелассы; 24, 28, 29 – вентиляторы; 30 – дозатор-разгрузитель; 31 – формы для брикетов; 32 – камеру формования и охлаждения.

Figure 1. The production line producing briquettes-licks: 1 – chopper; 2 – sieve shaker; 3 – filter-cyclone; 4 – dryer; 5 – hopper for bulk components; 6 – feeders; 7 – the dispenser; 8 – mixer; 9 – hopper for liquid components; 10 – heat transfer reactor jacket; 11 – two-stage chiller; the evaporator of the first –17 and the second –11 steps; the compressor of the first –18 and second – 12 steps; the capacitor of the first – 19 and the second –13 stage; thermostatic valve first (TRV) – 16 and the second – stage 14; 15 – an intermediate vessel; 20 – heat exchanger for hot water, 25 – heat-nicks for water cooling, 21, 26, 27 – pumps; 22 – molasses heater with heat exchange jacket; 23 – input line molasses; 24, 28, 29 – fan; 30 – feeder-discharger; 31 – form briquettes; 32 – single-molding and cooling measure.

Технология производства брикетов-лизунцов осуществляется следующим образом. Исходную кормовую соль по линии 0.2 подают на измельчение в измельчитель, а затем по линии 0.2.1 в просеивающую машину. Из просеивающей машины сходовую фракцию возвращают на доизмельчение, а проходную фракцию с крупностью частиц соли 1–2 мм по линии 0.2.2 направляют в сушилку для сушки воздухом с температурой 100–110 °С до влажности 0,2–0,3%. Измельченную и высушенную соль в количестве 10–15% вместе с другими сыпучими компонентами дозируют в соответствии с рецептурой и направляют в смеситель. Сыпучие компоненты смешивают в течение 6 мин до достижения степени однородности не менее 90%, а затем полученную предварительную смесь сыпучих компонентов по линии 0.2.4 направляют на смешивание с жидкими компонентами в реактор с теплообменной рубашкой [3].

Жидкие компоненты из бункеров питателями, в соответствии с рецептурой, тоже подают в реактор с теплообменной рубашкой, в который по линии ввода также дозируют мелассу в количестве 40–45%, подогретую до температуры 60–65 °С. Причем подогрев мелассы осуществляют горячей водой с температурой 70–80 °С, подаваемой в теплообменную рубашку подогревателя насосом. При смешивании всех компонентов в реакторе с теплообменной рубашкой происходит выделение теплоты, которую отводят с помощью холодной воды с температурой 12–14 °С, подаваемой в теплообменную рубашку реактора насосом. Готовую смесь с температурой 60–62 °С по линии 0.2.6 насосом направляют в дозатор-разгрузитель и затем в камеру формования, где смесь помещают в формы для брикетов с последующим их охлаждением холодным воздухом с температурой 2–4 °С и выводом из камеры готовой продукции – кормового брикета.

Работа двухступенчатого теплового насоса [4–6] характеризуется последовательным сжатием паров компрессорами 1-й и 2-й ступени с промежуточным охлаждением за счет кипения хладагента, подаваемого в промежуточный сосуд. При этом уменьшается объем паров и снижаются затраты работы для последующего их сжатия. Уменьшение перепада давлений в каждой ступени ослабляет теплообмен паров со стенками цилиндров и улучшает условия рабочего процесса в компрессоре. При двухступенчатом сжатии снижается также температура перегрева нагнетаемых паров, что способствует лучшей смазке цилиндров.

Кроме того, двухступенчатый тепловой насос позволяет работать с двумя температурами кипения хладагента, и, соответственно, с двумя и более температурными потенциалами.

Отработанный холодный воздух из камеры формования и охлаждения по линии 3.2 вначале подают на нагрев до температуры 100–110 °С в конденсатор второй ступени, а затем вентилятором по линии 3.3 в сушилку для сушки соли. Отработанный после сушки воздух по линии 3.0 направляют на очистку в фильтр-циклон, причем выделенные частицы кормовой соли из фильтр-циклона по линии 0.2.2 объединяют с высушенной солью, а очищенный воздух по линии 3.4 подают на охлаждение до температуры 2–4 °С в испаритель второй ступени, откуда вентилятором по линии 3.1 возвращают на охлаждение брикетов в камеру формования и охлаждения с образованием замкнутого контура.

Охлаждение воды до температуры 12–14 °С перед ее подачей для отвода теплоты смеси в теплообменную рубашку реактора, осуществляют в теплообменнике холодным воздухом с температурой 8–10 °С. После чего отработанный воздух вентилятором по линии 3.2 направляют на нагрев до температуры 85–95 °С в конденсатор первой ступени, а затем по линии 3.3 в теплообменник на подогрев воды до температуры 70–80 °С и далее по линии 3.0 на охлаждение до температуры 8–10 °С в испаритель первой ступени с последующим возвратом по линии 3.1 в теплообменник для охлаждения воды до температуры 12–14 °С с образованием замкнутого контура.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследований провели сравнительное изучение качества полученной продукции. Для этого изучали качество брикетов-лизунцов, выработанных по предлагаемой (опыт) и применяемой технологии (контроль) [7]. За счет использования двухступенчатого смешивания компонентов степень однородности в опытном варианте оказалась выше, чем в контрольном варианте, выработанном по существующей технологии (таблица 2). Кроме того, обеспечена высокая сохранность витаминов в процессе выработки, благодаря максимально быстрому охлаждению брикетов.

Изучены гигроскопические свойства кормовых брикетов. Установлено, что характер изменения равновесной влажности в исследуемой продукции существенно не отличался.

Содержание витаминов в брикетах

Table 2

The content of vitamins in briquettes

Витамины Vitamins	Содержание витаминов в брикетах, % от введенного количества The content of vitamins in briquettes, % of the amount administered		Степень однородности по распределению витаминов The degree of homogeneity in the distribution of vitamins	
	применяемая технология Applied technology	Предлагаемая Proposed technology	применяемая технология Applied technology	Предлагаемая Proposed technology
А	91,8	95,9	88,6	93,9
Д	85,4	98,6	81,6	96,5
Е	87,9	99,0	83,2	97,7

Установлено, что хранение в складе при относительной влажности воздуха выше 70% приведет к поглощению продуктом влаги, его увлажнению и ухудшению качества. На рисунке 2 представлена динамика изменения содержания витамина А в кормовых брикетах при хранении в складе в течение 14 месяцев. Хранение в течение 12 месяцев не привело к их значительному разрушению в опытном варианте, в сравнении с контрольным.

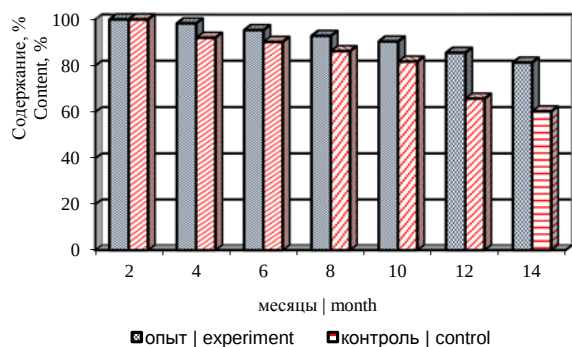


Рисунок 2. Изменение содержания витамина А в кормовых брикетах при хранении

Figure 2. Change in the content of vitamin A in feed briquettes during storage

Содержание витаминов А, Е, Д в кормовых брикетах при хранении в складе к концу 12 месяца составило в опытном варианте соответственно 90,5; 91,4 и 90,7%, а в контроле – 81,8; 71,4 и 70,3%. При хранении в течение 12 месяцев технологические свойства продукции не изменились, признаков порчи, связанных с повышенной влажностью окружающей среды, не отмечено. На поверхности брикетов признаки развития микрофлоры не отмечались [8].

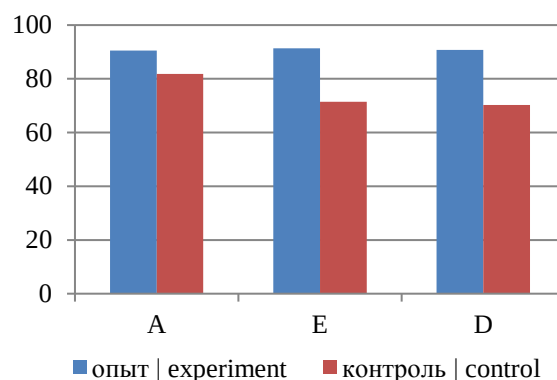


Рисунок 3. Изменение содержания витаминов А, Е, Д в кормовых брикетах после 12 месяцев хранения

Figure 3. Change in the content of vitamin A, E, D in briquettes during storage in production conditions

Микробиологические показатели качества находились в допустимых пределах. В условиях дальнейшего хранения потери витаминов в опытном и контрольном вариантах существенно выросли и превысили 10% [9]. В результате исследований предложено ограничить срок хранения, он не должен превышать двенадцать месяцев (рисунок 3).

Заключение

Предлагаемая энергоэффективная технология получения брикетов-лизунцов для подкормки крупного рогатого скота позволяет повысить качество продукции и снизить удельные энергозатраты на 10–12% в результате использования в линии двухступенчатой холодильной машины, являющейся источником тепла, используемого для подогрева мелассы и холода для максимально быстрого охлаждения брикетов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Alves D. A. H. и др. Physicochemical characterization of briquettes made from processing waste of cassava and maize // *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2016. Т. 18. №. 1. С. 41-48.

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 ВГУИТ*. 2016. № 3. С. 61-67.

3 Пат. РФ № 2595177 Способ производства брикетов кормовых и линия для его осуществления / Шевцов А.А., Дранников А.В., Шенцова Е.С. Опубл. 20.08.2016. Бюл. № 23.

4 Esfahani I. J., Kang Y. T., Yoo C. K. A high efficient combined multi-effect evaporation-absorption heat pump and vapor-compression refrigeration part 1: Energy and economic modeling and analysis // *Energy*. 2014. Т. 75. С. 312-326.

5 Mohammadi A. и др. Exergy analysis of a Combined Cooling, Heating and Power system integrated with wind turbine and compressed air energy storage system // *Energy Conversion and Management*. 2017. Т. 131. С. 69-78.

6 Çakır U., Çomaklı K. Exergetic interrelation between an heat pump and components // *Applied Thermal Engineering*. 2016. Т. 105. С. 659-668.

7 Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Многофункциональное кормопроизводство России // *Кормопроизводство*. 2011. № 10. С. 3-5.

8 Киселев А.А. Зоотехнические исследования по определению эффективности УВДМ дойными коровами и молодняком КРС // *Электронный научный журнал*. 2016. № 3. С. 33-37.

9 Афанасьев В.А., Киселев А.А. Разработка технологии влажного прессования углеводно-витаминно-минеральных добавок с повышением содержания мелассы // *Вестник ВГУИТ*. 2015. № 1. С. 70-73.

Шевцов С.А. Компенсация теплоэнергетических потерь в производстве варено-сушеных круп с использованием теплового насоса // *Вестник ВГУИТ*. 2015. № 2 (64). С. 14-20.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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, larissaig2410@rambler.ru

Евгения С. Шенцова д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, evgeniya-shencova@yandex.ru

REFERENCES

1 Alves D. A. H. et al. Physicochemical characterization of briquettes made from processing waste of cassava and maize. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2016. vol. 18. no. 1. pp. 41-48.

2 Shentsova E. S., Lytkina L. I., Apalikhina O. A., Murav'ev A. S. The choice of rational parameters of process conditions of the mixing process upon receipt of fodder briquettes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 61-67. (in Russian).

3 Shevtsov A. A., Drannikov A. V., Shentsova E. S. Sposob proizvodstva briketov kormovykh i liniya dlya ego osushchestvleniya [Method of production of briquettes and feed line for its implementation]. Patent RF, no. 2595177. Publ. 20.08.2016.

4 Esfahani I. J., Kang Y. T., Yoo C. K. A high efficient combined multi-effect evaporation-absorption heat pump and vapor-compression refrigeration part 1: Energy and economic modeling and analysis. *Energy*. 2014. vol. 75. pp. 312-326.

5 Mohammadi A. et al. Exergy analysis of a Combined Cooling, Heating and Power system integrated with wind turbine and compressed air energy storage system. *Energy Conversion and Management*. 2017. vol. 131. pp. 69-78.

6 Çakır U., Çomaklı K. Exergetic interrelation between an heat pump and components. *Applied Thermal Engineering*. 2016. vol. 105. pp. 659-668.

7 Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Multifunctional forage production in Russia. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production]. 2011. no. 10. pp. 3-5. (in Russian).

8 Kiselev A.A. Zootechnical studies to determine the effectiveness of UVDМ milch cows and young cattle. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal* [The electronic scientific journal]. 2016. no. 3. pp. 33-37. (in Russian).

9 Afanas'ev V.A., Kisilev A.A. Development of technology for wet pressing, carbohydrate. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 1. pp. 70-73. (in Russian).

10 Shevtsov S.A. Compensation of thermal power losses in the production of cooked and dried cereals using a heat pump. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 2 (64). pp. 14-20. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa I. Lytkina doctor of technical sciences, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, larissaig2410@rambler.ru

Evgeniya S. Shentsova doctor of technical sciences, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, evgeniya-shencova@yandex.ru

Оксана А. Апалихина соискатель, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, oxana2031@mail.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, Россия, sofya.pereverzeva.96@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Евгения С. Шенцова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, консультация в ходе исследования

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

Софья А. Переверзева первичная обработка данных, проведение расчетов

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 24.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 05.04.2017

Oksana A. Apalihina applicant, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, oxana2031@mail.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

Evgeniya S. Shentsova review of the literature on an investigated problem, consultation during the study

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

Sofiya A. Pereverzeva primary data processing, carrying out calculations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.24.2017

ACCEPTED 4.5.2017

Оценка значений технологических параметров электрогидравлического воздействия на зерновой продукт численными методами

Елена И. Верболоз¹ elenaverboloz@mail.ru

Александр А. Лоза¹ projecttechnic@mail.ru

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

Реферат. Зерно злаковых культур наряду с другими видами питательных веществ много содержит крахмала, усвоение которого происходит медленно и при этом продуктивно используются только определенные формы и то в небольшом количестве. По данным ряда исследований, усвояемость питательного потенциала крахмала в созданной природной форме не превышает 20–25% в зависимости от вида культур. Поэтому задача новых технологий переработки зерна и состоит во внедрении таких способов обработки исходного сырья, которые позволили бы перевести крахмал в удобную для усвоения организмом форму. Это возможно при разрушении зернистой структуры крахмала на клеточном уровне, что способствует разрыву природных связей между отдельными составляющими частями и переводу его в более простые углеводы в виде декстринов и сахаров. Без специальной обработки трудноусвояемой является также и клетчатка, которая содержится в большом количестве в зерне и бобах, особенно в их верхних защитных слоях и оболочках. Поэтому разрабатываемые способы углубленной переработки исходного зернового сырья должны способствовать деструкции части целлюлозно-лигнинных образований клетчатки в природных формах в более простые виды моносахаров и аминокислот. В мировой практике производства существует множество методов и технологий обработки зернового сырья с целью повышения его питательности. В последние годы наряду с такими приемами как экструдирование и экспандирование все больший интерес специалисты обращают на методы прямого воздействия электро магнитных полей на прерабатываемое сырье. Одним из таких технологических приемов является метод электрогидравлического воздействия.

Ключевые слова: экструзия, экспондирование, оценка параметров, численные методы оценки параметров

Estimation of values of technological parameters of electrohydraulic action on a grain product by numerical methods

Elena I. Verboloz¹ elenaverboloz@mail.ru

Alexander A. Loza¹ projecttechnic@mail.ru

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

Summary. Grain of cereal cultures along with other types of nutrients contains much starch which digestion happens slowly and at the same time only certain forms and that in a small amount are productively used. According to a number of researches, the comprehensibility of nutritious potential of starch in the created natural form does not exceed 20–25% depending on a type of cultures. Therefore the problem of new technologies of processing of grain also consists in introduction of such ways of processing of initial raw materials which would allow to translate starch in convenient for assimilation by an organism a form. It is possible at destruction of granular structure of starch at the cellular level that promotes a rupture of natural communications between separate components and to his translation in more plain carbohydrates in the form of dextrans and sugars. Without special processing is trudnousvoyaemy as well cellulose which contains in a large number in grain and beans, especially in their top protective layers and covers. Therefore the developed ways of profound processing of initial grain raw materials have to promote destruction of a part of cellulose and lignin formations of cellulose in natural forms in simpler types of monosugars and amino acids. In world practice of production there is a set of methods and technologies of processing of grain raw materials for the purpose of increase in its nutritiousness. In recent years along with such receptions as extruding and expansion experts turn the increasing interest on methods of direct impact of electro magnetic fields on the earned extra raw materials. One of such processing methods is the method of electrohydraulic influence.

Keywords: extrusion, expansion, assessment of parameter, numerical methods of assessment of parameters

Введение

Современные технологии производства пищевых продуктов весьма успешно используют приемы импульсного высокоэнергетического воздействия. Одним из таких приемов является процесс экспандирования зерновых и других компонентов, который, как и экструдирование, расширяет возможности для совершенствования

технологии пищевого производства. При обработке в экспандере продукт подвергается глубокому структурному преобразованию. Изменяются свойства материала. Происходит полная клейстеризация крахмала, повышаются содержание декстринов и других низкомолекулярных углеводов, атакуемость белков ферментами. Все это способствует более полному усвоению

Для цитирования

Верболоз Е.И., Лоза А.А. Оценка значений технологических параметров электрогидравлического воздействия на зерновой продукт численными методами // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 68–72. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-68-72

For citation

Verboloz E. I., Loza O. I. Estimation of values of technological parameters of electrohydraulic action on a grain product by numerical methods. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 68–72. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-68-72

питательных веществ продукта, причем с меньшей затратой энергии на процесс пищеварения. При этом полностью уничтожаются микроорганизмы, повышается питательная ценность пищевого, в частности на основе зерновых продукта. Расширяется возможность использования новых видов сырья. Процесс экструдирования при этом является весьма энергоемким. Удельный расход энергии на его осуществление составляет 120–150 кВт·ч/т [1]. Поэтому при поиске эффективного, но менее энергоемкого варианта термомеханической обработки продуктов, в том числе в пищевом производстве, специалисты предпринимают попытки разработки новых технологий и аппаратов.

К числу достаточно эффективных, но пока мало используемых в пищевых производствах приемов подвода энергии является электрогидравлический. Мгновенное вскипание внутри предварительно замоченного зерна жидкости приводит к «взрыву» зерновой оболочки, а возникающая снаружи гидравлическое волновое давление, способствует мгновенному сжатию частиц разрушенного зерна. Наиболее эффективным такое воздействие, по-видимому, является при дальнейшем увлажнении измельченного зернового продукта, например, при приготовлении теста или в пивоваренном производстве при увлажнении солода.

Рассмотрим модель единичного зерна в виде некоторой растительной оболочки с действующим на нее внутренним давлением за счет образованных внутри при вскипании газов. Поставим задачу для произвольной формы оболочки, состоящей из трех частей различных по форме конической, цилиндрической и сферической (рисунок 1), найти толщину стенки при заданных габаритных размерах и внутреннем давлении [2–5].

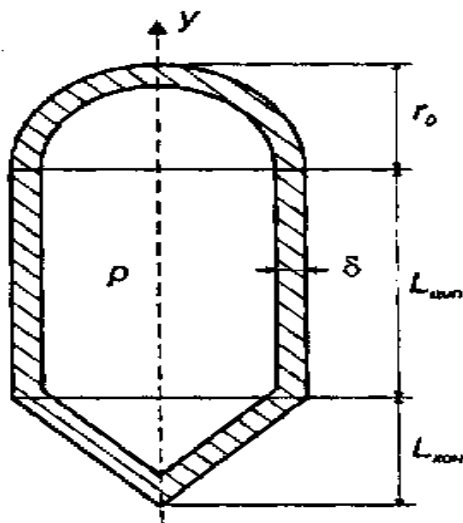


Рисунок 1. Расчетная схема зерновой оболочки
Figure 1. The design scheme of the grain shell

Расчет ведем с учетом размерностей, поэтому в начале программы для прикладного пакета программы Mathcad приведем размерности необходимых параметров, в частности: радиуса цилиндрической части r_0 , давления p , длины цилиндрической и конической частей оболочки $L_{кон}$ и $L_{цил}$, приближенное значение толщины оболочки δ (для вывода промежуточных результатов расчетов), допускаемое напряжение $\sigma_{доп}$ (рисунок 2).

Для построения графиков напряжений приведена зависимость радиуса поперечного сечения оболочки $r(y)$ от координаты y (вдоль оси оболочки), а также для конической, цилиндрической и сферической частей оболочки. Найден радиус кривизны конической части $r(y)$.

При вычислении радиуса $r(y)$ сферической части подкоренное выражение взято по модулю, т. к. в процессе вычислений при равенстве нулю подкоренного выражения машинный нуль округляется то в положительную, то в отрицательную сторону, при этом программа может выдавать ошибку.

Выражения для тангенциальных a , и меридиональных напряжений a_r , как и радиуса $r(y)$, также записаны в виде подпрограмм.

При записи программ с условиями следили, чтобы были определены значения функции при всех значениях аргумента, уделяя особое значение знакам.

По значениям a , и $\sigma_{доп}$ определяются эквивалентные напряжения по третьей или по четвертой гипотезам прочности.

Все выражения для напряжений записаны для четырех параметров $\sigma(t, x, y, z)$. Такая форма записи делает программу расчета универсальной, позволяя определять напряжения при любых значениях этих параметров [3, 5–8].

На этом же рисунке показаны графики изменения напряжений σ , a_m , a_s по длине оболочки при заданных в начале программы значениях p , r_0 , L . Внизу показано определение допускаемой толщины оболочки из условия прочности с помощью дополнительного вычислительного блока.

Вычислительному блоку предшествует начальное приближение толщины δ . Варьируя исходные значения p и r_0 , можно определить допускаемую толщину оболочки $\delta_{доп}$ при любых значениях давления и радиуса оболочки.

Из условия прочности можно определить и давление p при заданных толщине δ и радиусе r_0 .

Выведенный график описывает зависимость допускаемой толщины оболочки от давления и радиуса оболочки. График построен по расчетному массиву точек.

На рисунке 2 приведен расчет радиальных перемещений оболочки по известной из сопромата формуле. Перемещения L_r определяются для допускаемой толщины оболочки [4, 9–11].

Чтобы определить перемещения при иной толщине оболочки, ее надо задать программе выше места определения перемещений.

На рисунке 3 выведены значения рассчитанных перемещений и построен график поверхности оболочки до и после деформации. Промежуточная функция $K(y, 0)$ задает вектор координат точек поверхности (сверху вниз: вдоль радиуса, по углу, по оси оболочки).

$$\alpha := \arctan\left(\frac{r_0}{L_{\text{кон}}}\right) \quad r(y) := \begin{cases} r_0 \cdot \frac{y}{L_{\text{кон}}} & \text{if } y < L_{\text{кон}} \\ r_0 & \text{if } L_{\text{кон}} \leq y < L_{\text{кон}} + L_{\text{двст}} \\ \sqrt{r_0^2 - [(y - L_{\text{кон}}) - L_{\text{двст}}]^2} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \rho_t(y) := \frac{r(y)}{\cos(\alpha)}$$

$$\sigma_t(p, r_0, \delta, y) := \begin{cases} \left(p \cdot \frac{\rho_t(y)}{\delta}\right) & \text{if } y < L_{\text{кон}} \\ \left(p \cdot \frac{r_0}{\delta}\right) & \text{if } L_{\text{кон}} \leq y < L_{\text{кон}} + L_{\text{двст}} \\ \frac{p \cdot r_0}{2 \cdot \delta} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \sigma_m(p, r_0, \delta, y) := \begin{cases} \left(p \cdot \frac{\rho_t(y)}{2 \cdot \delta \cdot \cos(\alpha)}\right) & \text{if } y < L_{\text{кон}} \\ \left(p \cdot \frac{r_0}{2 \cdot \delta}\right) & \text{if } L_{\text{кон}} \leq y < L_{\text{кон}} + L_{\text{двст}} \\ \frac{p \cdot r_0}{2 \cdot \delta} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$L := L_{\text{кон}} + L_{\text{двст}} + r_0 \quad L = 1.2 \text{ м} \quad y := 0 \text{ см}, \frac{L}{50} \dots L \quad \sigma_3(p, r_0, \delta, y) := \sigma_t(p, r_0, \delta, y) \quad \text{по 3-ей гипотезе}$$

$$\sigma_3(p, r_0, \delta, y) := \sqrt{|\sigma_t(p, r_0, \delta, y)|^2 + |\sigma_m(p, r_0, \delta, y)|^2 - \sigma_t(p, r_0, \delta, y) \sigma_m(p, r_0, \delta, y)} \quad \text{по 4-ой гипотезе}$$

Рисунок 2. Программа для расчетов

Figure 2. Program for settlements

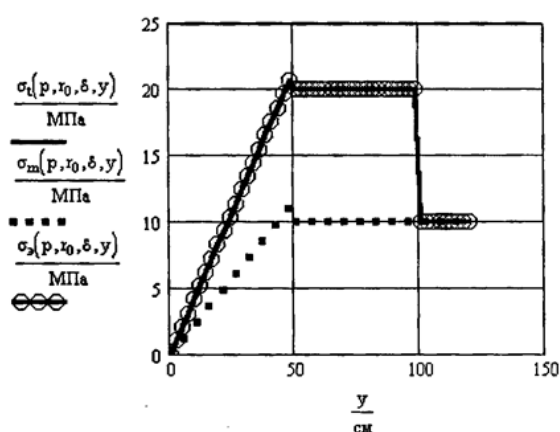
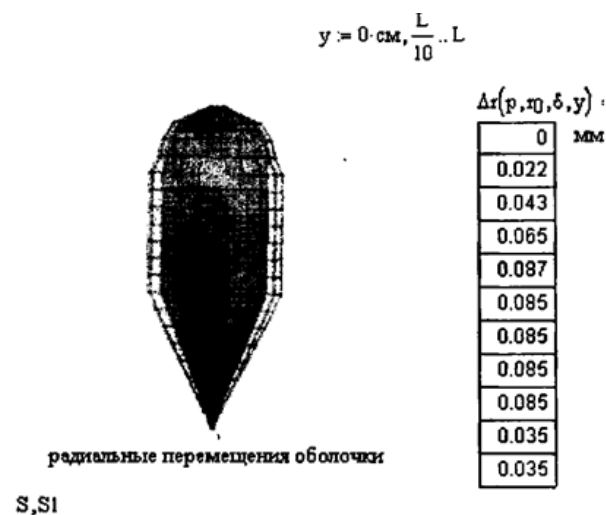


Рисунок 3. Графическое изображение результатов

Figure 3. Graphical representation of results

Полученная универсальная программа пригодна для расчета технологических режимов (внутреннего давления и температуры) для любой толщины оболочки. Для оболочки, составленной из других элементов, можно внести соответствующие изменения в подпрограммы определения напряжений и радиусов кривизны на рисунке 4. Рядом с графиком выведены таблицы значений $\delta_{\text{дон}}$ для различных p и r_0 . Внизу выведен двумерный график зависимости $\delta_{\text{дон}}$ от p .

Поскольку радиальные перемещения оболочки малы, для наглядности они увеличены с помощью масштабного коэффициента $10^{2.8}$. Такая форма записи масштабного коэффициента очень удобна. Она позволяет, меняя показатель степени, быстро менять масштаб графика [5, 12].



S, SI

$$q := \sigma_m(p, r_0, \delta, L_{\text{двст}}) \cdot \delta \cdot \sin(\alpha) \quad q = 18.57 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Рисунок 4. Характер деформации оболочки единичного зерна

Figure 4. The nature of the deformation of the shell of a unit grain

Выводы

Выполненный анализ характера деформирования тонкостенной оболочки произвольной формы, особенно в ее цилиндрической части, под действием внутреннего давления позволяет для данных характеристик зерна, определяющего прочность и толщину его эпидермы, подобрать

ЛИТЕРАТУРА

1 Egoshina E.V., Verboloz E.I., Fedorov A.V., Tagiyev S.K. Experimental studies of hydrodynamics of two-phase gas-liquid system in the production of vegetable oils and fats // *International Food Research Journal*. 2015. Т. 22. № 5. С. 1906–1910.

2 Афанасьев В.А., Остриков А.Н., Василенко В.Н., Фролова Л.Н. Энергоресурсосберегающие технологии переработки зернобобового, масличного и эфиромасличного сырья. Воронеж, 2017.

3 Pelenko V.V., Verboloz E.I., Baranenko A.V. The theoretical analysis and optimization of the cutting knifegrille pair parameters in the screws // *Agronomy Research*. 2015. Т. 13. № 3. С. 709–722.

4 Афанасьев В.А., Остриков А.Н., Мануйлов В.В. Разработка комплекта оборудования для производства зерновых хлопьев для комбикормов. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. № 1 (15). С. 74–76

5 Аванесов В.М., Плаксин Ю.М., Стрелюхина А.Н., Ларин В.А. Применение растительных экстрактов при производстве напитков функционального назначения // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2016. № 7. С. 28–32.

6 Chen H. и др. Storage Stability of Vitamin-fortified Extruded Rice Grains // *Food Science*. 2011. Т. 10. С. 066.

7 Аванесов В.М., Плаксин Ю.М., Стрелюхина А.Н., Ларин В.А. Исследование предварительного электроконтактного нагрева при экстрагировании из сухого растительного сырья // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2015. № 11. С. 23–27

8 Verboloz E., Voronenko B., Pastukhov A., Alekseev G., Pelenko V., Polyakov S. Mathematical modelling of the separation of emulsions through membranes // *International Journal for Engineering Modelling*. 2014. Т. 27. № 3–4. С. 131–135.

9 Романчиков С.А., Гришин А.В., Сидоров Е.М. Перспективы развития модифицированных видов продовольствия. Проблемы воспроизводства общественного капитала в контексте глобального неравенства // *Материалы IX Международной заочной научно-практической конференции*. 2014. С. 131–138

10 Аванесов В.М., Плаксин Ю.М., Стрелюхина А.Н., Ларин В.А. Производство дисперсных растительных продуктов методом распылительной сушки // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2016. № 5. С. 9–13.

11 Rashid S. и др. Effects of extrusion cooking on the dietary fibre content and Water Solubility Index of wheat bran extrudates // *International Journal of Food Science & Technology*. 2015. Т. 50. № 7. С. 1533–1537.

такие характеристики окружающей среды, которые необходимы для разрушения оболочки, с одной стороны, и достижимы при импульсном электрогидравлическом воздействии, с другой.

Реальные технологические режимы процесса должны назначаться после экспериментальной проверки предлагаемых численных расчетов.

12 Robin F., Théoduloz C., Srichuwong S. Properties of extruded whole grain cereals and pseudocereals flours // *International journal of food science & technology*. 2015. Т. 50. №. 10. С. 2152–2159.

13 Кретьова Ю.И. Совершенствование технологии обработки зернового сырья в процессе солодоращения // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2015. Т. 3. № 2. С. 27–32.

REFERENCES

1 Egoshina E.V., Verboloz E.I., Fedorov A.V., Tagiyev S.K. Experimental studies of hydrodynamics of two-phase gas-liquid system in the production of vegetable oils and fats. *International Food Research Journal*. 2015. vol. 22. no. 5. pp. 1906–1910.

2 Afanasyev V.A., Ostrikov A.N., Vasilenko V.N., Frolova L.N. Power resource-saving technologies of processing of leguminous, olive and efir raw materials. Voronezh, 2017.

3 Pelenko V.V., Verboloz E.I., Baranenko A.V. The theoretical analysis and optimization of the cutting knifegrille pair parameters in the screws. *Agronomy Research*. 2015. vol. 13. no. 3. pp. 709–722.

4 Afanasyev V.A., Ostrikov A.N., Manuylov V.V. Development of a set of the equipment for grain flakes compound feeds. [Technologies food and processing products of healthy food]. 2017. no. 1 (15). pp. 74–76

5 Avanesov V.M., Plaksin Yu. M., Strelyukhi-na A.N., Larin V.A. Use of vegetable extracts by production of drinks of functional purpose. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyry'ja* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2016. no. 7. pp. 28–32.

6 Chen H. et al. Storage Stability of Vitamin-fortified Extruded Rice Grains. *Food Science*. 2011. vol. 10. pp. 066.

7 Avanesov V.M., Plaksin Yu. M., Strelyukhi-na A.N., Larin V.A. Study of preliminary electrocontact heating at extraction from dry vegetable raw materials. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyry'ja* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2015. no. 11. pp. 23–27

8 Verboloz E., Voronenko B., Pastukhov A., Alekseev G., Pelenko V., Polyakov S. Mathematical modeling of the separation of emulsions through membranes. [International Journal for Engineering Modelling]. 2014. vol. 27. no. 3–4. pp. 131–135.

9 Romanchikov S.A., Grishin A.V., Sidorov E.M. The prospects of development of the modified types of food of the Problem of reproduction of the public capital in the context of global inequality [Materials IX of the International correspondence scientific and practical conference]. 2014. pp. 131–138

10 Avanesov V.M., Plaksin Yu. M., Strelyukhina A.N., Larin V.A. Production of disperse vegetable products by method of spray drying. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2016. no. 5. pp. 9–13.

11 Rashid S. et al. Effects of extrusion cooking on the dietary fibre content and Water Solubility Index of wheat bran extrudates. *International Journal of Food Science & Technology*. 2015. vol. 50. no. 7. pp. 1533-1537.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Александр А. Ло́за аспирант, кафедра технологические машины и оборудование, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, projecttechnic@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена И. Верболюз консультация в ходе исследования
Александр А. Ло́за написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.04.2017

12 Robin F., Théoduloz C., Srichuwong S. Properties of extruded whole grain cereals and pseudocereals flours. *International journal of food science & technology*. 2015. vol. 50. no. 10. pp. 2152-2159.

13 Kretova Yu.I. Improvement of technology of processing of grain raw materials in the process of malting. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii* [Bulletin of the South Ural state University. Series: Food and biotechnology]. 2015. vol. 3. no. 2. pp. 27–32. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena I. Verboloz doctor of technical sciences, head of department, professor, production machines and equipment department, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia, elenaverboloz@mail.ru

Alexander A. Loza graduate student, production machines and equipment department, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia, projecttechnic@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena I. Verboloz consultation during the study
Alexander A. Loza 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 2.10.2017

ACCEPTED 4.7.2017

Информационные технологии, моделирование и управление

Оригинальная статья/Original article

УДК 621.01

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-73-79>

Математическая модель кинематического расчета плоских рычажных механизмов

Максим А. Васечкин	¹	vmax77@mail.ru
Екатерина В. Матвеева	¹	katrin_vgta@mail.ru
Александр С. Сидоренко	²	sas1.vrn@mail.ru
Евгений Д. Чертов	¹	ched@vsuet.ru

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

² Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военная воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия

Реферат. На этапе проектирования плоских рычажных механизмов обязательно проводится кинематический расчет. Это операция очень трудоемка и содержит много вычислений. Поэтому является актуальным разработка математической модели в форме расчета кинематических характеристик любых плоских рычажных механизмов, имеющих в своем составе кроме начального звена хотя бы одну двухповодковую группу Ассур. В работе рассмотрены задачи построения математических процедур для групп Ассур пяти видов. В качестве исходных данных используются начальные координаты положения шарниров и кинематические характеристики ведущего звена. В ходе математического моделирования для исследуемой группы Ассур были записаны уравнения движения шарниров в проекциях на глобальные оси координат плоскости. Дважды продифференцировав уравнения движения были получены уравнения для определения скорости и ускорения шарниров в проекциях на глобальные оси координат. После ряда преобразований полученных уравнений в матричной форме записаны выражения для определения кинематических характеристик ведомых звеньев рассматриваемой группы Ассур. Получены математические процедуры для определения кинематических характеристик для каждой двухповодковой группы Ассур. При структурном анализе более сложного плоского механизма, состоящего из ведущего звена и нескольких двухповодковых групп Ассур, последовательно обращаясь к соответствующей процедуре можно определить кинематические характеристики всех звеньев исследуемого механизма. Для полученных математических процедур может быть легко разработано программное обеспечение в виде подключаемой библиотеки, что позволит ускорить выполнение расчетных работ при проектировании сложных плоских механизмов.

Ключевые слова: математическая модель, кинематический расчет, группы Ассур, аналог скорости, аналог ускорения

Mathematical model of kinematic calculation of flat lever mechanisms

Maxim A. Vasechkin	¹	vmax77@mail.ru
Ekaterina V. Matveyeva	¹	katrin_vgta@mail.ru
Alexandr S. Sidorenko	²	sas1.vrn@mail.ru
Yevgeny D. Chertov	¹	ched@vsuet.ru

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

² Russian Air Force Military Educational and Scientific Center "Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, Russia

Summary. Kinematic calculation is a mandatory part of the design of the flat lever mechanisms. This operation is very time-consuming and always need many calculations. Therefore, it is important to develop mathematical models for calculating the kinematic characteristics of the flat lever mechanisms, containing at least one double-leash Assur group. The article is devoted to mathematical modeling of five types of the Assur groups. The initial pin joint position and the driving ring kinematic characteristics used as an input for the further calculations. For the selected Assur group created the equation of motion in plane coordinates axis for the pin joints. With double differentiating the equations of motion were derived equations for determining velocity and acceleration of the pin joints in the global axes projections. The result of several transformations in matrix forms is the equations for the kinematic characteristics of the slave units in the selected Assur group. Finally, mathematical procedures for the kinematic characteristics of each double-leash Assur group were calculated. In a structural analysis of the complex planar mechanisms with a leading link and several double-leash Assur groups it is possible to determine the kinematic characteristics of all parts by consistently addressing the appropriate procedure. All suggested algorithms implemented as a software library that will speed up the designing of the complex planar mechanisms.

Keywords: mathematical model, kinematic calculation, Assur groups, analog of speed, analog of acceleration

Введение

На этапе проектирования плоских рычажных механизмов обязательно проводится кинематический расчет. Это операция очень трудоемка и содержит много вычислений. Поэтому является актуальным разработка математической модели

в форме процедур расчета кинематических характеристик любых плоских рычажных механизмов, имеющих в своем составе кроме начального звена хотя бы одну двухповодковую группу Ассур [1–3].

Для цитирования

Васечкин М.А., Матвеева Е.В., Сидоренко А.С., Чертов Е.Д. Математическая модель кинематического расчета плоских рычажных механизмов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 73–79. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-73-79

For citation

Vasechkin M.A., Matveyeva E.V., Sidorenko A.S., Chertov Ye.D. Mathematical model of kinematic calculation of flat lever mechanisms. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 73–79. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-73-79

Разработка математической модели

Рассмотрим группу Ассура первого вида.

Положения звеньев данной группы Ассура определим с помощью рисунка 1, в котором представлена схема группы в соответствующей системе координат; обозначения звеньев и кинематических пар [4, 5]. Назовем конфигурацию групп сборкой № 1 когда координата точки В в локальной системе координат $x_1O_1y_1$ $B_{y1} > 0$, в противном случае мы имеем сборку № 2. Известны координаты точек А, С в абсолютной системе координат, длины звеньев l_2 и l_3 и необходимо определить абсолютные координаты точки В, углы φ_2 и φ_3 . Расстояние АС определим по теореме Пифагора

$$AC = \sqrt{(C_x - A_x)^2 + (C_y - A_y)^2}.$$

Угол α определим по формуле

$$\alpha = \arctan\left(\frac{C_y - A_y}{C_x - A_x}\right),$$

а для определения локальных координат B_{x1} и B_{y1} , воспользуемся теоремой косинусов и теоремой Пифагора. Учитывая, что

$B_{x1} = l_2 \cos \angle BAC$, получаем

$$B_{x1} = \frac{l_2^2 + AC^2 - l_3^2}{2AC}; \quad B_{y1} = \sqrt{l_2^2 - B_{x1}^2}.$$

Здесь необходимо отметить, что если конфигурация группы Ассура соответствует сборке № 2, то $B_{y1} = -B_{y1}$. Теперь можно определить абсолютные координаты точки В, используя метод преобразования координат:

$$B_x = A_x + B_{x1} \cos \alpha - B_{y1} \sin \alpha;$$

$$B_y = A_y + B_{x1} \sin \alpha - B_{y1} \cos \alpha.$$

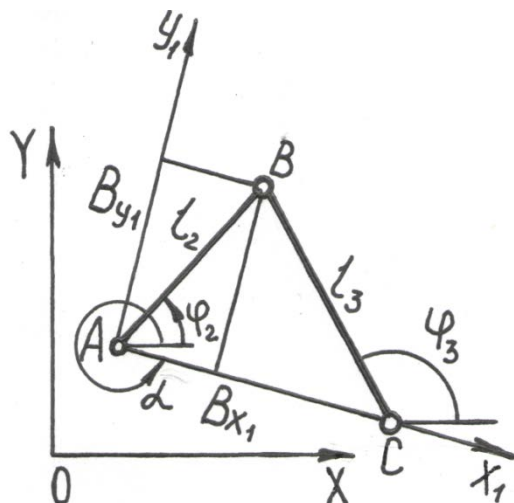


Рисунок 1. Расчетная схема группы Ассура первого вида
Figure 1. Settlement schemes of two flood groups of Assur first look

Затем определяем углы наклона звеньев $l_2, l_3 - \varphi_2$ и φ_3

$$\varphi_2 = \arctan\left(\frac{B_y - A_y}{B_x - A_x}\right);$$

$$\varphi_3 = \arctan\left(\frac{B_y - C_y}{B_x - C_x}\right).$$

Для определения аналогов скоростей воспользуемся методом замкнутых векторных контуров и напишем проекции векторного уравнения на координатные оси

$$\begin{aligned} A_x + l_2 \cos \varphi_2 &= C_x + l_3 \cos \varphi_3; \\ A_y + l_2 \sin \varphi_2 &= C_y + l_3 \sin \varphi_3. \end{aligned} \quad (1)$$

Продифференцируем полученные уравнения по обобщенной координате φ_1 . Учитывая, что нам известны значения аналогов скоростей точек А и С ($V_{ax}, V_{ay}, V_{cx}, V_{cy}$), а также значения углов φ_2, φ_3 получим линейную систему двух уравнений

$$\begin{aligned} \omega_2 l_2 \sin \varphi_2 - \omega_3 l_3 \sin \varphi_3 &= V_{ax} - V_{cx}; \\ \omega_2 l_2 \cos \varphi_2 - \omega_3 l_3 \cos \varphi_3 &= V_{cy} - V_{ay}, \end{aligned} \quad (2)$$

где неизвестными являются аналоги скоростей ω_2, ω_3 . Решение данной системы линейных уравнений проведем методом Крамера. В этом случае представляем уравнения в виде

$$a_{11} \omega_2 + a_{12} \omega_3 = b_1, \quad a_{21} \omega_2 + a_{22} \omega_3 = b_2, \quad (3)$$

где коэффициентами $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, b_1, b_2$ представлены следующие постоянные, известные нам по значениям, выражения:

$$a_{11} = -l_2 \sin \varphi_2; \quad a_{12} = l_3 \sin \varphi_3;$$

$$b_1 = V_{cx} - V_{ax}; \quad a_{21} = l_2 \cos \varphi_2;$$

$$a_{22} = -l_3 \cos \varphi_3; \quad b_2 = V_{cy} - V_{ay}.$$

Тогда

$$\omega_2 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad \omega_3 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}. \quad (4)$$

Для получения аналогов ускорений дважды продифференцируем уравнения (1) по φ_1 :

$$\begin{aligned} Aa_x - \omega_2^2 l_2 \cos \varphi_2 - \varepsilon_2 l_2 \sin \varphi_2 &= Ac_x \\ -\omega_3^2 l_3 \cos \varphi_3 - \varepsilon_3 l_3 \sin \varphi_3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Aa_y - \omega_2^2 l_2 \sin \varphi_2 - \varepsilon_2 l_2 \cos \varphi_2 &= Ac_y \\ -\omega_3^2 l_3 \sin \varphi_3 - \varepsilon_3 l_3 \cos \varphi_3. \end{aligned}$$

Преобразуем полученные выражения к виду (3)

$$a_{11}\varepsilon_2 + a_{12}\varepsilon_3 = b_1; \quad a_{21}\varepsilon_2 + a_{22}\varepsilon_3 = b_2,$$

где коэффициенты a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} сохраняют свои старые значения, а b_1 и b_2 определяются по следующим зависимостям:

$$b_1 = Ac_x - Aa_x + a_{21}\omega_2^2 + a_{22}\omega_3^2;$$

$$b_2 = Ac_y - Aa_y + a_{11}\omega_2^2 + a_{12}\omega_3^2.$$

В этом случае, аналоги ускорений ε_2 и ε_3 будут равны:

$$\varepsilon_2 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad \varepsilon_3 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}. \quad (5)$$

Рассмотрим группу Ассура второго вида.

Схема данной группы Ассура, координатная система и обозначения кинематических пар и звеньев представлены на рисунке 2 [5]. Вычислим координаты точки А в локальной системе координат X_1CY_1

$$\begin{aligned} C_x + A_{x1}\cos\varphi_3 - A_{y1}\sin\varphi_3 &= A_x; \\ C_y + A_{x1}\sin\varphi_3 - A_{y1}\cos\varphi_3 &= A_y. \end{aligned} \quad (6)$$

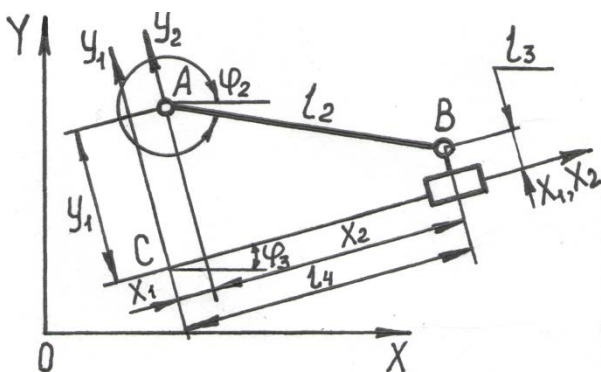


Рисунок 2. Расчетная схема группы Ассура второго вида
Figure 2. Settlement schemes of two flood groups of Assur second look

В выражении (6) нам известны абсолютные координаты точек А и С, а также угол наклона направляющей для поступательной пары группы – φ_3 . К числу неизвестных, подлежащих определению, относятся координаты точки А в локальной системе координат X_1CY_1 . Перенеся C_x и C_y в правую часть, получим линейную систему двух уравнений, решение которой представим в виде:

$$\begin{aligned} A_{x1} &= \frac{\begin{vmatrix} b_1 & -\sin\varphi_3 \\ b_2 & \cos\varphi_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \cos\varphi_3 & -\sin\varphi_3 \\ \sin\varphi_3 & \cos\varphi_3 \end{vmatrix}}; \\ A_{y1} &= \frac{\begin{vmatrix} \cos\varphi_3 & b_1 \\ \sin\varphi_3 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \cos\varphi_3 & -\sin\varphi_3 \\ \sin\varphi_3 & \cos\varphi_3 \end{vmatrix}}. \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь $b_1 = A_x - C_x$ и $b_2 = A_y - C_y$. Так как определители знаменателей в (7) равны 1, то значения неизвестных равны значениям определителей, расположенных в числителях

$$A_{x1} = b_1\cos\varphi_3 - b_2\sin\varphi_3;$$

$$A_{y1} = b_2\cos\varphi_3 - b_1\sin\varphi_3.$$

Далее определяем x_2 – проекцию звена 2 на направляющую

$$x_2 = \sqrt{l_2^2 - (A_{y1} - l_3)^2},$$

а затем и длину направляющей СВ

$$l_4 = A_{x1} + x_2.$$

Абсолютные координаты точки В и угол наклона звена l_2 определяем по следующим выражениям:

$$B_x = C_x + l_4\cos\varphi_3 - l_3\sin\varphi_3;$$

$$B_y = C_y + l_4\sin\varphi_3 - l_3\cos\varphi_3;$$

$$\varphi_2 = \arctan\left(\frac{B_y - A_y}{B_x - A_x}\right). \quad (8)$$

Для определения аналогов скоростей напомним проекции замкнутых векторных контуров на координатные оси X и Y

$$\begin{aligned} l_2\cos\varphi_2 - l_4\cos\varphi_2 &= C_x - A_x + l_3\sin\varphi_3; \\ l_2\sin\varphi_3 - l_4\sin\varphi_3 &= C_y - A_y + l_3\cos\varphi_3. \end{aligned} \quad (9)$$

Произведя дифференцирование данной системы уравнений по φ_1 и простейшие преобразования, получим линейную систем уравнений, в которой неизвестными являются ω_1 и V_4

$$\begin{aligned} -\omega_2 l_2 \sin\varphi_2 - V_4 \cos\varphi_3 &= V_{cx} \\ -V_{ax} - \omega_3 (l_3 \cos\varphi_3 + l_4 \sin\varphi_3); \\ \omega_2 l_2 \cos\varphi_2 - V_4 \sin\varphi_3 &= V_{cy} \\ -V_{ay} - \omega_3 (l_3 \sin\varphi_3 + l_4 \cos\varphi_3). \end{aligned} \quad (10)$$

Решение данной системы уравнений получим в виде

$$\omega_2 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad V_4 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}, \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} a_{11} &= -l_2 \sin \varphi_2; & a_{12} &= l_3 \sin \varphi_3; \\ b_1 &= Vc_x - Va_x + \omega_3 (l_4 a_{22} + l_3 a_{12}); \\ a_{21} &= l_2 \cos \varphi_2; & a_{22} &= -l_3 \cos \varphi_3; \\ b_2 &= Vc_y - Va_y - \omega_3 (l_4 a_{22} - l_3 a_{12}). \end{aligned} \quad (12)$$

Дважды продифференцировав (9) и проводя небольшие преобразования, получим значения аналогов ускорений ε_2 и A_4

$$\varepsilon_2 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad A_4 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}, \quad (13)$$

где a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} определяются из (12), b_1 и b_2 вычислим следующим образом:

$$\begin{aligned} b_1 &= Ac_x - Aa_x - \omega_3^2 (l_4 \cos \varphi_3 - l_3 \sin \varphi_3) \\ &\quad + \omega_2^2 l_2 \cos \varphi_2 - 2V_4 \omega_3 \sin \varphi_3 \\ &\quad - \varepsilon_3 (l_4 \sin \varphi_3 + l_3 \cos \varphi_3); \\ b_2 &= Ac_y - Aa_y - \omega_3^2 (l_4 \sin \varphi_3 - l_3 \cos \varphi_3) \\ &\quad + \omega_2^2 l_2 \sin \varphi_2 - 2V_4 \omega_3 \cos \varphi_3 \\ &\quad - \varepsilon_3 (l_4 \cos \varphi_3 + l_3 \sin \varphi_3). \end{aligned} \quad (14)$$

Рассмотрим группу Ассура третьего вида.

Положения звеньев данной группы можно определить, воспользовавшись данными рисунка 3 [3, 5]. Длину активной части кулисы l_3 определим из выражения

$$l_3 = \sqrt{(A_x - C_x)^2 + (A_y - C_y)^2 - l_2^2}, \quad (15)$$

где координаты точек А и С и длина второго звена l_2 известны. Угол наклона кулисы φ_3 определим из выражения

$$\varphi_3 = \arctan \left(\frac{A_y - C_y}{A_x - C_x} \right) - \arctan \left(\frac{l_2}{l_3} \right). \quad (16)$$

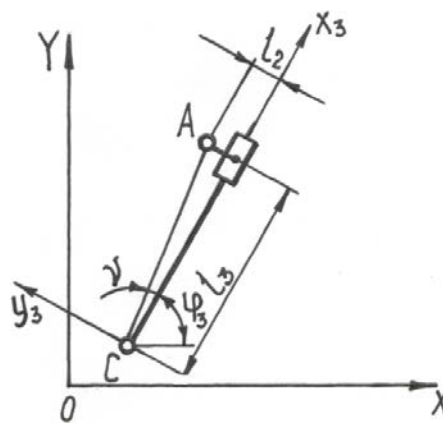


Рисунок 3. Расчетная схема группы Ассура третьего вида
Figure 3. Settlement schemes of two flood groups of Assur third look

Запишем проекции векторных уравнений замкнутых контуров на оси координат X, Y в следующем виде:

$$\begin{aligned} l_3 \cos \varphi_3 - l_2 \sin \varphi_3 &= A_x - C_x; \\ l_3 \sin \varphi_3 - l_2 \cos \varphi_3 &= A_y - C_y. \end{aligned} \quad (17)$$

Продифференцировав (17) по φ_1 , получим, после небольших преобразований, систему уравнений

$$a_{11} V_3 + a_{12} \omega_3 = b_1; \quad a_{21} V_3 + a_{22} \omega_3 = b_2, \quad (18)$$

где

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos \varphi_3; & b_1 &= Va_x - Vc_x; \\ a_{12} &= -(l_3 \sin \varphi_3 + l_2 \cos \varphi_3); \\ a_{21} &= \sin \varphi_3; & b_2 &= Va_y - Vc_y; \\ a_{22} &= l_3 \cos \varphi_3 - l_2 \sin \varphi_3. \end{aligned} \quad (19)$$

Следовательно, можно легко получить значения аналогов скоростей V_3 и ω_3 . После проведенных промежуточных преобразований, приходим к следующим выражениям для нахождения аналогов скоростей V_3 и ω_3 .

$$V_3 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad \omega_3 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}. \quad (20)$$

Продифференцировав дважды (17) по φ_1 и решив полученную систему уравнений, имеем:

$$A_3 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad \varepsilon_3 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}, \quad (21)$$

где a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} определяются из (19), а b_1 и b_2 – по следующим выражениям:

$$\begin{aligned} b_1 &= Aa_x - Ac_x + 2V_3\omega_3a_{21} + a_{22}\omega_3^2; \\ b_2 &= Aa_y - Ac_y + 2V_3\omega_3a_{11} + a_{12}\omega_3^2. \end{aligned} \quad (22)$$

Группа Ассура четвертого вида

Положения звеньев данной группы Ассура определим по рисунку 4, на котором приведены обозначения звеньев и кинематических пар [3, 5]. Запишем систему уравнений замкнутого контура в проекциях на координатные оси X, Y

$$\begin{aligned} A_x + l_1\cos\varphi_2 - l_2\sin\varphi_2 &= C_x + l_4\cos\varphi_3 - l_3\sin\varphi_3; \\ A_y + l_1\sin\varphi_2 + l_2\cos\varphi_2 &= C_y + l_4\sin\varphi_3 - l_3\cos\varphi_3. \end{aligned} \quad (23)$$

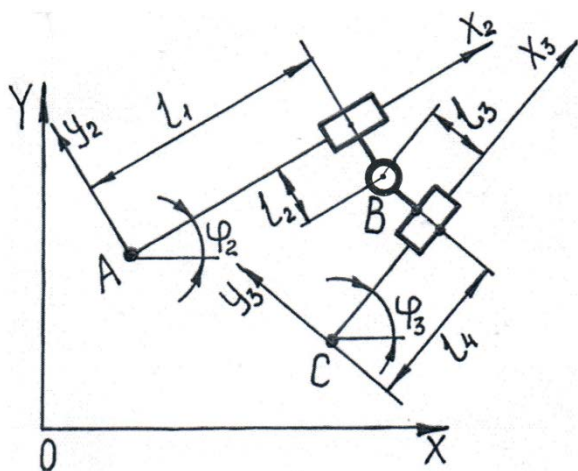


Рисунок 4. Расчетная схема группы Ассура четвертого вида

Figure 4. Settlement schemes of two flood groups of Assur fourth look

Неизвестными в данных выражениях являются l_1 и l_4 , а остальные данные передаются в процедуру и являются известными. Полученная система уравнений является линейной относительно неизвестных. Запишем решение этой системы в виде:

$$l_1 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad l_4 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}, \quad (24)$$

где коэффициенты a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} , b_1 , b_2 определяются по выражениям:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos\varphi_2; & a_{12} &= -\cos\varphi_3; \\ b_1 &= C_x - A_x + l_2a_{21} + l_3a_{22}; \\ a_{21} &= \sin\varphi_2; & a_{22} &= -\sin\varphi_3; \\ b_2 &= C_y - A_y - l_2a_{11} + l_3a_{12}. \end{aligned} \quad (25)$$

Продифференцировав систему уравнений (23) по φ_1 , получим после простых преобразований:

$$V_1 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad V_4 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}, \quad (26)$$

где a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} определяются из (25), а b_1 и b_2 – по выражениям:

$$\begin{aligned} b_1 &= Vc_x - Va_x + \omega_2(l_1a_{21} + l_2a_{11}) + \\ &\quad + \omega_3(l_4a_{22} + l_3a_{12}); \\ b_2 &= Vc_y - Va_y + \omega_2(l_1a_{11} + l_2a_{21}) + \\ &\quad + \omega_3(l_4a_{12} + l_3a_{22}). \end{aligned} \quad (27)$$

Дважды продифференцировав (23) по φ_1 , можно получить

$$A_1 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}; \quad A_4 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}, \quad (28)$$

где a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} определяются из (25), а b_1 и b_2 – по выражениям, которые после всех промежуточных преобразований имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} b_1 &= Ac_x - Aa_x + 2V_1\omega_2a_{21} + \\ &\quad + \omega_2^2(l_1a_{11} - l_2a_{21}) + \varepsilon_2(l_1a_{21} + l_2a_{11}) \\ b_1 &= b_1 + 2V_4\omega_3a_{22} + \\ &\quad + \omega_3^2(l_4a_{12} - l_3a_{22}) + \varepsilon_3(l_4a_{22} + l_3a_{12}) \\ b_2 &= Ac_y - Aa_y + 2V_1\omega_2a_{11} + \\ &\quad + \omega_2^2(l_1a_{21} - l_2a_{11}) + \varepsilon_2(l_1a_{11} + l_2a_{21}) \\ b_2 &= b_2 + 2V_4\omega_3a_{12} + \\ &\quad + \omega_3^2(l_4a_{22} - l_3a_{12}) + \varepsilon_3(l_4a_{12} + l_3a_{22}) \end{aligned} \quad (29)$$

Группа Ассура пятого вида

Положения звеньев определим с помощью рисунка 5, где приведена схема группы, обозначения звеньев и кинематических пар и система координат [3–10]. Напишем проекции замкнутого векторного контура на координатные оси X, Y

$$\begin{aligned} A_x &= C_x + Bx_3\cos\varphi_3 + Ax_2\cos(\varphi_3 + \alpha) - \\ &\quad - l_2\sin(\varphi_3 + \alpha); \\ A_y &= C_y + By_3\sin\varphi_3 + Ay_2\sin(\varphi_3 + \alpha) - \\ &\quad - l_2\cos(\varphi_3 + \alpha). \end{aligned} \quad (30)$$

Выражения (30) легко приводятся к линейной системе двух уравнений, решение которых мы проведем по правилу Крамера

$$Bx_3 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}; \quad Ax_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}, \quad (31)$$

где коэффициенты a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} , b_1 и b_2 определяются по следующим зависимостям:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos \varphi_3; & a_{12} &= \cos(\varphi_3 + \alpha); \\ a_{21} &= \sin \varphi_3; & a_{22} &= \sin(\varphi_3 + \alpha); \\ b_1 &= A_x - C_x + l_2 a_{22}; \\ b_2 &= A_y - C_y + l_2 a_{12}. \end{aligned} \quad (32)$$

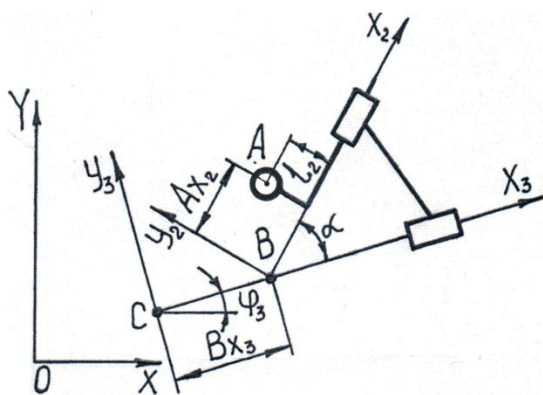


Рисунок 5. Расчетная схема группы Ассура пятого вида

Figure 5. Settlement schemes of two flood groups of Assur fifth look

Продифференцировав выражения (30) по φ_1 , получим выражения для определения аналогов скоростей Vb_{x3} и Va_{x2}

$$Vb_{x3} = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}; \quad Va_{x2} = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}, \quad (33)$$

где a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} определяются из (30), а b_1 и b_2 – по выражениям:

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ковалёв М.Д. О структурных группах Ассура // Теория механизмов и машин. 2006. Т. 4. № 1. С. 18–26.
- 2 Александров В.В., Александрова О.В., Буднинский М.А., Сидоренко Г.Ю. Об экстремальных кинематического управления движением // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 1. Математика. Механика. 2013. № 3. С. 38–46.
- 3 Кирсанов М.Н. Уравнения кинематики плоского механизма в координатной форме // Теория механизмов и машин. 2011. Т. 9. № 2. С. 85–89.
- 4 Верховод В.П. Изучение кинематической геометрии плоских механизмов в системе GeoGebra // Теория механизмов и машин. 2012. Т. 10. № 2. С. 54–65.

$$\begin{aligned} b_1 &= Va_x - Vc_x \\ &+ \omega_3 (B_{x3} a_{21} + A_{x2} a_{22} + l_2 a_{12}); \\ b_2 &= Va_y - Vc_y \\ &+ \omega_3 (B_{x3} a_{11} + A_{x2} a_{12} + l_2 a_{22}). \end{aligned} \quad (34)$$

Дважды продифференцировав выражения (30) по φ_1 получаем выражения для определения аналогов ускорений Ab_{x3} и Aa_{x2}

$$Ab_{x3} = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}; \quad Aa_{x3} = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}, \quad (35)$$

где a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} определяются из (32), а b_1 и b_2 – по выражениям:

$$\begin{aligned} b_1 &= Aa_x - Ac_x \\ &+ 2\omega_3 (Vb_{x3} a_{21} + Va_{x2} a_{22}) \\ &+ \omega_3^2 (B_{x3} a_{11} + A_{x2} a_{12} - l_2 a_{22}) \\ &- \varepsilon_3 (B_{x3} a_{21} + A_{x2} a_{22} + l_2 a_{12}); \\ b_2 &= Aa_y - Ac_y \\ &- 2\omega_3 (Vb_{x3} a_{11} + Va_{x2} a_{12}) \\ &+ \omega_3^2 (B_{x3} a_{21} + A_{x2} a_{22} - l_2 a_{12}) \\ &- \varepsilon_3 (B_{x3} a_{11} + A_{x2} a_{12} - l_2 a_{22}). \end{aligned} \quad (36)$$

Получена математическая модель в форме математических процедур расчета кинематических характеристик любых групп Ассура второго класса. Осуществлена программная реализация математической модели кинематического расчета.

Заключение

Полученная математическая модель может быть использована при изучении дисциплин: «Теория машин и механизмов», «Теория механизмов и основы робототехники», «Вычислительная механика» для подготовки бакалавров по направлениям 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и 15.03.03 «Прикладная механика».

5 Сидоренко А.С., Дубец С.В., Дубец А.В., памяти Ю.А. Компьютерное моделирование и анализ кинематики механизмов второго класса // Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина: мат. Межвузовск. науч.-практ. конф.. 2014. С. 154–157.

6 Li S., Dai J. S. Structure synthesis of single-driven metamorphic mechanisms based on the augmented assur groups // Journal of Mechanisms and Robotics. 2012. Т. 4. № 3. С. 031004.

7 Quintero H. и др. A novel graphical and analytical method for the kinematic analysis of fourth class Assur groups // Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. 2011. №. 60. С. 81-91.

8 Rojas N., Thomas F. Distance-based position analysis of the three seven-link Assur kinematic chains // *Mechanism and Machine Theory*. 2011. Т. 46. № 2. С. 112-126.

9 Sun Y. и др. Solving the Kinematics of the Planar Mechanism Using Data Structures of Assur Groups // *Journal of Mechanisms and Robotics*. 2016. Т. 8. № 6. С. 061002.

10 Rojas N., Thomas F. Formulating Assur kinematic chains as projective extensions of Baranov trusses // *Mechanism and Machine Theory*. 2012. Т. 56. С. 16-27.

11 Пекарев В.И., Матвеев А.А. Математическая модель винтового маслозаполненного компрессора с впрыскиванием жидкого рабочего вещества // *Вестник Международной академии холода*. 2013. № 3. С. 11–13.

REFERENCES

1 Kovalev M.D. Structural Assur groups. *Teoriya mekhanizmov i mashin* [Theory of mechanisms and machines]. 2006. vol. 4. no. 1. pp. 18–26. (in Russian).

2 Aleksandrov V.V., Aleksandrova O.V., Budninskii M.A., Sidorenko G.Yu. On the extremals for the kinematic motion control. *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 1. Matematika. Mekhanika* [Proceedings of Moscow University. Mathematical Mechanics]. 2013. no. 3. pp. 38–46. (in Russian).

3 Kirsanov M.N. Equations of kinematics of a planar mechanism in a coordinate form. *Teoriya mekhanizmov i mashin* [Theory of mechanisms and machines]. 2011. vol. 9. no. 2. pp. 85–89. (in Russian).

4 Verkhovod V.P. Studying the kinematic geometry of planar mechanisms in the system GeoGebra. *Teoriya mekhanizmov i mashin* [Theory of mechanisms and machines]. 2012. vol. 10. no. 2. pp. 54–65. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Максим А. Васечкин к.т.н., доцент, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vmax77@mail.ru

Екатерина В. Матвеева к.т.н., доцент, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, katin_vgta@mail.ru

Александр С. Сидоренко к.т.н., старший преподаватель, кафедра общепрофессиональных дисциплин, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военная воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, sas1.vrn@mail.ru

Евгений Д. Чертов д.т.н., профессор, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ched@vsuet.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.05.2017

5 Sidorenko A.S., Dubets S.V., Dubets A.V., pamyati Yu.A. Computer simulation and analysis of kinematic mechanisms of the second class. *Molodezhnye chteniya pamyati Yu.A. Gagarina: mat. Mezhvuzovsk. nauch.-prakt. konf. [Youth readings in memory of Yuri Gagarin: Mat. Mezhvuzovski. scientific.-pract. Conf.]*. 2014. pp. 154–157. (in Russian).

6 Li S., Dai J. S. Structure synthesis of single-driven metamorphic mechanisms based on the augmented assur groups. *Journal of Mechanisms and Robotics*. 2012. vol. 4. no. 3. pp. 031004.

7 Quintero H. et al. A novel graphical and analytical method for the kinematic analysis of fourth class Assur groups. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. 2011. no. 60. pp. 81–91.

8 Rojas N., Thomas F. Distance-based position analysis of the three seven-link Assur kinematic chains. *Mechanism and Machine Theory*. 2011. vol. 46. no. 2. pp. 112–126.

9 Sun Y. et al. Solving the Kinematics of the Planar Mechanism Using Data Structures of Assur Groups. *Journal of Mechanisms and Robotics*. 2016. vol. 8. no. 6. pp. 061002.

10 Rojas N., Thomas F. Formulating Assur kinematic chains as projective extensions of Baranov trusses. *Mechanism and Machine Theory*. 2012. vol. 56. pp. 16–27

11 Pekarev V.I., Matveev A.A. Mathematical model of oil flooded screw compressor with injection of liquid working substance. *Vestnik Mezhunarodnoi akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of refrigeration]. 2013. no. 3. pp. 11–13. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maxim A. Vasechkin candidate of technical sciences, assistant professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vmax77@mail.ru

Ekaterina V. Matveyeva candidate of technical sciences, assistant professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, katin_vgta@mail.ru

Alexandr S. Sidorenko candidate of technical sciences, senior lecturer, all-professional disciplines department, Russian Air Force Military Educational and Scientific Center “Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin”, Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, Russia, sas1.vrn@mail.ru

Yevgeny D. Chertov doctor of technical sciences, professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ched@vsuet.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.7.2017

ACCEPTED 5.12.2017

Разработка математической модели стадии нагрева резиновой смеси и синтез алгоритма управления нагревом с использованием принципа максимума Понтрягина

Владимир С. Кудряшов	¹	kudryashovvs@mail.ru
Михаил В. Алексеев	¹	mwa1976@mail.ru
Андрей А. Юдаков	²	yudakov07@yandex.ru

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

² ЗАО «Воронежский шинный завод», ул. Ростовская, 41, г. Воронеж, Россия

Реферат. Статья посвящена разработке алгоритма управления стадией нагрева резиновой смеси для ЗАО «Воронежский шинный завод». Алгоритм предназначен для реализации на базе контроллера Siemens S-300 для управления резиносмесителем РС-270. Для составления алгоритма проведен системный анализ процесса нагрева как объекта управления и разработана математическая модель стадии нагрева на основе уравнений тепловых балансов, описывающая процессы нагрева теплоносителя в теплообменнике и дальнейшего нагрева им смеси в резиносмесителе. Получены динамические характеристики по температуре теплообменного аппарата и резиносмесителя. В виду сложности и нелинейности объекта управления – резиносмесителя, а также наличия методов и большого опыта управления данным аппаратом в промышленных условиях, алгоритм реализован с использованием принципа максимума Понтрягина. Задача оптимизации сводится к определению оптимального управления (подача греющего пара) и оптимальной траектории выходной координаты объекта (температура смеси), обеспечивающих минимальный расход пара при нагреве резиновой смеси за ограниченное время. Для этого математическая модель стадии нагрева записана в матричном виде, сформированы матрицы коэффициентов для каждого состояния управления, векторы управления и возмущения, получена функция Гамильтона и для построения оптимального управления и траектории выхода объекта найдены временные точки переключения. Анализ результатов модельных экспериментов и практических исследований при программировании контроллера, показал снижение расхода греющего пара на 24,4% при проведении стадии нагрева резиновой смеси.

Ключевые слова: резиносмешение, математическая модель, алгоритм управления, управляющий контроллер, принцип максимума Понтрягина

Development of a mathematical model of the heating phase of rubber mixture and development of the synthesis of the heating control algorithm using the Pontryagin maximum principle

Vladimir S. Kudryashov	¹	kudryashovvs@mail.ru
Mikhail V. Alekseev	¹	mwa1976@mail.ru
Andrei A. Yudakov	²	yudakov07@yandex.ru

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

² JSC “Voronezh Tire Plant”, Rostovskaya str., 41, Voronezh, Russia

Summary. The article is devoted to the development of the algorithm of the heating phase control of a rubber compound for CJSC “Voronezh tyre plant”. The algorithm is designed for implementation on basis of controller Siemens S-300 to control the RS-270 mixer. To compile the algorithm a systematic analysis of the heating process has been performed as a control object, also the mathematical model of the heating phase has been developed on the basis of the heat balance equation, which describes the process of heating of a heat-transfer agent in the heat exchanger and further heating of the mixture in the mixer. The dynamic characteristics of temperature of the heat exchanger and the rubber mixer have been obtained. Taking into account the complexity and nonlinearity of the control object – a rubber mixer, as well as the availability of methods and great experience in managing this machine in an industrial environment, the algorithm has been implemented using the Pontryagin maximum principle. The optimization problem is reduced to determining the optimal control (heating steam supply) and the optimal path of the object’s output coordinates (the temperature of the mixture) which ensure the least flow of steam while heating a rubber compound in a limited time. To do this, the mathematical model of the heating phase has been written in matrix form. Coefficients matrices for each state of the control, control and disturbance vectors have been created, the Hamilton function has been obtained and time switching points have been found for constructing an optimal control and escape path of the object. Analysis of the model experiments and practical research results in the process of programming of the controller have showed a decrease in the heating steam consumption by 24.4% during the heating phase of the rubber compound.

Keywords: rubber mixing, mathematical model, control algorithm, main controller, Pontryagin maximum principle

Для цитирования

Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Юдаков А.А. Разработка математической модели стадии нагрева резиновой смеси и синтез алгоритма управления нагревом с использованием принципа максимума Понтрягина // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 80–87. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-80-87

For citation

Kudryashov V.S., Alekseev M.V., Yudakov A.A. Development of a mathematical model of the heating phase of rubber mixture and development of the synthesis of the heating control algorithm using the Pontryagin maximum principle. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 80–87. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-80-87

Введение

Приготовление и обработка резиновых смесей – важнейшая операция в шинном и резиновом производствах, от которой зависят пластоэластические и прочностные свойства, структура и однородность, а также технологичность смесей резиновых и резинокордных полуфабрикатов [1, 2]. На одном из участков в ЗАО «Воронежский шинный завод» используется резиносмеситель РС-270. Процесс приготовления резиновой смеси начинается с дозирования и загрузки сыпучих материалов из приемных бункеров в резиносмеситель. Заполнение производится системой шнековых питателей и весовых дозаторов. После происходит загрузка жидких ингредиентов, подогретых до необходимых температур. Часть операций производится в ручном режиме. Для отработки рецептов предусмотрен контроллер Siemens S-300 с дискретными и аналоговыми модулями расширения. Контроллер управляет дозированием компонентов, а также выгрузкой резиновой смеси по температуре и времени смешения.

Система управления нагревом резиновой смеси значительно устарела. С целью ее модернизации и повышения качества управления предлагается разработать математическое описание стадии нагрева и синтезировать алгоритм управления с использованием принципа максимума Понтрягина, который позволит снизить энергозатраты на нагрев резиновой смеси.

Результаты

Для стадии нагрева характерен интенсивный нагрев резиновой смеси в резиносмесителе до оптимальной температуры, путем подачи в него циркулирующего греющего теплоносителя (воды), который подается из теплообменного аппарата, а также за счет преобразования механической энергии (сил трения) в тепловую. Теплообменный аппарат обеспечивает нагрев теплоносителя путем подачи в него греющего пара высокой температуры. Греющий теплоноситель циркулирует в системе (вода после выхода из резиносмесителя через циркуляционный насос попадает обратно в теплообменник), поэтому при составлении математической модели первой стадии также необходимо учитывать и теплообменный аппарат как орган управления. Так как теплообменный аппарат и резиносмеситель по своей структуре довольно схожи – продукт взаимодействует с теплоносителем через разделяющую стенку, то математическое описание для них будем выполнять по одной структуре.

Особенностью модели будет являться то, что выход теплообменного аппарата будет являться входом для смесителя и наоборот, а также будет необходимо учесть выделение тепла в результате перехода механической энергии смесителя в тепловую (при работе смесительных роторов).

Основная часть

Разработано математическое описание стадии нагрева [3–5], представляющее собой уравнения тепловых балансов для малого интервала времени $\Delta\tau$ и описывающее процессы нагрева теплоносителя в теплообменнике и дальнейшего нагрева им смеси в резиносмесителе:

для конденсата

$$Gp \cdot I \cdot \Delta\tau = Gk \cdot Tk \cdot ck \cdot \Delta\tau + Stp \cdot \alpha ts \cdot (Tk - Ts) \cdot \Delta\tau + Mk \cdot ck \cdot \Delta Tk; \quad (1)$$

для воды, нагреваемой в теплообменнике

$$Gv \cdot Tvo \cdot cv \cdot \Delta\tau + S \cdot \alpha ps \cdot (Ts - Tv) \cdot \Delta\tau = Gv \cdot Tv \cdot cv \cdot \Delta\tau + Mv \cdot cv \cdot \Delta Tv; \quad (2)$$

для стенки между конденсатом и водой в теплообменнике

$$S \cdot \alpha ts \cdot (Tk - Ts) \cdot \Delta\tau = S \cdot \alpha ps \cdot (Ts - Tv) \cdot \Delta\tau + Ms \cdot cs \cdot \Delta Ts; \quad (3)$$

для воды, выходящей из резиносмесителя (после теплообмена)

$$Gv \cdot Tv \cdot cv \cdot \Delta\tau = Gv \cdot Tvo \cdot cv \cdot \Delta\tau + S2 \cdot \alpha 2ts \cdot (Tvo - T2s) \cdot \Delta\tau + Mvo \cdot cv \cdot \Delta Tvo; \quad (4)$$

для стенки между водой и резиновой смесью в резиносмесителе

$$S2 \cdot \alpha 2ts \cdot (Tv - T2s) \cdot \Delta\tau = S2 \cdot \alpha 2ps \cdot (T2s - Tvo) \cdot \Delta\tau + M2s \cdot cs \cdot \Delta T2s; \quad (5)$$

для резиновой смеси, нагреваемой в резиносмесителе

$$N \cdot Kp \cdot Msm + S2 \cdot \alpha 2ps \cdot (T2s - Tvo) \cdot \Delta\tau = Msm \cdot csm \cdot \Delta Tsm, \quad (6)$$

где Gp – массовый расход пара; Gv – массовый расход воды; I – энтальпия пара; Tk – температура конденсата на выходе теплообменника; Tv – температура воды на выходе теплообменника и входе резиносмесителя; Tvo – температура воды на выходе резиносмесителя и входе теплообменника; ck , cv , cs , csm – теплоемкости конденсата, воды, стенки и резиновой смеси; Mk , Mv , Mvo , Ms , $M2s$, Msm – массы конденсата в теплообменнике, воды в теплообменнике и резиносмесителе, стенки между конденсатом и водой в теплообменнике, стенки между водой и смесью в резиносмесителе,

а также смеси; T_s , T_{2s} – среднее значение температуры стенок между конденсатом и водой, среднее значение температуры стенок между водой и смесью; S_1 , S_2 – площади стенок в резиносмесителе и теплообменнике; ats , aps , a_{2ts} , a_{2ps} – коэффициенты теплоотдачи от конденсата к стенке, от стенки к воде, от воды к стенке и от стенки к резиновой смеси; N – мощность электродвигателя

рабочего органа смесителя; K_p – коэффициент полезного действия привода резиносмесителя; τ – время.

Запишем уравнения (1)–(6) в виде уравнений Коши. Для этого разделим левые и правые части уравнений на $\Delta\tau$, перенесем производную в левую часть уравнений, а все остальное – в правую, и получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{dT_k}{d\tau} &= \frac{G_p \cdot I}{M_k \cdot c_k} - \frac{G_k \cdot T_k \cdot c_k}{M_k \cdot c_k} - \frac{S_{tp} \cdot \alpha_{ts} \cdot (T_k - T_s)}{M_k \cdot c_k}; \\ \frac{dT_v}{d\tau} &= \frac{G_v \cdot T_{vo} \cdot c_v}{M_v \cdot c_v} + \frac{S \cdot \alpha_{ps} \cdot (T_s - T_v)}{M_v \cdot c_v} - \frac{G_v \cdot T_v \cdot c_v}{M_v \cdot c_v}; \\ \frac{dT_s}{d\tau} &= \frac{S \cdot \alpha_{ts} \cdot (T_k - T_s)}{M_s \cdot c_s} - \frac{S \cdot \alpha_{ps} \cdot (T_s - T_v)}{M_s \cdot c_s}; \\ \frac{dT_{vo}}{d\tau} &= \frac{G_v \cdot T_v \cdot c_v}{M_{vo} \cdot c_v} - \frac{G_v \cdot T_{vo} \cdot c_v}{M_{vo} \cdot c_v} - \frac{S_2 \cdot \alpha_{2ts} \cdot (T_{vo} - T_{2s})}{M_{vo} \cdot c_v}; \\ \frac{dT_{2s}}{d\tau} &= \frac{S_2 \cdot \alpha_{2ts} \cdot (T_v - T_{2s})}{M_{2s} \cdot c_s} - \frac{S_2 \cdot \alpha_{2ps} \cdot (T_{2s} - T_{vo})}{M_{2s} \cdot c_s}; \\ \frac{dT_{sm}}{d\tau} &= \frac{N \cdot K_p \cdot M_{sm}}{M_{sm} \cdot c_{sm}} + \frac{S_2 \cdot \alpha_{2ps} \cdot (T_{2s} - T_{vo})}{M_{sm} \cdot c_{sm}}.\end{aligned}\quad (7)$$

Рассчитаем динамические характеристики стадии нагрева (рисунки 1, 2).

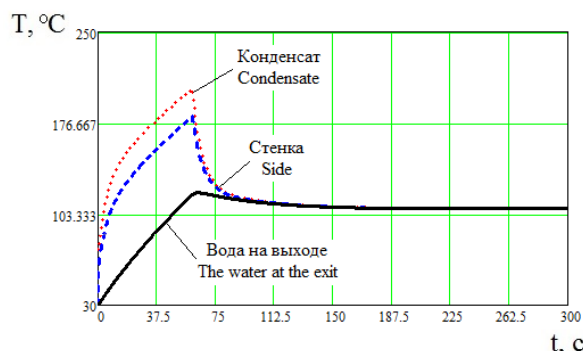


Рисунок 1. Динамические характеристики по температуре теплообменного аппарата

Figure 1. The dynamic characteristics of the temperature of heat exchanger

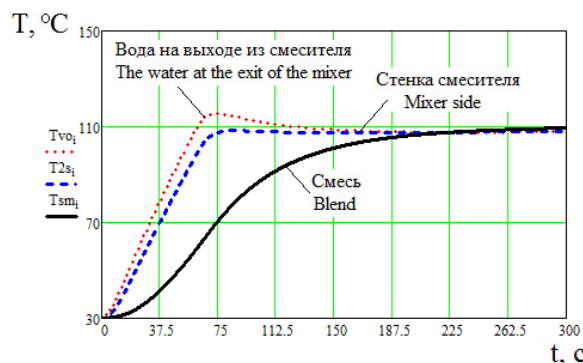


Рисунок 2. Динамические характеристики по температуре резиносмесителя

Figure 2. Dynamic characteristics by Rubber mixer temperature

Для синтеза алгоритма оптимального управления стадией нагрева воспользуемся принципом максимума Понтрягина. Задача оптимизации сводится к определению оптимального управления (подача греющего пара) и оптимальной траектории выходной координаты объекта (температура смеси), обеспечивающих минимальный расход пара при нагреве резиновой смеси за ограниченное время (при ограничении на управляющее воздействие).

Приведем уравнения системы (7) к матричной форме:

$$\frac{dX}{dt} = A \cdot X + B \cdot U + C \cdot Z, \quad (8)$$

где X , U , Z – векторы переменных состояния, управления и возмущения; A , B , C – матрицы коэффициентов.

В качестве управления выступит расход пара G_p , а выделение тепла $N \cdot K_p$ (в результате перевода механической энергии в тепловую) станет возмущением.

В уравнениях вектор переменных состояния имеет вид $\{T_k \ T_v \ T_{vo} \ T_{2s} \ T_{sm}\}^T$; вектор управления – $\{G_p \ 0 \ 0 \ 0 \ 0\}^T$; вектор возмущений – $\{N \cdot K_p \ 0 \ 0 \ 0 \ 0\}^T$. Так как заведомо предполагая, что расход поступающего греющего пара G_p равен расходу конденсата, выходящего из теплообменного аппарата, то можно заметить, что система уравнений нелинейна. Но если организовать управление подачей греющего пара в двух состояниях: греющий пар подается в максимальном расходе или не подается совсем, то система уравнений (7) в каждом

из состояний управления перестает быть нелинейной. В результате мы получаем две системы линейных уравнений.

В соответствии с векторами переменных состояний запишем матрицы коэффициентов для каждого состояния управления:

$$A1 := \begin{bmatrix} \frac{S1 \cdot D + Gk \cdot ck}{Mk \cdot ck} & \frac{S1 \cdot D}{Mk \cdot ck} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{S1 \cdot D}{Mv \cdot cv} & \frac{S1 \cdot D + Gv \cdot cv}{Mv \cdot cv} & \frac{Gv \cdot cv}{Mv \cdot cv} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{Gv \cdot cv}{Mv2 \cdot cv} & \frac{S2 \cdot \alpha2ts + Gv \cdot cv}{Mv2 \cdot cv} & \frac{S2 \cdot \alpha2ts}{Mv2 \cdot cv} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{S2 \cdot \alpha2ts}{Ms \cdot cs} & \frac{S2 \cdot (\alpha2ts + \alpha2ps)}{Ms \cdot cs} & \frac{S2 \cdot \alpha2ps}{Ms \cdot cs} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{S2 \cdot \alpha2ps}{Msm \cdot csm} & \frac{S2 \cdot \alpha2ps}{Msm \cdot csm} \end{bmatrix}, \quad (9)$$

$$A2 := \begin{bmatrix} \frac{S1 \cdot \alpha ts}{Mk \cdot ck} & \frac{S1 \cdot \alpha ts}{Mk \cdot ck} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{S1 \cdot \alpha ps}{Mv \cdot cv} & \frac{S1 \cdot \alpha ps + Gv \cdot cv}{Mv \cdot cv} & \frac{Gv \cdot cv}{Mv \cdot cv} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{Gv \cdot cv}{Mv2 \cdot cv} & \frac{S2 \cdot \alpha2ts + Gv \cdot cv}{Mv2 \cdot cv} & \frac{S2 \cdot \alpha2ts}{Mv2 \cdot cv} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{S2 \cdot \alpha2ts}{Ms \cdot cs} & \frac{S2 \cdot (\alpha2ts + \alpha2ps)}{Ms \cdot cs} & \frac{S2 \cdot \alpha2ps}{Ms \cdot cs} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{S2 \cdot \alpha2ps}{Msm \cdot csm} & \frac{S2 \cdot \alpha2ps}{Msm \cdot csm} \end{bmatrix}.$$

Также запишем векторы управления и возмущения:

$$B := \begin{pmatrix} \frac{Ipar}{Mk \cdot ck} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad C := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{N \cdot Kp}{cs} \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Чтобы получить математическое описание в виде зависимости выхода объекта Tsm от управления Gp и возмущения $N \cdot Kp$ или в виде соответствующих передаточных функций, можно исключить из уравнений (7) промежуточные переменные Tk , Tv , Tvo , $T2s$ и получить одно уравнение пятого порядка для Tsm . Это проще всего выполнить, переходя к преобразованиям Лапласа:

$$X(s, u, z) = (E \cdot s - A1)^{-1} \cdot B \cdot u + (E \cdot s - A2)^{-1} \cdot C \cdot z, \quad (11)$$

где E – единичная матрица; s – комплексная переменная Лапласа.

Так как уравнение записано для приращений, все начальные значения переменных равны нулю, что удовлетворяет требованиям для передаточной функций [7–9].

Из уравнения (11) достаточно найти вектор $X(s)$, используя операции с матрицами в системе Mathcad. После нахождения передаточных функций для выхода объекта, находим корни характеристических уравнений для двух состояний управления:

$$\lambda1 := \begin{pmatrix} -3.3092024252193001718 \\ -5.0525582941656373523 \\ -1.19599241914230279279 \\ -2.24858249769714896775e-1 \\ -2.0955764521184033564e-2 \end{pmatrix}, \quad (12)$$

$$\lambda2 := \begin{pmatrix} 0 \\ -3.3092023859043633231 \\ -5.0357336558886473926 \\ -1.6758754463218023878 \\ -2.23707838501281881098e-1 \end{pmatrix}.$$

Функция Гамильтона для данной системы будет выглядеть как:

$$\begin{aligned}
H = \Psi 1 \cdot \left[\frac{Gp \cdot I}{Mk \cdot ck} - \frac{Gk \cdot ck + Stp \cdot ats}{Mk \cdot ck} \cdot Tk \right] + \Psi 2 \cdot \left[\frac{Gv \cdot cv}{Mv \cdot cv} \cdot Tvo - \frac{Gv \cdot cv + S \cdot \alpha ps}{Mv \cdot cv} \cdot Tv \right] + \\
\Psi 3 \cdot \left[\frac{Gv \cdot cv}{Mvo \cdot cv} \cdot Tv - \frac{Gv \cdot cv + S2 \cdot \alpha 2ts}{Mvo \cdot cv} \cdot Tvo + \frac{S2 \cdot \alpha 2ts}{Mvo \cdot cv} \cdot T2s \right] + \\
\Psi 4 \cdot \left[\frac{S2 \cdot \alpha 2ts}{M2s \cdot cs} \cdot Tv - \frac{S2 \cdot \alpha 2ts}{M2s \cdot cs} \cdot T2s - \frac{S2 \cdot \alpha 2ps \cdot (T2s - Tvo)}{M2s \cdot cs} \right] + \Psi 5 \cdot \left[\frac{N \cdot Kp \cdot Msm}{Msm \cdot csm} + \frac{S2 \cdot \alpha 2ps \cdot (T2s - Tvo)}{Msm \cdot csm} \right].
\end{aligned} \quad (13)$$

В соответствии с принципом максимума Понтрягина оптимальное управление должно обеспечивать максимум функции Гамильтона в каждый момент времени в явном виде, т. е.

$$u = \begin{cases} a, & \text{если } \psi 1 \cdot Kim > 0 \\ b, & \text{если } \psi 1 \cdot Kim < 0 \end{cases} \quad (14)$$

Поскольку все корни характеристического уравнения для стадии подачи греющего пара действительные и разные, решение его при постоянном управляющем воздействии uc можно записать как:

$$\begin{aligned}
y(t, C, uc) = C_1 \cdot e^{s_1 t} + C_2 \cdot e^{s_2 t} + \\
+ C_3 \cdot e^{s_3 t} + C_4 \cdot e^{s_4 t} + C_5 \cdot e^{s_5 t} + \\
+ Ko \cdot uc + Q.
\end{aligned} \quad (15)$$

$$dy(t, C, n) = \begin{cases} C_2 \cdot s_2^n \cdot e^{s_2 t} + C_3 \cdot s_3^n \cdot e^{s_3 t} + C_4 \cdot s_4^n \cdot e^{s_4 t} + C_5 \cdot s_5^n \cdot e^{s_5 t} + Q, & \text{если } n = 1; \\ C_2 \cdot s_2^n \cdot e^{s_2 t} + C_3 \cdot s_3^n \cdot e^{s_3 t} + C_4 \cdot s_4^n \cdot e^{s_4 t} + C_5 \cdot s_5^n \cdot e^{s_5 t}, & \text{если } n > 1. \end{cases} \quad (18)$$

Для построения управления и траектории необходимо найти четыре временных точки переключения, значения пяти постоянных интегрирования C для пяти интервалов постоянства управления. Итого, необходимо найти двадцать девять неизвестных величин, составив и решив систему из двадцати девяти нелинейных алгебраических уравнений. Эту задачу можно решить только численным методом,

Первая и последующие производные при постоянном входном воздействии равны:

$$\begin{aligned}
dy(t, C, n) = C_1 \cdot s_1^n \cdot e^{s_1 t} + \\
+ C_2 \cdot s_2^n \cdot e^{s_2 t} + C_3 \cdot s_3^n \cdot e^{s_3 t} + \\
+ C_4 \cdot s_4^n \cdot e^{s_4 t} + C_5 \cdot s_5^n \cdot e^{s_5 t}.
\end{aligned} \quad (16)$$

Решение для стадии без подачи греющего пара будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
y(t, C, uc) = C_1 + C_2 \cdot e^{s_2 t} + \\
+ C_3 \cdot e^{s_3 t} + C_4 \cdot e^{s_4 t} + \\
+ C_5 \cdot e^{s_5 t} + Q.
\end{aligned} \quad (17)$$

Первая и последующие производные при постоянном входном воздействии для стадии без подачи пара равны:

задав достаточно близко начальное приближение неизвестным величинам. Чтобы это выполнить, приближенные значения будем задавать и уточнять последовательно (по участкам).

Примем в начальный момент управление положительным и равным a . Рассчитаем выход объекта при управлении $u=uc$ для первого участка постоянства управления (рисунок 3).

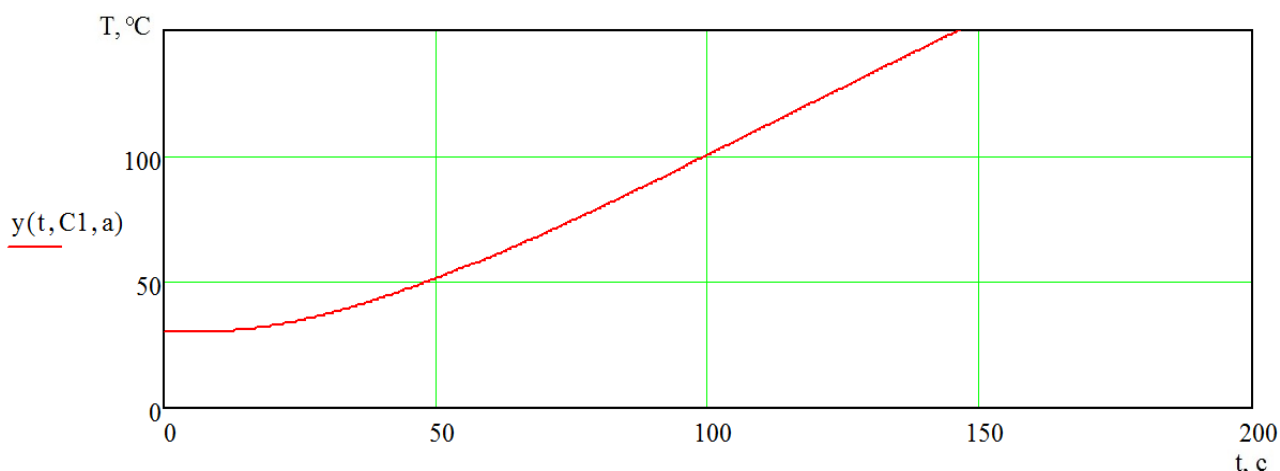


Рисунок 3. Выход объекта управления для первого участка

Figure 3. The output of the control object for the first section

Задавая последовательно точки переключения в пределах положительных значений y , определим начальные приближения констант интегрирования по участкам постоянства управления. Для второго участка в качестве начального приближения для констант интегрирования $C2$ возьмем $C1$, рассчитанные для первого участка.

Выражение для выхода объекта при управлении $u=0$ для второго участка будет иметь вид (рисунок 4):

$$Y1(t, t1) = \begin{cases} y(t, C1, a), & \text{если } t \leq t1 \\ y1(t - t1, C2, b), & \text{если } t > t1 \end{cases} \quad (19)$$

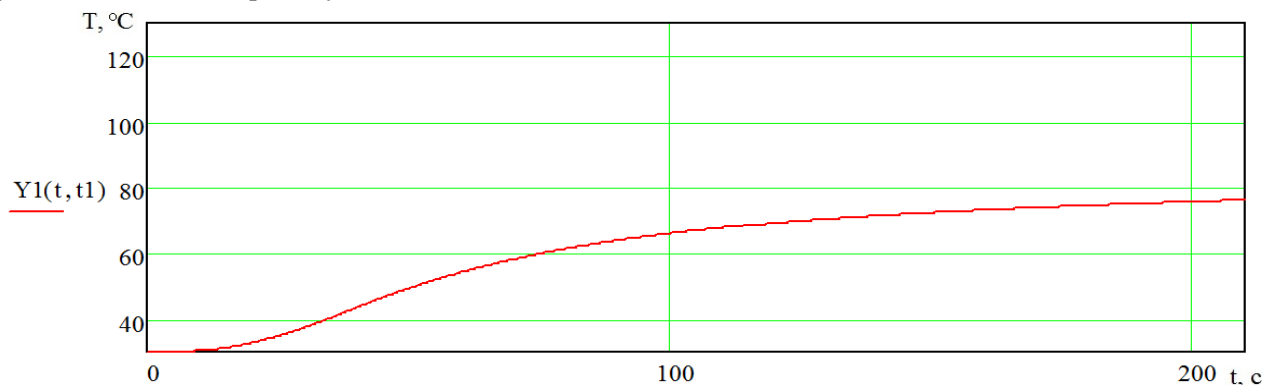


Рисунок 4. Выход объекта управления для второго участка
Figure 4. The output of the control object for the second section

Для третьего участка принимаем вектор констант $C3=C2$. Точку переключения также задаем приближенно по графику: $t2=80$.

Выражение для выхода объекта при управлении $u=us$ для третьего участка будет иметь вид (рисунок 5):

$$Y2(t, t1, t2) = \begin{cases} Y1(t, t1), & \text{если } t \leq t2 \\ y(t - t2, C3, a), & \text{если } t > t2 \end{cases} \quad (20)$$

Для четвертого участка принимаем вектор констант $C4=C3$. Точку переключения также задаем приближенно по графику: $t3=85$.

Выражение для выхода объекта при управлении $u=0$ для четвертого участка будет иметь вид (рисунок 6):

$$Y3(t, t1, t2, t3) = \begin{cases} Y2(t, t1, t2), & \text{если } t \leq t3 \\ y1(t - t3, C4, b), & \text{если } t > t3 \end{cases} \quad (21)$$

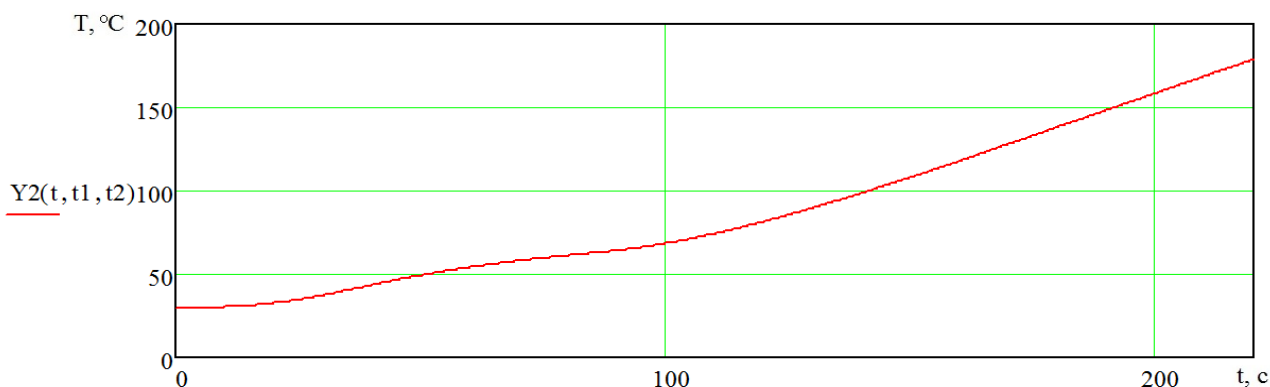


Рисунок 5. Выход объекта управления для третьего участка
Figure 5. The output of the control object for the third section

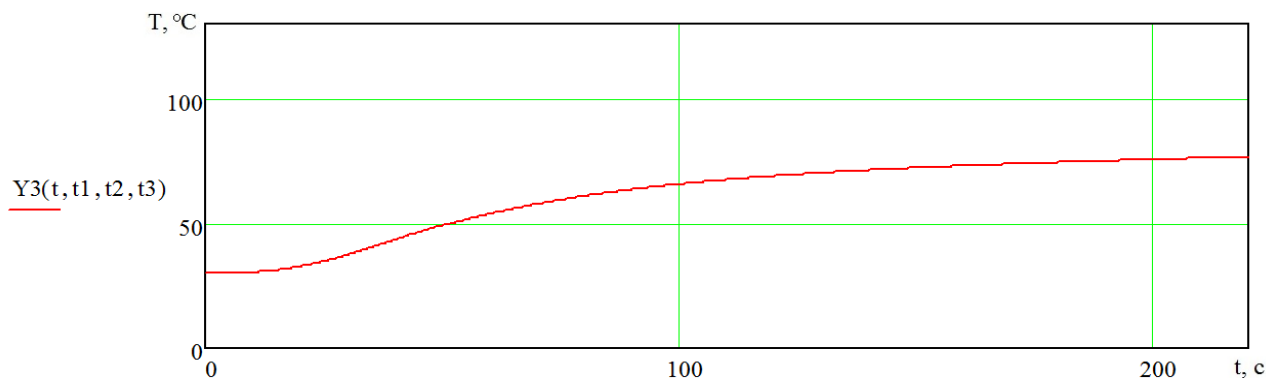


Рисунок 6. Выход объекта управления для четвертого участка
Figure 6. The output of the control object for the fourth section

Для пятого участка вновь принимаем вектор констант $C5=C4$. Точку переключения также задаем приближенно по графику: $t4=100$.

Выражение для выхода объекта при управлении $u=uc$ для пятого участка будет иметь вид (рисунок 7):

$$Y4(t, t1, t2, t3, t4) = \begin{cases} Y3(t, t1, t2, t3), & \text{если } t \leq t4 \\ y(t - t4, C5, a), & \text{если } t > t4 \end{cases} \quad (22)$$

После этого уточняем окончательно все точки переключения, конечную точку (согласно техническому регламенту $tk=130$), константы для всех участков (исключая первый) и рассчитываем оптимальное управление и траекторию выхода объекта.

Описания координаты y и функций управления u (рисунки 8, 9):

$$Y(t) = \begin{cases} y(t, C1, a), & \text{если } t \leq t1; \\ y1(t - t1, C2, b), & \text{если } t \leq t2 \wedge t > t1; \\ y(t - t2, C3, a), & \text{если } t \leq t3 \wedge t > t2; \\ y1(t - t3, C4, b), & \text{если } t \leq t4 \wedge t > t3; \\ y(t - t4, C5, a), & \text{если } t > t4; \end{cases} \quad (23)$$

$$UU(t) = \begin{cases} a, & \text{если } t \leq t1; \\ b, & \text{если } t \leq t2 \wedge t > t1; \\ a, & \text{если } t \leq t3 \wedge t > t2; \\ b, & \text{если } t \leq t4 \wedge t > t3; \\ a, & \text{если } t > t4. \end{cases} \quad (24)$$

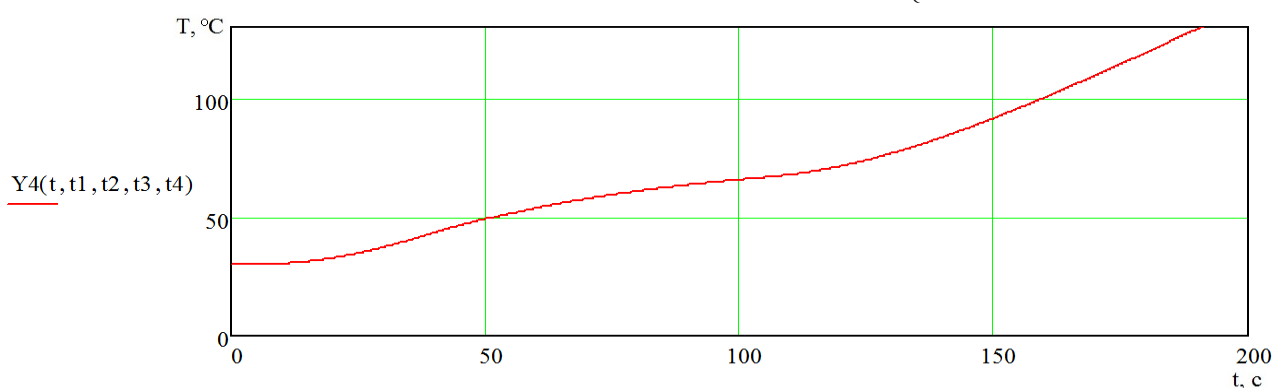


Рисунок 7. Выход объекта управления для пятого участка

Figure 7. The output of the control object for the fifth section

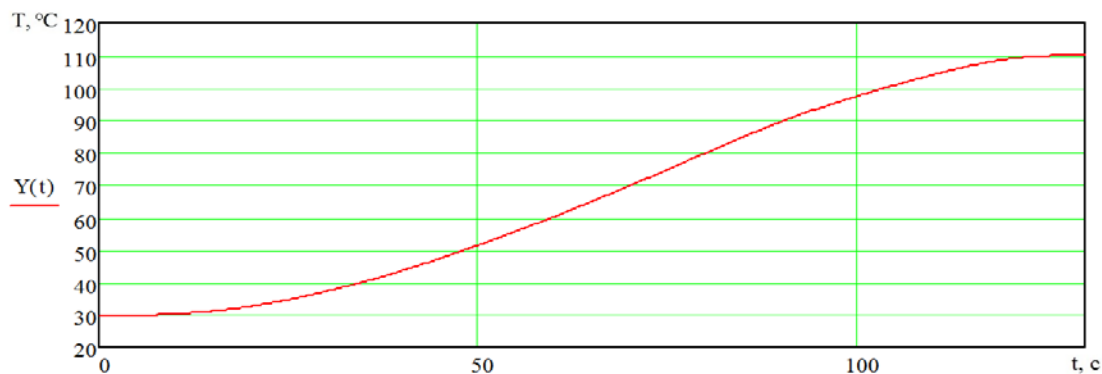


Рисунок 8. Оптимальная траектория выхода объекта управления (температура смеси)

Figure 8. The optimal path of the control object's output (temperature of the compound)

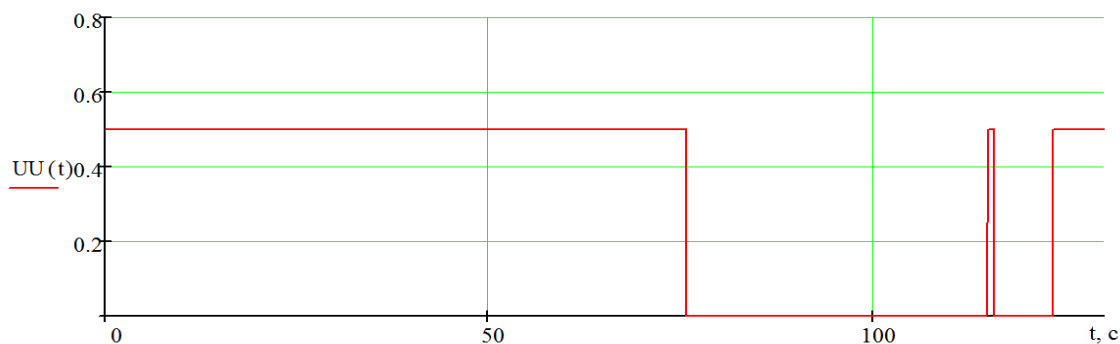


Рисунок 9. Оптимальное управление объектом (подача греющего пара)

Figure 9. Optimal control of the object (supply of the heating steam)

Сравнивая результаты (при постоянной подаче греющего пара в теплообменный аппарат и при реализации оптимального управления), установлено, что время необходимое для разогрева резиновой смеси до 110 °С при постоянной подаче пара составляет 110 с (с общим количеством поданного пара 55 кг), а при оптимальном управлении – 130 с (с общим количеством поданного пара 41,5 кг). Таким образом, экономия греющего пара составила 24,4%.

Выводы и рекомендации

Анализ результатов моделирования и проведения испытаний на предприятии при

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Резниченко С.В., Морозов Ю.Л. Большой справочник резинщика. Том 1. Каучуки и ингредиенты. М.: Техинформ, 2012. 744 с.
- 2 Резниченко С.В., Морозов Ю.Л. Большой справочник резинщика. Том 2. Резины и резинотехнические изделия. М.: Техинформ, 2012. 648 с.
- 3 Красных В.Ю., Королев В.Н. Тепломассообмен. Основные формулы, задачи и способы их решения. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 64 с.
- 4 Алексеев М.В., Юдаков А.А. Разработка математического описания и алгоритмов управления процессом резиносмешения // Сборник трудов XXVIII международной научной конференции ММТТ 28. 2015. С. 34–37.
- 5 Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Юдаков А.А., Попов А.П., Чертов Е.Д. Разработка математической модели процесса резиносмешения и синтез корректирующего алгоритма управления температурным режимом процесса с использованием искусственной нейронной сети // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 52–59.
- 6 Программирование с помощью STEP 7 V5.3: Руководство. Siemens AG, 2004. 602 с.
- 7 Cândido J. J., Justino P. A. Modelling, control and pontryagin maximum principle for a two-body wave energy device // Renewable Energy. 2011. T. 36. № 5. С. 1545–1557.
- 8 Laschov D., Margaliot M. A maximum principle for single-input Boolean control networks // IEEE Transactions on Automatic Control. 2011. T. 56. № 4. С. 913–917.
- 9 Kim N., Cha S., Peng H. Optimal control of hybrid electric vehicles based on Pontryagin's minimum principle // IEEE Transactions on Control Systems Technology. 2011. T. 19. № 5. С. 1279–1287.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир С. Кудряшов д.т.н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kudryashovvs@mail.ru
Михаил В. Алексеев к.т.н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mwa1976@mail.ru
Андрей А. Юдаков инженер, ЗАО “Воронежский шинный завод”, ул. Ростовская, 41, г. Воронеж, Россия, yudakov07@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в одинаковой степени принимали участие в подготовке материала для рукописи.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.04.2017

программировании управляющего контроллера Siemens S-300 [6], показал эффективность синтезированного алгоритма управления стадией нагрева.

Данные исследования позволили получить уникальный алгоритм управления и снизить расход греющего пара при разогреве резиновой смеси.

Синтезированный алгоритм можно использовать для настройки контроллера в системе управления стадией нагрева в резиномесителе РС-270.

REFERENCES

- 1 Reznichenko S.V., Morozov Yu.L., ingredients Bol'shoi spravochnik rezinshchika. Tom 1. Kauchuki i ingredient [A large directory of reinsta. Volume 1. Rubber and ingredient]. Moscow. Tekhinform 2012. 744 p. (in Russian).
- 2 Reznichenko S.V., Morozov Yu.L. Bol'shoi spravochnik rezinshchika. Tom 2. Reziny i rezinotekhnicheskie izdeliya [A large directory of reinsta. Volume 2. Rubber and rubber products]. Moscow: Tekhinform 2012. 648 p. (in Russian).
- 3 Krasnykh V.Yu., Korolev V.N. Teplomassooobmen. Osnovnye formuly, zadachi i sposoby ikh resheniya [Heat and mass transfer. Basic formulas, tasks and ways of their solution]. Ekaterinburg. UrFU 2012. 64 p. (in Russian).
- 4 Alekseev M.V., Yudakov A.A. The development of the mathematical description and control algorithms of the rubber mixing process. Proceedings of the XXVIII International Scientific Conference MMTT 28. Ryazan, 2015. pp. 34–37. (in Russian).
- 5 Kudryashov V.S., Alekseev M.V., Yudakov A.A., Popov A.P., Chertov E.D. Development of rubber mixing process mathematical model and synthesis of control correction algorithm by process temperature mode using an artificial neural network. Vestnik VGUIT [Proceeding of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 52–59. (in Russian).
- 6 Programming with STEP 7 V5.3: Guide. Siemens AG, 2004. 602 p. (in Russian).
- 7 Cândido J. J., Justino P. A. Modelling, control and pontryagin maximum principle for a two-body wave energy device. Renewable Energy. 2011. vol. 36. no. 5. pp. 1545–1557.
- 8 Laschov D., Margaliot M. A maximum principle for single-input Boolean control networks. IEEE Transactions on Automatic Control. 2011. vol. 56. no. 4. pp. 913–917.
- 9 Kim N., Cha S., Peng H. Optimal control of hybrid electric vehicles based on Pontryagin's minimum principle. IEEE Transactions on Control Systems Technology. 2011. vol. 19. no. 5. pp. 1279–1287.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir S. Kudryashov doctor of technical sciences, professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kudryashovvs@mail.ru
Mikhail V. Alekseev candidate of technical sciences, engineer, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mwa1976@mail.ru
Andrei A. Yudakov engineer, JSC “Voronezh Tire Plant”, Rostovskaya str., 41, Voronezh, Russia, yudakov07@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the preparation of material for manuscript.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.2.2017

ACCEPTED 4.12.2017

Проектирование клотоидной трассы путем аппроксимации последовательности точек с применением методов нелинейного программирования

Алексей В. Скрыпников¹ skrypnikovvsafe@mail.ru
Евгений В. Быстрянец¹
Виктор С. Логойда²
Елена В. Чернышова¹ elenabok@mail.ru

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

² ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия

Реферат. В работе приведена общая технология проектирования трассы лесной автомобильной дороги в пространстве и обоснование выбора наиболее эффективного для конкретных условий метода. Опыт проектирования трассы с использованием метода опорных элементов показал его высокую эффективность, одновременно с этим выявились возможности дальнейшего совершенствования процесса автоматизированного проектирования с целью полного устранения этапа графической проработки трассы и автоматического учета всех требований, предъявляемых к ней. Для реализации этих возможностей проведено исследование вопросов проектирования клотоидной трассы путем аппроксимации последовательности точек эскизной линии с применением методов нелинейного программирования (сокращенное название – метод аппроксимации последовательности точек). Идея заключается в том, чтобы путем соответствующей обработки на компьютере математической модели эскизной линии определить положение и все геометрические характеристики клотоидной трассы, отвечающей требованиям, предъявляемым к ней. При этом трасса должна наилучшим образом аппроксимировать заданную эскизную линию, т.е. геометрически неправильную приближенную трассу. Эскизная линия может получаться автоматически, например, с использованием метода проектирования оптимальной «цепочечной» трассы или может быть намечена проектировщиком по материалам аэрофотосъемки или топографическим планам, исходя из экономических и других соображений, и с помощью автоматических регистраторов координат введена в память ЭВМ.

Ключевые слова: проектирование дорог, моделирование, нелинейное программирование

Designing a clotoid path by approximating a sequence of points using nonlinear programming methods

Alexey V. Skrypnikov¹ skrypnikovvsafe@mail.ru
Evgeni V. Bystryantsev¹
Victor S. Logoyda²
Elena V. Chernyshova¹ elenabok@mail.ru

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

² Air Force Academy named after Professor N.Ye. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, Voronezh, Russia

Summary. The paper shows the general technology for designing a forest road route in space and the rationale for choosing the most effective method for specific conditions. The experience of designing the track using the method of supporting elements showed its high efficiency, at the same time the opportunities for further improvement of the automated design process were revealed with the aim of completely eliminating the stage of graphic processing of the route and automatically recording all the requirements presented to it. To realize these possibilities, a study of the design of the clotoid route was carried out by approximating a sequence of points in the sketch line using nonlinear programming methods (abbreviated name is the method of approximation of a sequence of points). The idea is to determine the position and all the geometric characteristics of the clotoid path, corresponding to the requirements for it, by corresponding processing on the computer of the mathematical model of the sketch line. In this case, the trace should best approximate the specified sketch line, i.e. Geometrically incorrect approximate route. The sketch line can be obtained automatically, for example, using the method of designing the optimal "chain" route, or it can be scheduled by the designer using aerial photography materials or topographic plans, based on economic and other considerations, and entered into the computer's memory using automatic coordinate recorder.

Keywords: road design, modeling, non-linear programming

Введение

Суть метода проектирования трассы путем аппроксимации последовательности точек заключается в том, чтобы путем соответствующей обработки на компьютере математической модели эскизной линии (рисунок 1) определить положение и все геометрические характеристики клотоидной трассы, отвечающей требованиям, предъявляемым к ней. При этом трасса должна наилучшим образом аппроксимировать заданную

эскизную линию, т. е. геометрически неправильную приближенную трассу. Эскизная линия может получаться автоматически, например, с использованием метода проектирования оптимальной «цепочечной» трассы или может быть намечена проектировщиком по материалам аэрофотосъемки или топографическим планам, исходя из экономических и других соображений, и с помощью автоматических регистраторов координат введена в память ЭВМ.

Для цитирования

Скрыпников А.В., Быстрянец Е.В., Логойда В.С., Чернышова Е.В. Проектирование клотоидной трассы путем аппроксимации последовательности точек с применением методов нелинейного программирования // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 88–93. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-88-93

For citation

Lastname F. S., Lastname F.S., Lastname A. S., Lastname F. S. Designing a clotoid path by approximating a sequence of points using nonlinear programming methods. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 88–93. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-88-93

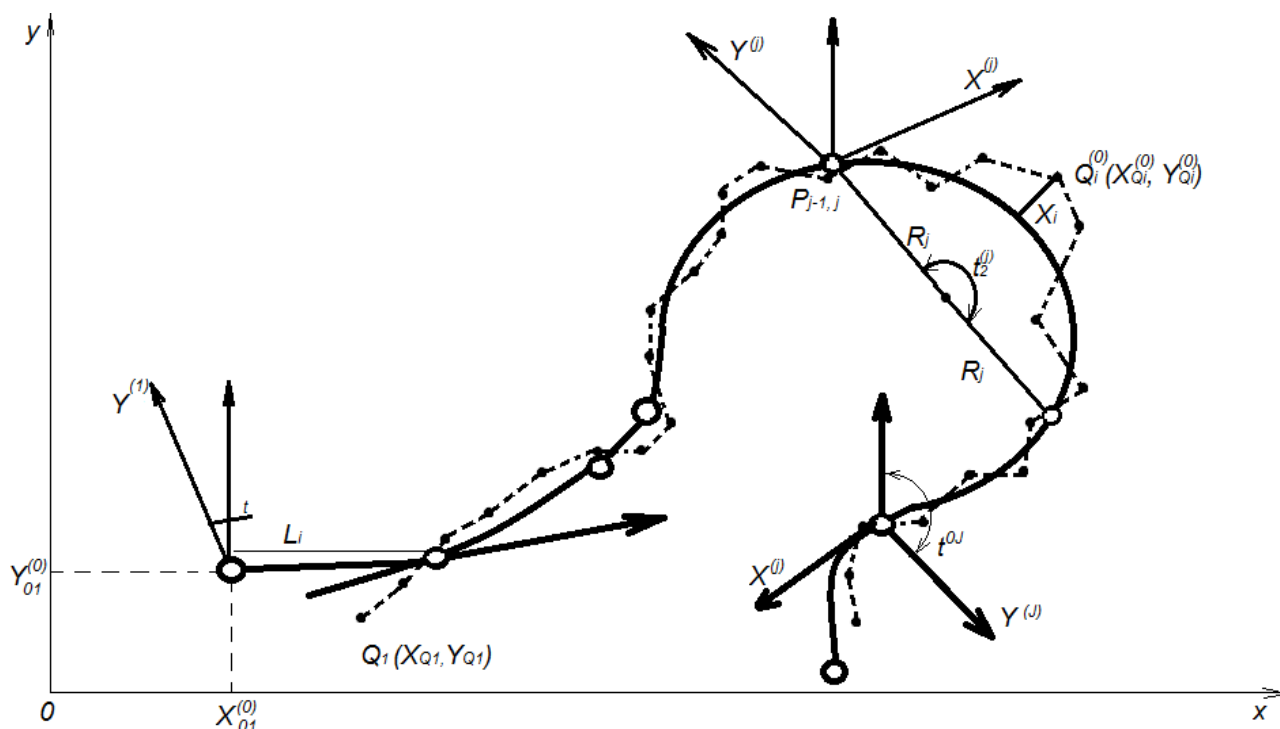


Рисунок 1. Расчетная схема метода аппроксимации последовательности точек: пунктирная линия – эскизная линия, сплошная линия – клотоидная трасса

Figure 1. Calculation scheme of the method of approximation of a sequence of points: a dashed line – a sketch line, a solid line – a clothoid trace

Проектируемая трасса состоит из отдельных элементов: клотоид, отрезков клотоид, круговых и прямых, соответствующим образом соединенных между собой. В целях удобства сопоставления метода аппроксимации последовательности точек с методом сглаживания эскизной линии трассы, предложенным в работе [1], принятые условные обозначения, по возможности, унифицированы: j – индекс, указывающий номер элемента трассы ($j = 1, 2, \dots, J$); i – индекс, указывающий номер точки ($i = 1, 2, \dots, I$); $X^{(0)}, Y^{(0)}$ – координаты в общей системе XOY ; $X^{(i)}, Y^{(i)}$ – координаты, в i -той частной системе; $P_1^{(0)}(X_{1i}^{(0)}, Y_{1i}^{(0)}), P_2^{(0)}(X_{2i}^{(0)}, Y_{2i}^{(0)})$ – соответственно начальная и конечная точки i -го элемента в общей системе координат; $\tau_{1i}^{(0)}, \tau_{2i}^{(0)}$ – угол, наклона касательной в начальной и конечной точке i -го элемента относительно общей системы координат; $Q_i^{(0)}(X_{Qi}^{(0)}, Y_{Qi}^{(0)})$ – точка i -го элемента в общей системе координат; $\tau_{Qi}^{(0)}$ – угол наклона касательной в точке $Q_i^{(0)}$ относительно общей системы координат; $P_{i,i+1}^{(0)}(X_{i,i+1}^{(0)}, Y_{i,i+1}^{(0)})$ –

точка стыка j -го и $(j+1)$ -го элементов в общей системе координат; τ^{0i} – угол поворота j -ой системы относительно общей системы координат; A_j, R_{1j}, R_{2j}, L_j – параметр клотоиды, радиус в начале и конце элемента, длина j -го элемента; z_i – отклонение трассы от i -той точки; V_{xi}, V_{yi} – соответствующие проекции Z_i на оси $X^{(0)}$ и $Y^{(0)}$; V – вектор проекций отклонений $V = [V_{x1}, V_{y1}, \dots, V_{xi}, V_{yi}]$.

Индекс N используется для приближенных значений величин.

Для геометрических характеристик распространяется правило знаков. В методе аппроксимации последовательности точек принято отличное от метода опорных элементов правило назначения частных систем координат для каждого элемента трассы, что обусловлено специфическими особенностями метода. Начало каждой i -ой частной системы координат совпадает с начальной точкой j -го элемента, а ось $X^{(i)}$ совпадает с касательной в начальной точке j -го элемента и направлена по ходу расчета (рисунок 2)

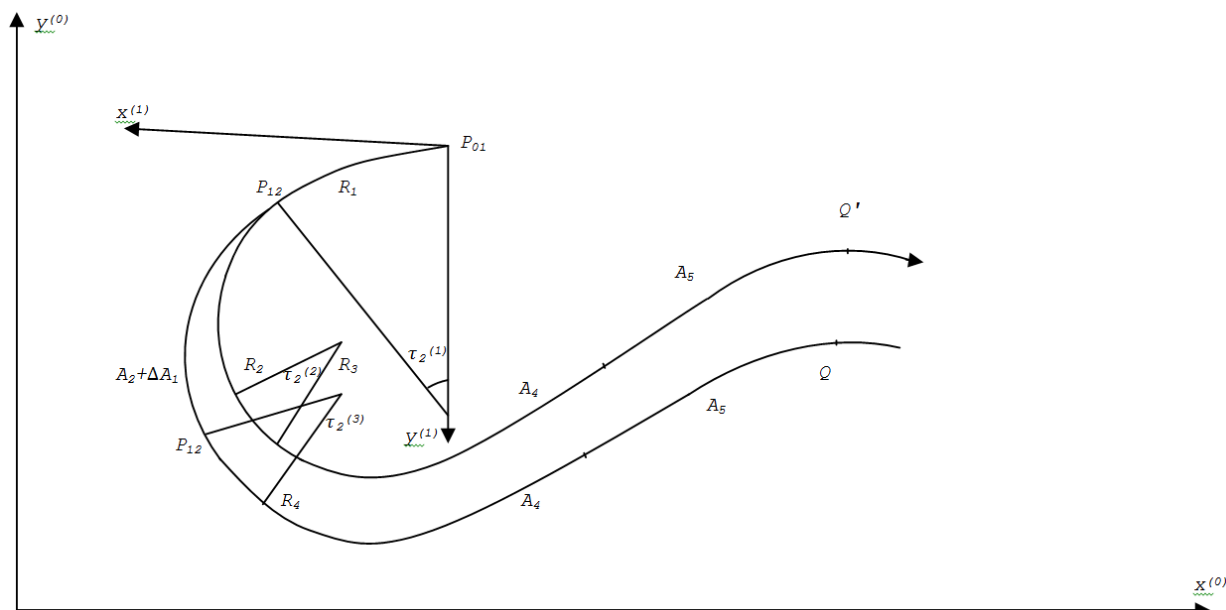


Рисунок 2. К выводу линейризованных уравнений отклонений оси

Figure 2. The derivation of the linearized equations of the deviations of the axis

В отличие от метода опорных элементов метод аппроксимации последовательности точек предусматривает задание избыточного количества точек. В общем случае, через все заданные точки не может быть проведена удовлетворительная трасса, поэтому задаваемые точки эскизной линии рассматриваются лишь как «приближение» точки, около которых должна пройти ось проектируемой дороги, а задача относится к классу условно-экстремальных.

На основе проведенного анализа выявлена целесообразность решения поставленной задачи с использованием методов математического программирования. Для этого необходимо:

- систематизировать требования к геометрии трассы и представить их в виде соответствующих ограничивающих условий;
- исследовать целевую функцию и выбрать класс возможных методов для решения данной задачи;
- разработать методику проектирования трассы.

Основная часть

В качестве основных переменных при проектировании трассы по методу аппроксимации последовательности точек с учетом анализа работы [2] приняты: $\Delta X_{01}^{(0)}$, $\Delta Y_{01}^{(0)}$ – приращение координат начала трассы; $\Delta \tau_{01}$ – приращение угла поворота частной системы первого элемента относительно общей системы; $\Delta \tau$ – изменение центрального угла круговых кривых (1 элемент); ΔL – изменение длины прямых (m элементов); ΔR – изменение радиуса круговых кривых (n элементов); ΔA – изменение параметра клотоид (p элементов).

Одно из основных требований, предъявляемых к проектируемой трассе лесной автомобильной дороге, необходимость обеспечения ее непрерывности и плавности. Они соблюдаются в пределах элементов трассы: клотоид, круговых кривых и прямых. Дополнительно необходимо, чтобы в точках стыка элементов координаты $X_{1j}^{(0)}$ и $Y_{1j}^{(0)}$ и направление касательной $\tau_{1j}^{(0)}$ в начале последующего (i -го) элемента точно соответствовали координатам $X_{2(j-1)}^{(0)}$ и $Y_{2(j-1)}^{(0)}$ и направлению касательной $\tau_{2(j-1)}^{(0)}$ в конце предыдущего ($i-1$) элемента:

$$\begin{aligned} X_{1i}^{(0)} &= X_{2(i-1)}^{(0)} \\ Y_{1i}^{(0)} &= Y_{2(i-1)}^{(0)} \\ \tau_{1i}^{(0)} &= \tau_{2(i-1)}^{(0)} \end{aligned} \quad (1)$$

При радиусах закруглений меньше определенной величины (обычно 2000 м) трасса должна также удовлетворять требованиям второго порядка плавности, то есть в главных точках смежные элементы должны иметь одинаковые радиусы закругления, направленные в одну сторону:

$$R_{1i} = R_{2(i-1)} \quad (2)$$

Требования (1) и (2) учтены при формализации функции цели. В случае использования существующих мостов или других сооружений, на примыканиях к уже построенным или ранее запроектированным участкам дороги, а также при корректировке промежуточных участков проектируемой трассы может возникнуть необходимость обеспечить прохождение расчетной трассы через заранее определенные фиксированные точки,

в заданном направлении и с заранее установленным радиусом кривизны в данной точке.

В работе [3] для этой цели предлагается ввести ограничения величин V_i и $\tau_Q^{(0)}$:

$$t_{1i} \leq V_i \leq t_{2i} \quad (3)$$

где t_{1i} , t_{2i} – соответственно нижняя и верхняя границы проекции отклонения i -ой точки;

$$\tau_1 \leq \tau_Q^{(0)} \leq \tau_2 \quad (4)$$

где τ_1 , τ_2 – соответственно нижняя и верхняя границы $\tau_Q^{(0)}$. Точке примыкания задается как одна из точек эскизной линии трассы.

Для случая, когда точка Q находится на k -том элементе, имеем:

$$\tau_Q^{(0)} = \tau^{0i} + \sum_{j=2}^k (\tau_2^{(j-1)} - \tau_1^{(j)}) + \tau_Q^{(k)} \quad (5)$$

Если в качестве неизвестных приняты $\Delta\tau^{0i}$, $\Delta\tau_2^{(j)}$, $\Delta\tau_1^{(i)}$, $\Delta\tau_Q^{(i)}$, то (5) можно представить в виде:

$$\tau_Q^{(0)} = \tau^{0i} + \tau_{QN}^{(0)} + \sum_{j=2}^k (\Delta\tau_2^{(j-1)} \Delta\tau_1^{(i)}) + \Delta\tau_Q^{(k)}$$

Для определения $\Delta\tau_2^{(j)}$, $\Delta\tau_1^{(i)}$, $\Delta\tau_Q^{(k)}$ в [4] приведены формулы в зависимости от сочетания смежных элементов и от типа k -го элемента.

Вследствие значительных сложностей, связанных с учетом ограничений вида (3) и (4), в одном из вариантов программ, реализующих метод аппроксимации последовательности точек, принято решение обеспечивать условия примыкания в конце проектируемого участка трассы путем введения на участке примыкания 3-х точек с большими весами P_i . Это обеспечивает близкое, но не строгое, решение в узле примыкания. Окончательная увязка может быть выполнена по методу опорных элементов.

Часто бывает необходимо ограничить зону варьирования трассы, что может быть вызвано целесообразностью обхода различных препятствий или зон, где проложение дороги связано с существенным удорожанием строительства (оползней, осыпей, затопляемых участков и т. п.). Эти требования могут быть удовлетворены путем введения ограничений, устанавливающих допуски отклонения расчетной трассы от точек эскизной линии в поперечном направлении к трассе. Данные ограничения могут быть представлены в виде неравенства:

$$Z_{\min i} \leq Z_i \leq Z_{\max i} \quad (7)$$

Такая форма представления ограничений удобна тем, что позволяет задавать как симметричные, так и несимметричные зоны варьирования.

Для связи с редакцией: post@vestnik-vsuet.ru

Из условия обеспечения безопасности и удобства движения на закруглениях абсолютные величины радиусов кривых в плане $|R_i|$ не должна быть менее минимально допустимых $R_{\min}$, установленных в зависимости от расчетной скорости по СНиП 5-72 или соответствующими расчетами:

$$R_{\min} \leq |R_i|, (R_{\min} > 0) \quad (8)$$

Так как поиск осуществляется в пределах обусловленной начальным приближением последовательности элементов трассы, то знак радиуса при оптимизации не меняется, следовательно, разобщенности допустимой области не будет и ограничения в соответствии с работой [5] можно представить в виде:

$$-sign(R_i) \times \Delta R_i \leq -R_{\min} + |R_i| \quad (9)$$

Аналогичный характер имеют ограничения величины параметров клотоид:

$$A_{\min} \leq |A_i|, (A_{\min} > 0) \\ -sign(A_i) \times \Delta A_i \leq -A_{\min} + |A_i| \quad (10)$$

где $A_{\min}$ – минимально допустимый параметр клотоиды.

В ряде случаев возникает необходимость ограничивать длину элемента, что обеспечивается двусторонним неравенством вида:

$$L_{\min i} \leq L_i \leq L_{\max i} \quad (11)$$

где $L_{\min i}$; $L_{\max i}$ – нижняя и верхняя границы L_i .

Ограничения для прямолинейных элементов трассы с переменной длиной приобретают вид:

$$L_{\min} - L_i \leq \Delta L_i \leq L_{\max} - L_i \quad (12)$$

Для круговой кривой с переменным центральным углом используются ограничения вида:

$$\tau_{2\min}^{(i)} - \tau_2^{(i)} \leq \Delta\tau_2^{(i)} \leq \tau_{2\max}^{(i)} - \tau_2^{(i)} \quad (13)$$

где $\tau_{2\min}^{(i)}$, $\tau_{2\max}^{(i)}$ – нижняя и верхняя границы $\tau_2^{(i)}$.

В [5] на основании исследований и опыта эксплуатации дорог, запроектированных по принципам клотоидного трассирования, предложен ряд рекомендаций для назначения геометрических характеристик элементов трассы. Так, например, в целях улучшения зрительной плавности дороги рекомендуется, чтобы величины параметров A переходных кривых находились в пределах от $0,4 R$ до $1,4 R$. В общем виде для случая, когда i -ый элемент – круговая кривая, а $(i+1)$ – клотоида:

$$d_{1i} \leq \frac{A_{i+1}}{R_i} \leq d_{2i} \quad (14)$$

где d_{1i} ; d_{2i} – нижняя и верхняя границы $\frac{A_{i+1}}{R_i}$.

Соотношение параметров смежных клотоид на обратных закруглениях должно быть в пределах:

$$\frac{1}{1,5} \leq \frac{A_i}{A_{i+1}} \leq 1,5$$

Или в общем виде:

$$d_{3i} \leq \frac{A_i}{A_{i+1}} \leq d_{4i} \quad (15)$$

где d_{3i} ; d_{4i} – нижняя и верхняя границы $\frac{A_i}{A_{i+1}}$.

Используя первые два члена разложения в ряд Тейлора для функций двух переменных как это предложено в работе [5] и, принимая во внимание, что для смежных круговой кривой и клотоиды $\text{sign } R_i = \text{sign } A_{i+1}$, имеем:

$$\frac{1}{A_{i+1}} \times \Delta R_j - \frac{R_i}{A_{i+1}^2} \times \Delta A_{i+1} \leq d_{2i} - \frac{R_i}{A_{i+1}} \quad (16)$$

$$-\frac{1}{A_{i+1}} \times \Delta R_j - \frac{R_i}{A_{i+1}^2} \times \Delta A_{i+1} \leq -d_{1i} - \frac{R_i}{A_{i+1}} \quad (17)$$

Аналогичны для (15), принимая во внимание, что $\text{sign } A_i \neq \text{sign } A_{i+1}$ имеем:

$$-\frac{1}{A_{i+1}} \times \Delta A_j + \frac{A_i}{A_{i+1}^2} \times \Delta A_{i+1} \leq d_{4i} - \frac{A_i}{A_{i+1}} \quad (18)$$

$$\frac{1}{A_{i+1}} \times \Delta A_j - \frac{A_i}{A_{i+1}^2} \times \Delta A_{i+1} \leq -d_{3i} - \frac{A_i}{A_{i+1}} \quad (19)$$

Рекомендуется [4], чтобы радиусы круговых кривых, сопрягаемых S-образными клотоидами, отличались друг от друга по абсолютной величине не более чем в 3 раза, или в общем виде:

$$d_{5i} \leq \frac{-R_i}{R_{i+1}} \leq d_{6i} \quad (20)$$

Используя разложение в ряд Тейлора, получаем:

$$-\frac{1}{R_{i-3}} \times \Delta R_j + \frac{R_i}{R_{i-3}^2} \times \Delta R_{i-3} \leq d_{6i} + \frac{R_i}{R_{i-3}} \quad (21)$$

$$\frac{1}{R_{i-3}} \times \Delta R_j - \frac{R_i}{R_{i-3}^2} \times \Delta R_{i-3} \leq -d_{3i} - \frac{R_i}{R_{i-3}} \quad (22)$$

С учетом вышеотмеченного, требования к геометрическим характеристикам и положению трассы могут быть учтены с помощью системы линейных неравенств вида:

$$\begin{aligned} b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + \dots + b_{1m}x_m &\leq d_1 \\ b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + \dots + b_{2m}x_m &\leq d_2 \\ &\dots \\ b_{n1}x_1 + b_{n2}x_2 + \dots + b_{nm}x_m &\leq d_n \end{aligned} \quad (23)$$

где m – число переменных; n – число ограничений.

В матричной форме эта система принимает вид:

$$BX \leq D \quad (24)$$

Предусмотрено несколько способов получения информации об эскизной линии трассы, объем которой довольно велик (до 2000 шестизначных чисел). Хотя обычно для получения ее используются автоматические регистраторы данных, возможность ошибок не исключена [6, 7]. Поэтому в системе реализован программный контроль информации, позволяющий обнаружить грубые ошибки путем анализа углов φ_i между смежными отрезками эскизной линии.

В автоматическом режиме ошибочные точки исключаются из массива в оперативной памяти и из файлов. При работе в диалоговом режиме с кодом 2 предусмотрена возможность просмотра и корректировки данных об эскизной линии трассы и всей информации, связанной с ней.

Параметром диалоговой функции является номер точки эскизной линии, с которой начинается очередная «страница» (формат экрана). Одновременно на экране размещается информация о десяти точках. В стандартном режиме просмотр осуществляется последовательно от начала до конца сегмента, при этом параметр формируется программно и проектировщик только меняет «страницы» нажатием клавиш «ВВ». При выборочном просмотре или необходимости возврата назад следует на экране указать номер точки, с которой должна начинаться очередная «страница» (формат экрана).

Предусмотрены различные корректировочные средства:

- а) замена содержимого массивов;
- б) добавление точек;
- в) удаление точек и др.

Возможны различные способы формирования исходного приближения для проектирования трассы по методу аппроксимации последовательности точек.

Используя диалоговую функцию с кодом 3, можно осуществлять просмотр и корректировку исходного приближения.

На экране можно выполнить корректировки вида:

- а) замена геометрических характеристик элементов трассы;
- б) удаление и добавление элементов.

В процессе работы блока оптимизации выполняется аппроксимация эскизной линии элементами трассы в пределах первоначально заданной последовательности, то есть меняются только величины геометрических характеристик элементов, но не их количество и тип. Вместе с тем независимо от способа формирования исходного приближения, довольно часто появляется необходимость просматривать варианты проектируемой трассы, отличающиеся последовательностью элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Ермоленко В.В. Концепция построения компьютерных баз по физическим эффектам // Автоматизация. Современные технологии – ежемесячный междотраслевой научно-технический журнал, 2016. № 11. с. 16–20.

2 Demers A.J. Epidemic Algorithms for Replicated Database Maintenance // ACM Symp. Principles of Distributed Computing, ACM Press, 1987. pp. 5–12.

3 Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Ширинкин Н.В., Стукалов Р.В. Исследование задач проектирования комплексного технического обеспечения и обобщенная модель их решения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 4(66). С. 93–98.

4 Гусев Ю.В., Капустин В.П., Логойда В.С., Чернышова Е.В. Моделирование процессов формирования множества условных таксонов и оптимизация объединения запросов пользователей // Материалы II международной научно-практической конференции «Стандартизация, управление качеством и обеспечение информационной безопасности в перерабатывающих отраслях АПК и машиностроении». Воронеж, ВГУИТ, с. 456–465

5 Six J. Application Security for the Android Platform. Processes, Permissions, and Other Safeguards. CA, O'Reilly Media, 2011. 2p.

6 Funke J., Gerdes J. C. Simple clothoid paths for autonomous vehicle lane changes at the limits of handling // Proc. ASME Dyn. Syst. Control Conf. 2013. C. V003T47A003.

7 Brezak M., Petrovic I. Real-time approximation of clothoids with bounded error for path planning

applications // IEEE Transactions on Robotics. 2014. T. 30. №. 2. С. 507–515.

REFERENCES

1 Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Ermolenko V.V. The concept of building computer databases on physical effects. [Automation. Modern technologies – a monthly interdisciplinary scientific and technical journal], 2016. no. 11. pp. 16–20.

2 Demers A.J. Epidemic Algorithms for Replicated Database Maintenance. *ACM Symp. Principles of Distributed Computing*, ACM Press, 1987. pp. 5–12.

3 Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Shirinkin N.V., Stukalov R.V. Investigation of problems of designing of complex technical support and generalized model of their solution. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 4 (66). pp. 93–98.

4 Gusev Yu.V., Kapustin V.P., Logoyda V.S., Chernyshova E.V. Modeling the processes of formation of a set of conditional taxa and optimization of combining user requests. Materials of the II International Scientific and Practical Conference "Standardization, Quality Management and Information Security in the Processing Industries of the Agroindustrial Complex and Mechanical Engineering". Voronezh, VSUET, pp. 456–465

5 Six J. Application Security for the Android Platform. Processes, Permissions, and Other Safeguards. CA, O'Reilly Media, 2011. 2p.

6 Funke J., Gerdes J. C. Simple clothoid paths for autonomous vehicle lane changes at the limits of handling. *Proc. ASME Dyn. Syst. Control Conf.* 2013. pp. V003T47A003.

7 Brezak M., Petrovic I. Real-time approximation of clothoids with bounded error for path planning applications. *IEEE Transactions on Robotics*. 2014. vol. 30. no. 2. pp. 507–515.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей В. Скрыпников д.т.н., профессор, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, skrypnikovvsafe@mail.ru

Евгений В. Быстрынец соискатель, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

Виктор С. Логойда должность, кафедра, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», Воронеж, Россия,

Елена В. Чернышова аспирант, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elenabok@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 06.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexey V. Skrypnikov doctor of technical sciences, professor, information security department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, skrypnikovvsafe@mail.ru

Evgeni V. Bystryantsev applicant, information security department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,

Victor S. Logoyda должность, кафедра, Air Force Academy named after Professor N.Ye. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, Voronezh, Russia,

Elena V. Chernyshova graduate student, information security department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elenabok@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.6.2017

ACCEPTED 5.19.2017

Особенности управления запасами на предприятиях торговли

Александр В. Лемешкин ¹	Sansan55@mail.ru
Юлия А. Сафонова ¹	kulakova7@yandex.ru
Людмила А. Коробова ¹	lyudmila_korobova@mail.ru

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

Реферат. В предложенной работе рассматриваются вопросы, связанные с запасами на складах товаров. Определены стратегические и оперативные подконтрольные показатели. Рассмотрены негативные влияния недостатка запасов на финансовое положение предприятий. Определить подконтрольные показатели из числа существующих как эффективные, так и стратегические. Рассмотрены проблемы контроллинга управления товарными запасами. Приведена взаимосвязь перспектив в системе показателей управления товарными запасами. Представлена система по переводу политики организации для взаимосвязи поставленных задач и пропорции для определения уровня достижения конкретных установок в рамках четырех главных направлений. Выбран подбор направлений, устанавливаемых в зависимости от сферы деятельности и целей предприятия. Показано решение вопроса с организацией запасов и набора соответствующих продуктов для подачи заказов на пополнение определенных запасов. Найдено внешнее взаимодействие движения управляемых запасов на предприятии оптовой торговли. Показано построение и применение логистической информационной системы (ЛИС) на предприятиях с определенными способами такими как покупка и внедрение готовой ЛИС и покупка готовой ЛИС с внедрением и адаптацией. Приведены основные программные пакеты для разработки ЛИС такие как пакет Simulink имеющий математические пакеты MatLab, пакет VisSim ориентацией на открытое математическое моделирование и пакет iThink_STELLA для моделирования динамических систем при. Разработана структурная модель, которая позволяет рассмотреть основной функционал оптовой торговли. Построены диаграммы основных функций управления запасами на предприятии оптовой торговли и диаграмма планирования продаж. Рассмотрены управляющие воздействия информации и приведены характеристики основных программных пакетов для разработки логистической информационной системы.

Ключевые слова: логистическая система, управление запасами, контроллинг, структурные модели

Features of inventory management in enterprises trade

Alexander V. Lemeshkin, ¹	Sansan55@mail.ru
Yuliya A. Safonova, ¹	kulakova7@yandex.ru
Lyudmila A. Korobova ¹	lyudmila_korobova@mail.ru

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

Summary. In the offered work the questions connected with stocks in warehouses of goods are considered. Strategic and operational under control indicators are defined. Negative influences of a lack of stocks on a financial position of the enterprises are considered. To define under control indicators from among existing both effective and strategic. Problems of controlling of management of commodity stocks are considered. The interrelation of prospects is given in system of indicators of management of commodity stocks. The system on the translation of policy of the organization for interrelation of objectives and a proportion for determination of level of achievement of concrete installations within four main directions is presented. Selection of the directions established depending on a field of activity is chosen and is more whole than the enterprise. The solution of a question with the organization of stocks and a set of the corresponding products for submission of orders for replenishment of certain stocks is shown. Interaction of the movement of the operated stocks at the enterprise of wholesale trade is found external. Construction and application of logistics information system (LYS) at the enterprises with certain ways such as purchase and introduction of ready LYS and purchase of ready LYS about introduction and adaptation is shown. Snovny software packages for development of FOXES such as a Simulink package having mathematical MatLab packages, a VisSim package with orientation to open mathematical modeling and an iThink_STELLA package for modeling of dynamic systems are given at. The structural model which allows to consider the main functionality of wholesale trade is developed. Charts of the main functions of stockpile management at the enterprise of wholesale trade and the chart of planning of sales are constructed. The operating influences of information are considered and characteristics of the main software packages for development of logistic information system are provided. Presents software packages for development of a LYS such as Simulink packet having mathematical packets of MatLab, VisSim packet with orientation to open mathematical simulation and a packet of iThink_STELLA for simulation of dynamic systems in case of are given. The structural model which allows to consider the main functionality of wholesale trade is developed. Charts of basic functions of stockpile management at the enterprise of wholesale trade and the chart of sales planning are constructed. The controlling impacts of information are considered and characteristics of the main software packages for development of a logistic information system are provided.

Keywords: logistics system, inventory management, controlling, structural models

Для цитирования

Лемешкин А. В., Сафонова Ю. А., Коробова Л. А. Особенности управления запасами на предприятиях торговли // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С 94–100. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-94-100

For citation

Lemeshkin A. V., Safonova Yu. A., Korobova L. A. Features of inventory management in enterprises trade. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no 2 pp. 94–100 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-94-100

Введение

В настоящий момент в России отмечается рост интереса к логистическим информационным системам в целом, и, в частности, к логистическим компьютерным системам управления запасами. В структуре торговли предприятия запасы на складах занимают определенный вес. Предприятиям необходимо знать точное значение и какие запасы товаров понадобятся для обеспечения постоянного снабжения клиентов. Перенасыщение запасов конкретного вида приводит к потерям вложенного капитала, потери прибыли и снижение эффективности на предприятиях [1–3].

Недостаток запасов должных материальных ресурсов также негативно влияет на их финансовое положение. Благодаря росту запасов происходит замедление оборота средств, что приводит к недостатке свободных денежных средств, понимания оптимального уровня и поддержки в этом уровне запасов имеет большое значение в увеличении прибыли от всех вложенных средств. Заказчики выбирают поставщиков исходя из имеющихся цен на товар, также требуют ещё и высокое качество, и точность поставки товара. Переход от центрального управления экономикой к рыночным условиям хозяйства разрушает государственную систему управления предприятиями и систему управления запасами. В текущий момент на рынке России происходит переполнение товарами и услугами в оптовой торговле. Конкурентными становятся предприятия, которые повышают качество товара и расширяют свой ассортимент, тем самым большинство компаний делают всё для оптимизации работы и проявляют интерес к логистическим компьютерным системам управления запасами. Своевременное положение и рост сферы торговли запрашивает новые подходы к решению задач по оптимизации товарных запасов [4–6].

Одна из главных задач в создании контроля товарных запасов является определить подконтрольные показатели, как из эффективных, так и стратегических из числа существующих [7].

Разобрав главные сложности в каждом пункте управления, нелишне указать, какие сложности распределения, анализа и контроля регулируются в различных частях подбора показателей, отображающих полезные действия системы управления товарными запасами.

Так как неимение определенных показательных основ в сфере организации планирования, анализа и контроля, аналогично большое число показателей, которые могут быть использованы при решении конкретной задачи, совершают вышеуказанную проблему еще более острой.

Основу для расположения косвенных расходов отдельная организация подбирает

самостоятельно. Такое решение позволяет управляющему, принимать во внимание расход на один экземпляр изделия, без проблем обнаружить доходы от реализации и применять информацию при совершении административных решений.

Разобравшись с учетными аспектами, рассмотрим основные проблемные области контроллинга управления товарными запасами.

Для собрания вместе нужных и достаточных параметров для планирования и контроля товарных запасов имеется определённое количество способов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее подходящим в критериях российской экономики для решения конкретных проблем является порядок сбалансированных показателей, что подтверждается анализом систем показателей контроллинга.

Система переводит политику организации во взаимосвязь четко поставленных задач и пропорции, определяющие уровень достижения конкретных установок в рамках четырех главных направлений (перспектив), которые предназначены создать специальную модель мышления, создавая уверенное рассмотрение всех значимых аспектов бизнеса.

Подбор направлений устанавливается в зависимости от сферы деятельности и целей предприятия. Распределяют четыре направления, пригодных в работе предприятия в целом: «Финансы», «Клиенты», «Процессы», «Обучение и рост» (рисунок 1).

В имеющихся моделях требуется решить вопрос организации запаса и набора соответствующих продуктов (товара), в частности, это выбор способов подачи заказов на пополнение запаса; выбор размера партии заказа для увеличения запаса. Данные модели задач называют моделями управления запасами. Особенности моделей управления запасами вызываются последующими факторами:

1. Характером спроса.
2. Спецификой требования учета длительностей промежутков времени для процедур пополнения запаса.
3. Выбором возможного подхода к принятию решения о пополнении запасов.
4. Выбором критерия оптимизации работы системы управления запасами.
5. Желаниями или требованиями учета временной стоимости денег.
6. Спецификой дополнительных атрибутов, которые требуется учитывать в рамках соответствующей структуризации системы управления запасами.

При правильном подходе к управлению запасами можно свести к минимуму дефицит в сырье, а значит, минимизировать возникновения простаивающего оборудования.

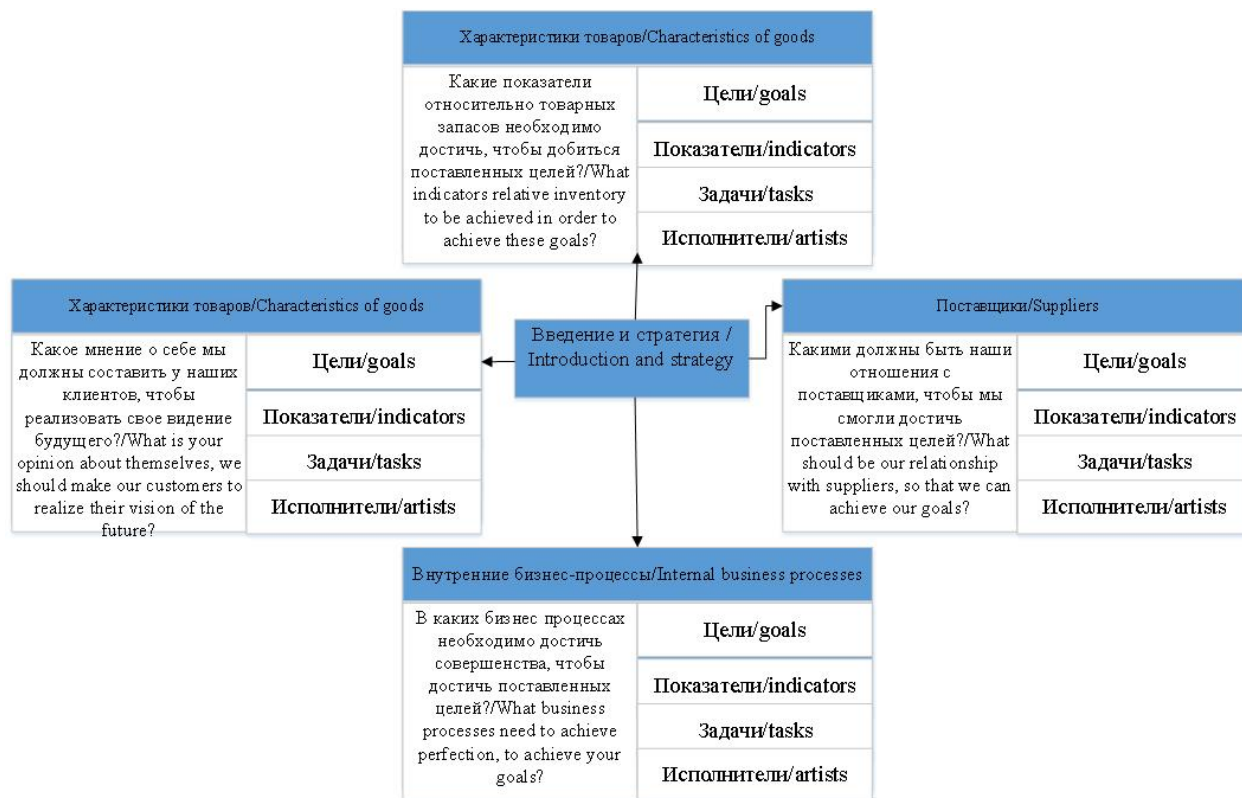


Рисунок 1. Взаимосвязь видов в показателе устройств управления товарными запасами

Figure 1. Relationship indicator species inventory controls

Функционально-структурная модель

Разберем функционально-структурную модель системы управления запасами на предприятии оптовой торговли. Используем метод структурного моделирования SADT и созданным на его основе стандартом моделирования IDEF0.

Найдём внешние взаимодействие движения управления запасами на предприятии оптовой торговли (рисунок 2). Поступающие данные (информационные потоки) – это обработанная информация.



Рисунок 2. Управление запасами на предприятии оптовой торговли

Figure 2. Inventory Management at the wholesale company

В основе информационного обеспечения имеется:

- спрос на товары;
- внутренние статистические данные (объем продаж, сезонность, план-фактный анализ).

Управляющее воздействие (информация) – оказывает на работу, но не изменяет ее:

- методология управления запасами на предприятии;
- стратегия руководства предприятия.

Механизм – это ресурсы, которые выполняют работу:

- ответственный персонал: аналитик, менеджер по закупкам, менеджеры по продажам, руководитель отдела продаж. В условиях рыночной экономики менеджер-аналитик и менеджер по закупкам становятся ключевыми фигурами на предприятиях оптовой торговли. Они ответственны за постановку проблем логистического характера и осуществляют оперативную деятельность;

- логистическая компьютерная система управления запасами;

- выход (результаты) – это информация, которая возникает в процессе работы системы. Обобщающим результатом работы системы управления запасами является оптимальное обеспечение запасами.

Весь процесс функционирования системы управления запасами на предприятии:

- оптовой торговли разбит на четыре основных функции (блок А0 – рисунок 3);

- ABC-XYZ-анализ (блок А1 – рисунок 4) – на основании статистических данных, заданных коэффициентов ABC и XYZ аналитик с помощью ЛКС УЗ проводит разделение товаров на группы ABC-XYZ (описание метода дано ниже);

- планирование продаж (блок А2 – рисунок 5) – на основании спроса на товары и статистических данных сотрудники отдела продаж и аналитик формируют план продаж;

- расчет страховых запасов (блок А3) – на основании статистических данных и разделения товаров на группы ABC-XYZ аналитик определяет величины страховых запасов;

- формирование заказов поставщикам (блок А4) – на основании величин текущих и страховых запасов, плана продаж и разделения товаров на группы ABC-XYZ менеджер по закупкам формирует заказы поставщикам.

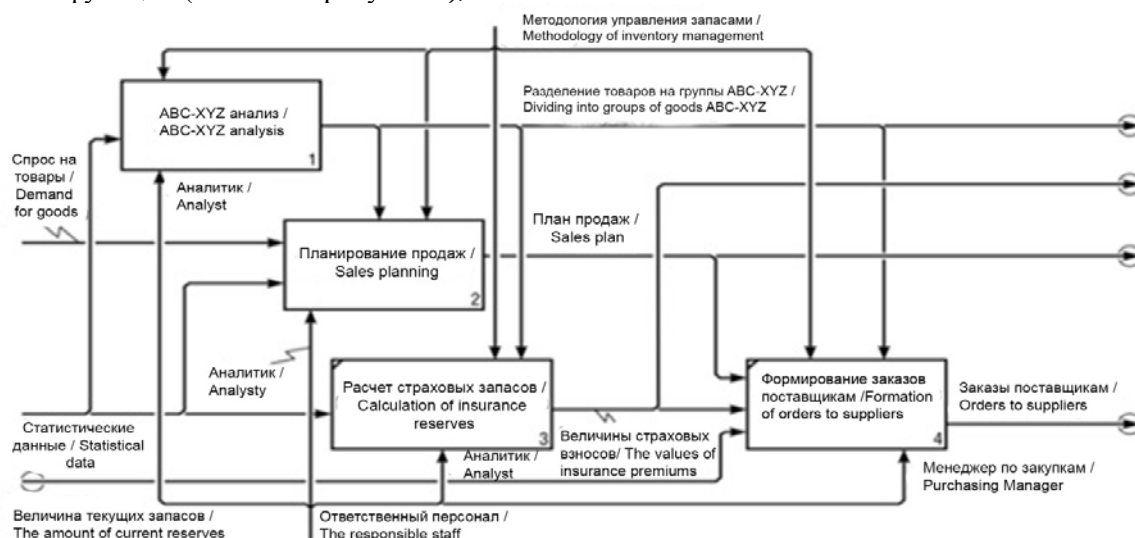


Рисунок 3. Диаграмма А0 основные функции управления запасами на предприятии оптовой торговли

Figure 3. Diagram A0 basic functions of inventory management in the enterprise wholesale trade

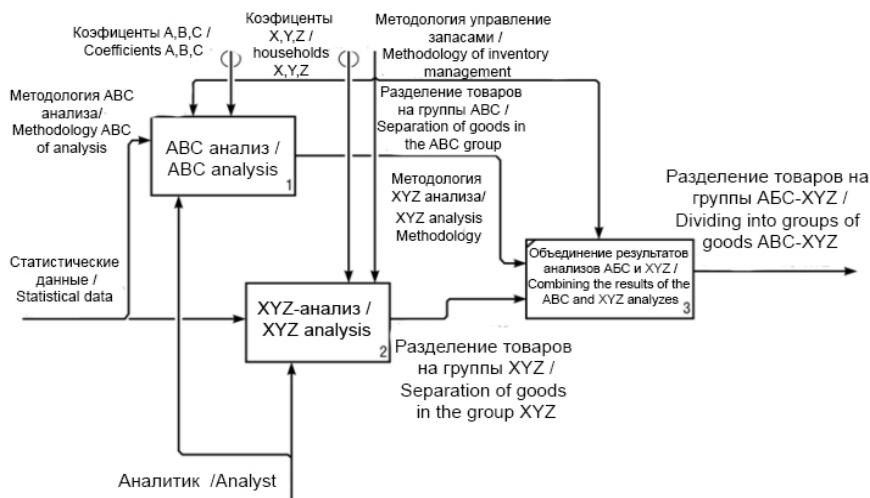


Рисунок 4. Диаграмма А1-ABC-XYZ анализ

Figure 4. A1-ABC-XYZ Analysis

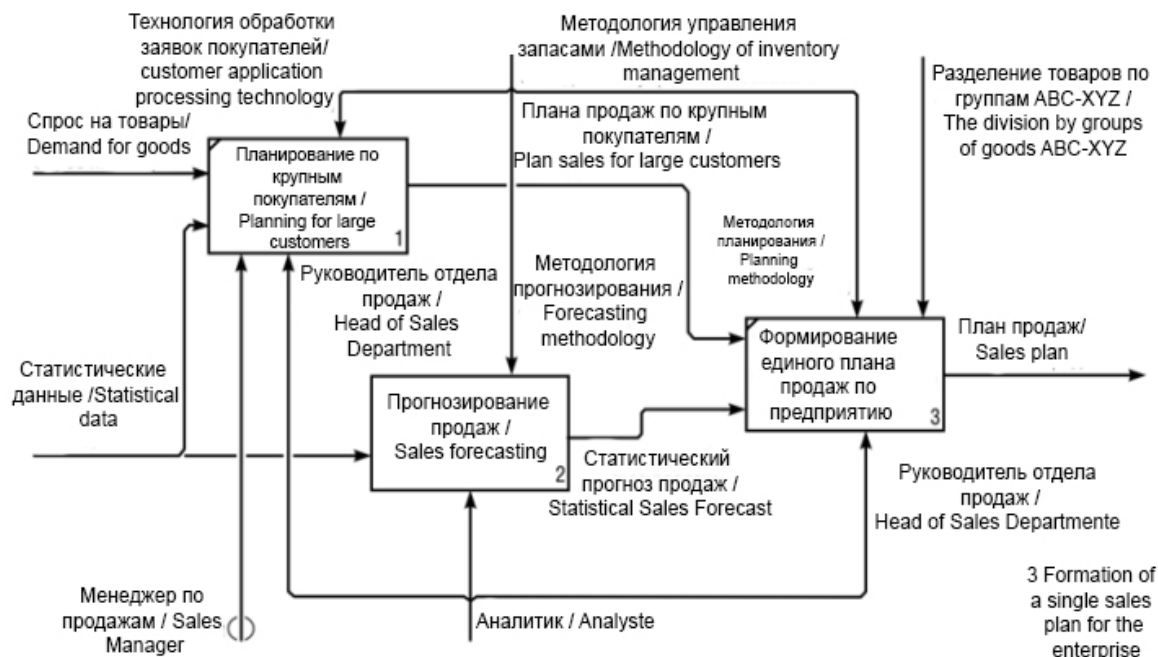


Рисунок 5. Диаграмма A2 планирование продаж

Figure 5. Figure A2 sales planning

Построение и применение ЛИС на предприятиях проводится следующими основными способами:

- покупка и внедрение готовой ЛИС;
- покупка готовой ЛИС и ее внедрение с адаптацией (в том числе с изменением и добавлением программных модулей) под конкретное предприятие;
- создание собственной ЛИС на основе готовых программных пакетов.

Основная цель логистической компьютерной системы управления запасами – анализ и поддержка принятия решений, поэтому ЛКС УЗ может быть отнесена к плановым системам. Для плановых систем может быть применено стандартное программное обеспечение для разработки конкретного предприятия. ЛКС УЗ должна эффективно и в режиме реального времени взаимодействовать с другими подсистемами ЛИС. Для взаимодействия поставщики и покупатели с помощью данной системы могут обмениваться файлами в интернете.

Основные программные пакеты для разработки ЛИС:

1. **Пакет Simulink**, входит в имеющиеся математические пакеты MatLab.

Модель визуально конструируется в виде блок-схем из стандартных функциональных блоков. Отдельный блок является объектом, формат которого можно менять, и реализовать определенную функцию преобразуя входной сигнал в выходной. Пакет имеет определенную

библиотеку стандартных по функционалу блоков с общими специальными назначениями, есть возможность создавать собственные блоки. Моделирование происходит по блочно-иерархическому методу. Пакет автоматизирует решение уравнений, которые описывают созданную функциональную блок-схему.

2. **Пакет VisSim** от компании Visual Solutions Incorporated.

Данный пакет не имеет определенной ориентации по какому-либо классу моделирования. Его особенность – ориентация на открытое математическое моделирование. Выбор блоков для моделей имеет блоки, ориентированные на реализацию математических и логических операций. Для построения блок-схемы модели объекта разрабатывается индивидуально пользователем. Характеризовать данную систему, безусловно, следует как простую, наглядную и лёгкую в получении моделей и доступность использования.

3. **Пакет iThink STELLA**, Isee system, inc.

Данный пакет был создан специально для моделирования динамических систем. Программа реализуется при анализе в планировании бизнеса, политики, военном деле и т. д. Содержит библиотеку готовых графических блоков с имеющимися математическими функциями. В процессе использования у пользователя появляется опыт принимать необходимые решения, в исследовании систем со сложными взаимосвязями между подсистемами. Действие процессов

и объектов показывается с помощью основных форматов: повышение фондов, исчерпание фондов, рабочего процесса, связывание потоков, упрощение фондов. Тем самым, модели имеют три уровня: блок-схемы, базовые потоковые схемы, формальные спецификации. Хозяйственная система имеет вид двухуровневых потоковых диаграмм. Далее графическая логика ставится в соответствии с дифференциальным уравнением. Результаты изменения формируются на графиках и в таблицах. Создается имитационная модель – «бизнес-симулятор» показывающая результаты решений.

При выборе платформы для технической реализации логистических информационных систем управления запасами, руководствуемся следующими критериями:

- открытость программы вынуждена поддерживать связь с другими приложениями путем механизмов DDE и OLE Automation, а также при помощи файлов (например, типа TXT, DBF или XML);
- веб-интегрированность – программа должна обладать вероятностью работы в режиме реального времени в Интернет;
- степень автоматизации рутинных операций – программа должна предоставлять большую скорость и легкость выполнения стандартных действий;

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Борисов Л., Саломатин Л. Развитие производства и управления на предприятиях машиностроения. Теория и практика, Москва, Ленанд, 2015.
- 2 Волгин В.В. Склад: стандарты управления: практическое пособие. Москва, Дашков и Ко, 2013.
- 3 Маротин Л., Покровский А. Основы логистики: учеб. пособие, Москва, Academia, 2013.
- 4 Coelho L. C., Laporte G. Optimal joint replenishment, delivery and inventory management policies for perishable products // *Computers & Operations Research*. 2014. T. 47. C. 42-52.
- 5 Khmelnitsky E., Singer G. An optimal inventory management problem with reputation-dependent demand // *Annals of Operations Research*. 2015. T. 231. №. 1. C. 305-316.
- 6 Fichtinger J. и др. Assessing the environmental impact of integrated inventory and warehouse management // *International Journal of Production Economics*. 2015. T. 170. C. 717-729.
- 7 Larson J. A. и др. Effect of outdoor storage losses on feedstock inventory management and plant-gate cost for a switchgrass conversion facility in East Tennessee // *Renewable Energy*. 2015. T. 74. C. 803-814.

- подключение торгового оборудования – программа обязана обладать возможностью обмена данными (в online и offline-режимах) с торговым оборудованием: POS терминалами, фискальными регистраторами, сканерами штрихкодов и др.;
- общеизвестность – программы знакома и популярна у российских оптовых компаний;
- простота внедрения – программное обеспечение основываясь на данной платформе должно легко изменяться, в том числе функционально;
- стоимость основного модуля – платформа должна включать приемлемую для торговых компаний цену;
- цена внедрения – программное обеспечение на основе данной платформы необходимо иметь приемлемую для торговых компаний стоимость внедрения;
- стоимость сопровождения – программное обеспечение на основе данной платформы должно иметь приемлемую для торговых компаний стоимость сопровождения.

Заключение

Внедрение логистических компьютерных систем управления запасами на предприятии оптовой торговли позволяет повысить степень рентабельности и оборачиваемости запасов, поставить бездефицитную торговлю и, как следствие, увеличить прибыль всего предприятия в целом.

REFERENCES

- 1 Borisov L., Salomatina L. Razvitie proizvodstva i upravleniya na predpriyatiyakh mashinostroyeniya. Teoriya i praktika [The development of production and management at enterprises of mechanical engineering. Theory and practice]. Moscow, Lenand 2015. (in Russian).
- 2 Volgin V.V. Sklad: standarty upravleniya: prakticheskoe posobie. [Warehouse: management standards: a practical guide.]. Moscow, Dashkov i Ko 2013. (in Russian).
- 3 Marotin L., Pokrovskii A. Osnovy logistiki: ucheb.posobie [Fundamentals of logistics: textbook.allowance]. Moscow, Academia 2013. (in Russian).
- 4 Coelho L. C., Laporte G. Optimal joint replenishment, delivery and inventory management policies for perishable products. *Computers & Operations Research*. 2014. vol. 47. pp. 42-52.
- 5 Khmelnitsky E., Singer G. An optimal inventory management problem with reputation-dependent demand. *Annals of Operations Research*. 2015. vol. 231. no. 1. pp. 305-316.
- 6 Fichtinger J. et al. Assessing the environmental impact of integrated inventory and warehouse management. *International Journal of Production Economics*. 2015. vol. 170. pp. 717-729.
- 7 Larson J. A. et al. Effect of outdoor storage losses on feedstock inventory management and plant-gate cost for a switchgrass conversion facility in East Tennessee. *Renewable Energy*. 2015. vol. 74. pp. 803-814..

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр В. Лемешкин доцент, к.т.н, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, sansan55@mail.ru

Юлия А. Сафонова доцент, к.т.н, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, kulakova7@yandex.ru

Людмила А. Коробова доцент, к.т.н, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, lyudmila_korobova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр В. Лемешкин проанализировал данные

Юлия А. Сафонова систематизировала информацию

Людмила А. Коробова написала рукопись, несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander V. Lemeshkin candidate of technical sciences, assistant professor, informational simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia, sansan55@mail.ru

Yuliya A. Safonova candidate of technical sciences, assistant professor, informational simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia, kulakova7@yandex.ru

Lyudmila A. Korobova candidate of technical sciences, assistant professor, informational simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia, lyudmila_korobova@mail.ru

CONTRIBUTION

Alexander V. Lemeshkin analyzed data

Yuliya A. Safonova organize information

Lyudmila A. Korobova wrote the manuscript, to be responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.4.2017

ACCEPTED 5.18.2017

Интеллектуальная система статистически значимой экспертизы знаний на базе модели самоорганизации неравновесной диссипативной системы

Евгений А. Татохин	¹	tia.vsu@mail.ru
Александр В. Буданов	¹	budanova9@gmail.ru
Геннадий И. Котов	¹	giktv@mail.ru
Дмитрий С. Сайко	¹	dmsajko@mail.ru

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

Реферат. Развитие современных образовательных технологий, обусловленных широким внедрением компьютерного тестирования и развитием дистанционных форм образования, делает необходимым пересмотр методов экспертизы знаний учащихся. В работе показана необходимость перевода критериев и способов, по которым проводится экспертная оценка знаний на лишённые субъективности математические основы. В статье делается обзор проблем, возникающих при реализации поставленной задачи, и предлагаются подходы для ее решения. Наибольшее внимание уделено обсуждению проблемы объективного преобразования номинальных оценок эксперта в шкальные данные оценки учащегося. В целом по результатам обсуждения делается вывод, что решение данной проблемы лежит в области создания специализированных интеллектуальных систем. В основу построения предлагаемой в работе интеллектуальной системы положена математическая модель самоорганизации неравновесной диссипативной системы, каковой и является группа учащихся. В статье предполагается, что диссипативность системы обеспечивается постоянным притоком новых тестовых заданий со стороны эксперта, а неравновесность – индивидуально-психологическими особенностями учащихся в группе. В результате система должна по истечении некоторого промежутка времени самоорганизоваться в некоторый устойчивый паттерн, который позволит проводить, опираясь на значительные объёмы данных, статистически значимую экспертизу успеваемости учащихся. Для обоснования предлагаемого подхода в работе представлены данные статистического анализа результатов тестирования большой выборки студентов (> 90). Выводы из этого статистического анализа позволили разработать интеллектуальную систему статистически значимой экспертизы успеваемости студентов. В ее основе лежит алгоритм кластеризации данных (k-mean) по трем ключевым параметрам. Показано, что такой подход позволяет сформировать максимально объективную и динамическую шкалу экспертных оценок знаний.

Ключевые слова: экспертная система, наука о данных, интеллектуальная система, кластеризация, искусственный интеллект

Intelligent system for statistically significant expertise knowledge on the basis of the model of self-organizing nonequilibrium dissipative system

Evgenii A. Tatokchin	¹	tia.vsu@mail.ru
Aleksandr V. Budanov	¹	budanova9@gmail.ru
Gennadii I. Kotov	¹	giktv@mail.ru
Dmitrii S. Sayko	¹	dmsajko@mail.ru

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

Summary. Development of the modern educational technologies caused by broad introduction of computer testing and development of distant forms of education does necessary revision of methods of an examination of pupils. In work it was shown, need transition to mathematical criteria, examinations of knowledge which are deprived of subjectivity. In article the review of the problems arising at realization of this task and are offered approaches for its decision. The greatest attention is paid to discussion of a problem of objective transformation of rated estimates of the expert on to the scale estimates of the student. In general, the discussion of this question is was concluded that the solution to this problem lies in the creation of specialized intellectual systems. The basis for constructing intelligent system laid the mathematical model of self-organizing nonequilibrium dissipative system, which is a group of students. This article assumes that the dissipative system is provided by the constant influx of new test items of the expert and non-equilibrium – individual psychological characteristics of students in the group. As a result, the system must self-organize themselves into stable patterns. This pattern will allow for, relying on large amounts of data, get a statistically significant assessment of student. To justify the proposed approach in the work presents the data of the statistical analysis of the results of testing a large sample of students (> 90). Conclusions from this statistical analysis allowed to develop intelligent system statistically significant examination of student performance. It is based on data clustering algorithm (k-mean) for the three key parameters. It is shown that this approach allows you to create of the dynamics and objective expertise evaluation.

Keywords: expert system, data science, intelligent system, clustering, artificial intelligence

Для цитирования

Татохин Е.А., Буданов А.В., Котов Г.И., Сайко Д.С. Интеллектуальная система статистически значимой экспертизы знаний на базе модели самоорганизации неравновесной диссипативной системы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 101–106. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-101-106

For citation

Tatokchin E.A., Budanov A.V., Kotov G.I., Sayko D.S. Intelligent system for statistically significant expertise knowledge on the basis of the model of self-organizing nonequilibrium dissipative system. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 101–106. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-101-106

Введение

С развитием современных информационных технологий и широким внедрением в практику интеллектуальных систем (вычислительных систем, использующих алгоритмы искусственного интеллекта [1]), актуальным становится вопрос применения таких технологий в образовании [2–3]. Одной из таких проблем образовательного процесса, где без применения алгоритмов искусственного интеллекта просто не обойтись, является задача объективной экспертизы знаний учащихся с последующей классификацией их по группам успеваемости.

Действительно, при решении данной задачи возникает два существенных аспекта. Во-первых, если в качестве эксперта, оценивающего знания учащегося, выступает преподаватель, то результат его работы, по определению, является субъективным. Конечно, можно снизить уровень этого субъективизма, сформировав экспертную группу, но это явно экономически невыгодно, особенно при проведении промежуточной аттестации. Во-вторых, результатом экспертизы знаний являются шкальные данные (2, 3, 4, 5). И здесь существенен вопрос построения этой шкалы. То есть, способ преобразования номинальных («категориальных») данных представлений эксперта о знаниях учащегося (например, «знает»–«не знает»), в ограниченную упорядоченную шкалу натурального ряда. Оба отмеченных аспекта относят вопрос экспертизы знаний в область плохо обусловленных задач, корректное решение которых возможно только с использованием интеллектуальных систем.

При решении данной проблемы на сегодняшний день можно выделить два пути. Во-первых, самый многообещающий – это создание экспертных обучающих систем (ЭОС) [1–4]. Однако, значительная сложность проектирования программных комплексов, использующих технологии и алгоритмы экспертных систем [1], делают перспективу широкого применения ЭОС в образовании весьма отдаленной. Во-вторых, получивший наибольшее распространение в настоящее время путь – это применение для экспертизы знаний разнообразных тестовых заданий, использующих бинарные данные (возможны только два варианта: задание либо «зачтено» – 1, либо «не зачтено» – 0). При выполнении учащимся теста формируются вторичные данные, представляющие собой, как правило, доли или проценты и позволяющие проводить дальнейшую математическую обработку результатов. Сегодня существуют и успешно применяются, как внутривузские программные комплексы для тестирования, построенные, например, на базе LMS Moodle, так и крупные, содержащие большие банки заданий по различным предметам, системы, такие как «Единый портал тестирования НИИ МКО».

Однако, подход, построенный на использовании тестов для экспертизы знаний, тем не менее не лишен отмеченного выше недостатка, связанного с неоднозначностью формирования шкалы оценок [5–8]. Фактически, в данном случае, речь уже идет о разделении студентов на группы (по схожести оценки), на основании результатов тестирования, выраженных в процентах, и вычислении пороговых значений для каждой группы. Как правило, эти пороговые значения определяются на основе номинальных («категориальных») данных, формируемых экспертом, что, естественно, никак не снижает уровень субъективности проводимой экспертизы. Предложенная в работе интеллектуальная система реализована в виде программного комплекса на языке Python. Статистическая обработка проводилась с использованием системы статистической обработки данных R.

Цель работы состоит: во-первых, в разработке подхода к экспертизе знаний учащихся, полностью лишенного элементов субъективности, построенного на принципах самоорганизации неравновесных диссипативных систем и математической статистике, что позволит сделать её результаты статистически значимыми; во-вторых, в разработке вычислительной системы, позволяющей реализовать предложенный подход.

Статистический анализ исходных данных

Для решения поставленной задачи необходимо, в первую очередь, провести статистический анализ данных о характере выполнения студентами тестовых заданий. Для этого была сформирована статистическая выборка участников эксперимента. В нее вошли 94 студента I курса, изучающие одну и ту же дисциплину по одинаковым учебным планам. Каждый студент получал одинаковое количество тестовых заданий. Тем самым обеспечивалась репрезентативность выборки участников. В качестве заданий использовались тесты «Интернет-тренажера» на «Едином портале тестирования НИИ МКО». На основании результатов тестирования означенных студентов была сформирована выборка данных. Особенности работы «Интернет-тренажера» позволили обеспечить выполнение принципов составления выборок: повторность и рандомизация. Большой банк вопросов, доступных на режиме «Интернет-тренажер» на «Едином портале тестирования НИИ МКО» обеспечил репрезентативность выборки данных.

В качестве основных величин для составления выборки данных использовались следующие параметры: суммарное количество вопросов, на которые конкретный студент дал ответы; суммарное количество правильных ответов этого студента (рисунок 1). Кроме этих двух

параметров для оценки скорости выполнения тестовых заданий в выборку включалась такая величина, как эффективное среднее время ответа на один тестовый вопрос (таблица 1), определяемая соотношением:

$$t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{a_i} \quad (1)$$

где n – количество выполненных тестовых заданий; t_i – время, отведенное на выполнение i -того тестового задания; a_i – число ответов, данных при выполнении i -того тестового задания. Данный параметр позволяет контролировать такой аспект тестирования, как самостоятельность выполнения студентом заданий.

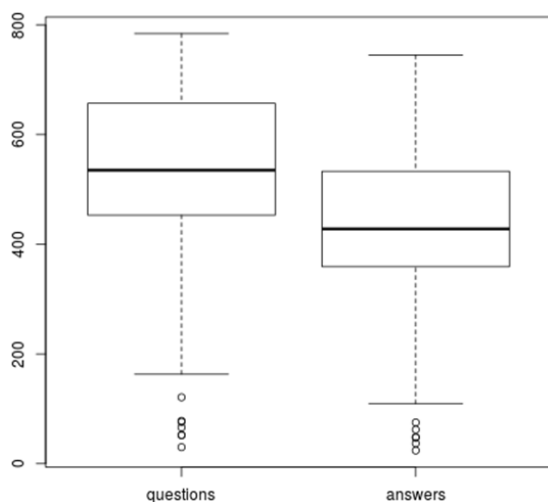


Рисунок 1. Боксплоты выборки суммарного количества вопросов, на которые даны ответы (questions), и выборки суммарного количества правильных ответов (answers)

Figure 1. Boksploty total number of questions that were answered (questions), and a sample of the total number of correct responses (answers)

Действительно, как следует из данных, приведенных в таблице 1, время выполнения одного тестового задания лежит в пределах от 23 секунд до одной минуты.

Таблица 1.

Квартили выборки эффективного среднего времени ответа на один вопрос (мин)

Table 1.

Quartiles effective average response time for one question (min)

0%	25%	50%	75%	100%
0,137	0,373	0,563	0,999	5,744

Если же этот параметр выходит за эти границы, то возможно предположить, что студент не сам выполнял порученное ему задание, что должно сказаться на результатах экспертизы его знаний.

Что касается других величин, боксплоты которых представлены на рисунке 1, то анализ этих данных показывает, что при таком плотном характере распределений, при которых медианы для questions и answers различаются на 20%, а межквартильные интервалы – всего на 13%, определение пороговых значений, формирующих различные шкальные группы, является непростой задачей. Действительно, об этом свидетельствуют и данные, представленные на рисунке 2.

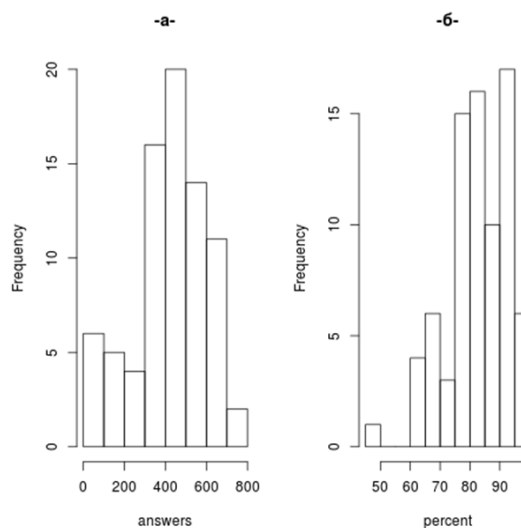


Рисунок 2. Гистограммы распределений количества правильно данных ответов (а) и процентов правильных ответов (б)

Figure 2. Histograms of distributions coli-operation right data responses (a) and procent correct answers (b)

Очевидно, что гистограммы, отображенные и на рисунке 2, а, и на рисунке 2, б не отражают нормальное распределение или хотя бы близкое к нему. Доказательством этого утверждения является и графический тест на проверку нормальности распределения, представленный на рисунке 3. Поскольку точки не ложатся на прямую, проведенную через квартили, распределение нельзя считать нормальным. Кроме того, анализ данных, представленных на рисунке 2, показывает, что представленные на нем гистограммы имеют многомодовую структуру. То есть, они отражают характеристики нескольких групп. Вычисление же пороговых значений для различных групп (построения шкалы оценок), регулярными методами является неразрешимой задачей, что приводит нас к отмеченной уже выше необходимости использования интеллектуальных систем.

Проведенный первоначальный статистический анализ данных о результатах тестирования студентов, позволяет на основе полученных выводов сформулировать способ построения шкалы экспертных оценок, отвечающих условию

статистической значимости разделения на оценочные группы. То есть, объективность выставляемой экспертной оценки в данном случае базируется на математических принципах.

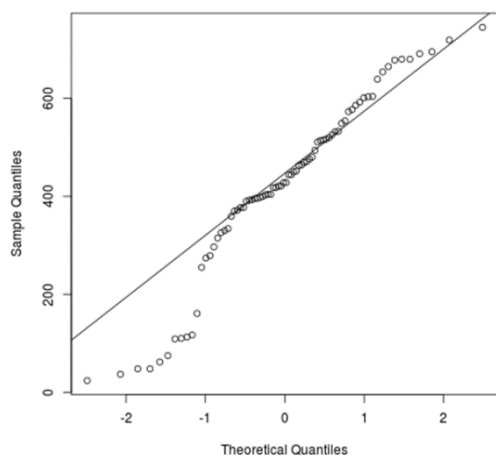


Рисунок 3. Графический тест нормальности распределения для данных answers

Figure 3. Graphical test normality distribution of data for answers

Способ построения экспертных оценок

Как уже отмечалось выше, при построении шкалы экспертных оценок на основе результатов тестирования необходимо определить пороговые значения для различных оценочных групп. Как правило, для этого используются вторичные данные, проценты выполнения тестовых заданий. Однако, эти данные не несут всей полноты информации о характере выполняемой студентом работы, тем более если экспертиза знаний построена не на одном единственном тесте (в этом случае она бы была лишена репрезентативности). Кроме того, при анализе совокупности выполненных тестовых заданий, использование процентов сильно искажает реальную картину. Например, представленные на рисунке 2 гистограммы, свидетельствуют, что суммарное количество правильных ответов (рисунок 2, а) и процент правильных ответов (рисунок 2, б), характеризуются разными распределениями.

В данной работе шкала экспертных оценок строилась на основании анализа совокупности значений множества $X = \{x_{i,j}\}$.

Здесь $x_{i,j} = \begin{pmatrix} x_{i,1} \\ x_{i,2} \\ x_{i,3} \end{pmatrix}$ – вектор, характеризую-

щий результаты тестирования i -того студента. Компоненты вектора: $x_{i1} = q_i$ – суммарное количество вопросов на которые i -тый студент дал ответы; $x_{i2} = a_i$ – суммарное количество

правильных ответов этого студента; $x_{i3} = t_i$ – среднее эффективное время ответа на один вопрос i -тым студентом.

В вузах используется четырехбалльная система оценок. Таким образом, задача экспертизы знаний студентов сводится к разделению множества X на 4 непересекающихся подмножества. Для этого удобно использовать алгоритм кластерного анализа k -mean [7]. Он разделяет множество элементов векторного пространства на заранее известное число кластеров. Преимущества этого алгоритма для решения поставленной задачи состоит в следующем: во-первых, количество кластеров в нем задается изначально (4 в нашем случае), во-вторых, он не требует значительных вычислительных затрат и прост в реализации.

Минимизацией суммарного квадратичного отклонения точек кластеров от их центров:

$$D = \sum_{i=1}^4 \sum_{j \in K_i} (x_j - \mu_j)^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

можно добиться качественного разделения множества исходных данных на непересекающиеся подмножества. В этой формуле: μ_j – центры масс векторов; K_j – множество векторов i -того кластера $x_j \in K_i$.

В данном случае снимается и основная проблема этого алгоритма, некачественное разбиение на кластеры из-за попадания в ловушки локальных минимумов зависимости (2) при определении начальных значений центров кластеров. Это достигается следующим способом. Допустимые интервалы значений координат векторного пространства делятся на 4 равных отрезка. Центры кластеров для начального приближения определяются координатами середины этих отрезков.

Результаты кластеризации представлены на рисунках 4–5. Для построения шкалы оценок вычисляются абсолютные значения множества векторов X :

$$R = \sqrt{\sum_{i=1}^3 x_i^2} \quad (3)$$

Маркированные элементы этого подмножества для которого значения R наибольшие, соотносятся с максимальной оценкой. Таким образом, полученные в результате кластеризации подмножества, сортируются в порядке убывания абсолютных значений и соотносятся с соответствующей шкальной величиной (5, 4, 3, 2).

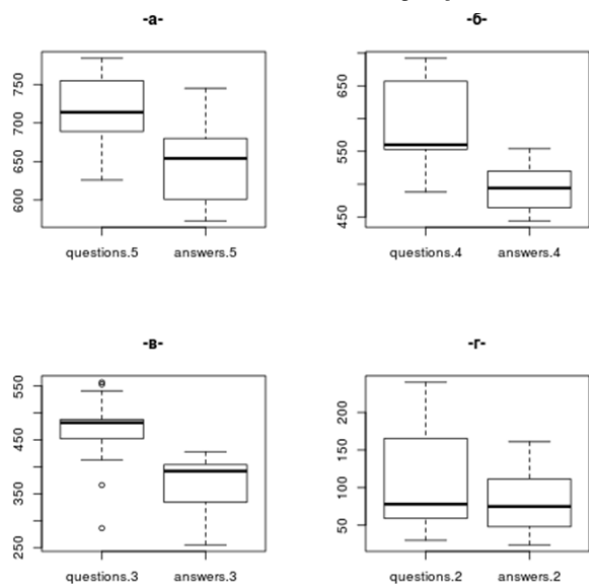


Рисунок 4. Боксплоты распределений, полученных в результате кластеризации исходных данных, представленных на рисунке 1, в зависимости от качества ответов: 5 (а), 4 (б), 3 (в) и 2 (г)

Figure 4. Boksploty distributions obtained from clustering raw data shown in Figure 1, depending on the quality of the responses: 5 (a), 4 (b), 3 (c) and 2 (d)

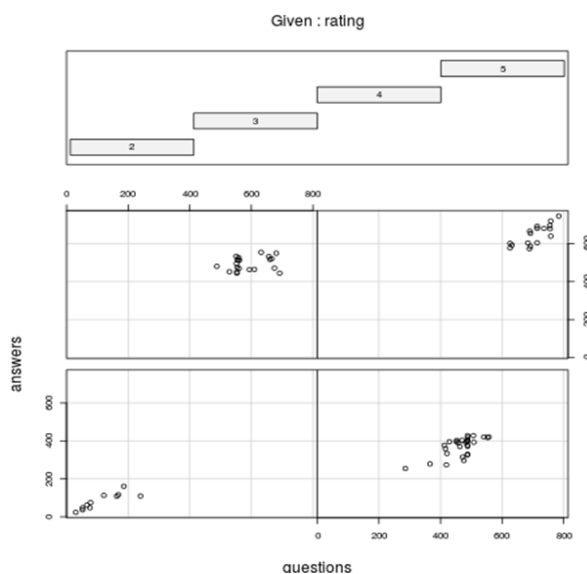


Рисунок 5. Точки подмножеств кластеров в соответствии с соотношенными с ними рейтинговыми оценками

Figure 5. The points of subsets of clusters according to their correlation with the rating assessment

Различные студенческие группы неоднородны, и по гендерному составу, и по психологическим и когнитивным характеристикам, а также по интеллектуальному уровню. Иными словами, группа студентов представляет собой неравновесную диссипативную систему. Формировать в такой системе жесткие критерии

шкалирования при проведении экспертизы знаний (пороговые значения для классификации студентов), практически невозможно. В любом случае, при формулировании таких критериев присутствует значительная доля субъективности эксперта. При этом границы принятия решений оказываются непредсказуемо размытыми, а на ширину этих границ оказывает влияние огромное количество факторов.

Алгоритм кластеризации, используемый в предлагаемом способе, снимает все эти ограничения. Как уже отмечалось выше, такие алгоритмы опираются на саму структуру данных, определяя в ней определенные особенности. Происходит, так называемый, процесс добычи данных (data mining). Каждая группа студентов формирует свою уникальную структуру данных, которая отражает, выше означенные особенности, характерные для данной выборки.

При этом для каждой группы формируются свои пороговые значения для получения шкальных оценок экспертизы. Кроме того, предлагаемый в работе подход, позволяет реализовать такую модель экспертизы, при которой она бы строилась на явлении самоорганизации в неравновесной диссипативной системы, каковой и является группа обучающихся. Для этого необходимо постоянно увеличивать, в определенный период, количество тестовых заданий, выдаваемых студентам. При этом в группе формируются устойчивые паттерны учащихся, преуспевающих в освоении дисциплины. Между ними начинается соревнование за лидерство. Такой паттерн выступает в качестве локомотива, организующего активность остального контингента группы. При этом в каждой группе происходит самоорганизация в соответствии с индивидуальными интеллектуально-психологическими особенностями обучающихся. Иными словами, реализуется принцип конкуренции и соревновательности, что позволяет добиваться высоких результатов в группе в целом.

Заключение

Получена интеллектуальная система, преобразующая набор интервальных данных в шкальные, основываясь на самой структуре исходных данных. Это главная особенность предлагаемого способа экспертизы знаний, что дает неоспоримые преимущества перед другими подходами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. 4 издание., пер. с англ., Москва, ООО "И.Д. Вильямс", 2007. 1152 с.
- 2 Желнин М.Э., Кудинов В.А., Белоус Е.С. Роль и место экспертных систем в образовании. // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2012. № 2 (22). С. 1–5.
- 3 Баранова Н.А. К вопросу о применении экспертных систем в непрерывном педагогическом образовании. // Образование и наука. 2008. № 4 (52). С. 24–28.
- 4 Андреев А.Б., Моисеев Б.М., Усачев Ю.Е. Использование экспертных систем для анализа знаний учащихся в среде открытого образования // Телекоммуникация и информатизация образования. 2002. № 2. С. 36–54.
- 5 Берестнева О.Г., Марухина О.В. Компьютерная система принятия решений по результатам экспертного оценивания в задачах оценки качества образования. // Educational Technology & Society. 2002. № 5 (3). С. 216–230.
- 6 Dobre C., Xhafa F. Intelligent services for big data science // Future Generation Computer Systems. 2014. T. 37. С. 267–281.
- 7 Roiger R. J. Data mining: a tutorial-based primer. CRC Press, 2017.
- 8 Hovy E., Navigli R., Ponzetto S. P. Collaboratively built semi-structured content and Artificial Intelligence: The story so far // Artificial Intelligence. 2013. T. 194. С. 2–27.
- 9 Hutter F. и др. Algorithm runtime prediction: Methods & evaluation // Artificial Intelligence. 2014. T. 206. С. 79–111.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений А. Татокчин к.ф.-м.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tia.vsu@mail.ru

Александр В. Буданов д.ф.-м.н., зав. кафедрой, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, budanova9@gmail.ru

Геннадий И. Котов д.ф.-м.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, giktv@mail.ru

Дмитрий С. Сайко д.ф.-м.н., зав. кафедрой, кафедра высшей математики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, dmsajko@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 03.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.04.2017

REFERENCES

- 1 Dzharratano D., Raili G. Ekspertnye sistemy: printsipy razrabotki i programmirovaniye. [Expert systems: principles and programming. 4 ed]. Moscow, Vil'yams, 2007. 1152 p. (in Russian).
- 2 Zhelnin M.E., Kudinov V.A., Belous E.S. The role and place of expert systems in education. *Uchenye zapiski: elektronnyi nauchnyi zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific notes: electronic scientific journal of the Kursk state University]. 2012. no. 2 (22). pp. 1–5. (in Russian).
- 3 Baranova N.A. To the question of the application of expert systems in the continuous pedagogical education. *Obrazovanie i nauka* [Education and science]. 2008. no. 4 (52). pp. 24–28. (in Russian).
- 4 Andreev A.B., Moiseev B.M., Usachev Yu.E. The use of expert systems for the analysis of students' knowledge in the environment of open education. *Telekommunikatsiya i informatizatsiya obrazovaniya* [Telecommunications and Informatization of education]. 2002. no. 2. pp. 36–54. (in Russian).
- 5 Berestneva O.G., Marukhina O.V. A computer system making decisions based on the results of expert assessment in the evaluation of the quality of education. *Educational Technology & Society*, 2002. no. 5 (3). pp. 216–230. (in Russian).
- 6 Dobre C., Xhafa F. Intelligent services for big data science. *Future Generation Computer Systems*. 2014. vol. 37. pp. 267–281.
- 7 Roiger R. J. Data mining: a tutorial-based primer. CRC Press, 2017.
- 8 Hovy E., Navigli R., Ponzetto S. P. Collaboratively built semi-structured content and Artificial Intelligence: The story so far. *Artificial Intelligence*. 2013. vol. 194. pp. 2–27.
- 9 Hutter F. et al. Algorithm runtime prediction: Methods & evaluation. *Artificial Intelligence*. 2014. vol. 206. pp. 79–111.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii A. Tatokchin candidate of phys-mathematical sciences, assistant professor, physic, heat engineering and power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tia.vsu@mail.ru

Aleksandr V. Budanov doctor of phys-mathematical sciences, head of department, physic, heat engineering and power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, budanova9@gmail.ru

Gennadii I. Kotov doctor of phys-mathematical sciences, assistant professor, physic, heat engineering and power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, giktv@mail.ru

Dmitrii S. Sayko doctor of phys-mathematical sciences, head of department, higher mathematics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, dmsajko@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 3.3.2017

ACCEPTED 4.21.2017

Формализация анализа уязвимостей информационной системы при проектировании КСЗИ

И.Е. Грабежов¹

Ю.А. Леонов¹

¹ Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия

Реферат. Информационные системы и технологии, как компоненты информационной сферы, непосредственно и активно влияют на состояние экономической, экологической, энергетической, транспортной, продовольственной, криминогенной, информационной и других составляющих комплексной безопасности РФ. В статье рассматриваются вопросы формализации параметров информационной системы, от которых зависит значение информационных рисков. Приводится методика проектирования комплексных систем защиты информации путем разделения на соответствующие этапы. С помощью разработанного ПО проектируется КСЗИ на основе объективных параметров информационной системы. Модель представляет собой совокупность объектов информационной системы, описанных при помощи соответствующих программных сущностей. Это позволяет повысить точность расчетов, избежать зависимости от опыта экспертов, что, в конечном итоге, позволит использовать ПО системным администраторам, не имеющим большого опыта в проектировании систем защиты.

Ключевые слова: система защиты информации, информационный риск, угроза информационной безопасности, уязвимость информационной системы

Formalization of the analysis of the vulnerabilities of the information system in the design of KSZI

I.E. Grabezov¹

Ju.A. Leonov¹

¹ Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia

Summary. Information systems and technologies, as components of the information sphere, directly and actively influence the state of economic, ecological, energy, transport, food, criminogenic, information and other components of the integrated security of the Russian Federation. The article deals with the formalization of the information system parameters, on which the importance of information risks depends. The technique of designing complex information security systems is described by dividing them into appropriate stages. With the help of the developed software, the KSZI is designed on the basis of the objective parameters of the information system. The model is a set of objects of the information system, described with the help of appropriate software entities. This allows you to improve the accuracy of calculations, avoid dependence on the expertise of experts, which ultimately will allow the software to be used by system administrators who do not have much experience in designing security systems.

Keywords: information security system, information risk, information security threat, vulnerability of the information system

Введение

В Доктрине информационной безопасности Российской Федерации настоящий этап развития общества характеризуется возрастающей ролью информационной сферы, представляющей собой совокупность информации, информационной инфраструктуры, субъектов, осуществляющих сбор, формирование, распространение и использование информации.

Информационные системы (ИС) и технологии, как компоненты информационной сферы, непосредственно и активно влияют на состояние экономической, экологической, энергетической, транспортной, продовольственной, криминогенной, информационной и других составляющих комплексной безопасности РФ.

Информационные системы являются одним из системообразующих факторов жизни современного общества, и их влияние на все стороны жизни общества с течением времени будет только возрастать.

Для цитирования

Грабежов И.Е., Леонов Ю.А. Формализация анализа уязвимостей информационной системы при проектировании КСЗИ // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 107–112. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-107-112

Информация, находящаяся в ИС, подвержена множеству угроз, а работа информационной системы – множеству дестабилизирующих факторов. Источниками угроз и дестабилизирующих факторов могут являться ошибки пользователей, недокументированные возможности программного обеспечения, ненадежность аппаратуры и т. д. Развитие информационных технологий позволяет предоставить пользователю всё больше сервисов, однако приводит к усложнению ИС и снижению её надёжности. В условиях жёсткой конкурентной борьбы возрастает риск целенаправленного воздействия на информацию и информационную систему со стороны конкурентов, криминальных структур и других злоумышленников.

Приведённые выше причины, заставляют обращать большое внимание на обеспечение информационной безопасности ИС. При этом, решение частных задач защиты информации не обеспечивает должного уровня информационной

For citation

Grabezov I.E., Leonov Ju.A. Formalization of the analysis of the vulnerabilities of the information system in the design of KSZI. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 107–112. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-107-112

безопасности. Защита информации должна производиться комплексно, что требует построение комплексных систем защиты информации (КСЗИ).

В процессе эксплуатации информационной системы, например, при её изменении или изменении условий работы системы также необходимо изменять и систему защиты. Поэтому проектирование или доработку КСЗИ необходимо производить в течении всего жизненного цикла ИС.

Процесс проектирования КСЗИ можно условно разделить на четыре этапа:

1. Анализ информации, циркулирующей в информационной системе.
2. Анализ угроз информационной безопасности.
3. Разработка организационно-технических мероприятий по защите информации.
4. Анализ эффективности разработанной КСЗИ.

1 Этап. Анализ информации, циркулирующей в системе	Stage 1. Analysis of information circulating in the system
1.1 Определение состава защищаемой информации	1.1 Determination of the composition of the protected information
1.2 Оценка стоимости защищаемой информации	1.2 Estimation of the cost of the protected information
2 Этап. Анализ угроз информационной безопасности	2 Stage. Analysis of information security threats
2.1 Определение множества угроз информационной безопасности	2.1 Identifying a variety of information security threats
2.2 Оценка угроз информационной безопасности	2.2 Assessing Information Security Threats
2.3 Определения множества уязвимостей информационной системы	2.3 Definitions of the Multiple Vulnerabilities of the Information System
2.4 Оценка уязвимостей информационной системы	2.4 Assessing the vulnerabilities of the information system
2.5 Расчет информационных рисков	2.5 Calculation of information risks
3 Этап. Разработка мероприятий по защите информации	3 Step. Development of measures to protect information
3.1 Разработка организационных мероприятий	3.1 Developing Organizational Measures
3.2 Подбор технических средств	3.2 Selection of technical means
4 Этап. Анализ эффективности, разработанной КСЗИ	4 Stage. Analysis of the effectiveness of the CCIS

Рисунок 1. Этапы проектирования КСЗИ

Figure 1. Stages of designing KSZI

Каждый этап условно разбивается на подэтапы (рисунок 1). На первом этапе производится анализ информации, циркулирующей в ИС. Определяются основные информационные активы (ИА), подлежащие защите, их стоимость (C_{au}), а также необходимый уровень защиты. Данный этап проводится с обязательным участием владельцев информации, поскольку только они могут определить, насколько важен для них тот или иной информационный актив [1].

После оценки стоимости информации владельцам необходимо определиться с величиной максимально допустимого информационного риска (R_{max}). Как показывает практика, невозможно обеспечить абсолютную защиту информации. Всегда остаётся определённая вероятность воздействия угрозы на информацию. Поэтому при проектировании КСЗИ необходимо определиться с величиной риска, который останется после применения всех средств защиты информации. Косвенно данная величина определяет необходимый уровень информационной безопасности.

Анализ угроз информационной безопасности производится на втором этапе. Он включает: определение множества угроз и оценку вероятности их проявления, определение множества уязвимостей и оценку вероятности реализации угроз, посредством этих уязвимостей, а также анализ информационных рисков.

Множество угроз информационной безопасности определяется группой экспертов. В данную группу должны входить специалисты по защите информации и владельцы информации. Значение вероятности (P_{yz}) угроз можно определить исходя из статистических данных, если они есть, или на основе мнений специалиста [1].

Множество уязвимостей информационной системы и вероятность (P_{yz}) их проявления определяются на основе свойств самой системы и условий её эксплуатации. На практике, эти параметры также определяются экспертами.

Основная часть

Информационные риски можно рассчитать исходя из формулы:

$$R = C_{au} \cdot P_{yz} \cdot P_{yz}, \quad (1)$$

где C_{au} – стоимость актива; P_{yz} – вероятность угрозы; P_{yz} – вероятность уязвимости.

В государственных стандартах, регламентирующих методы и средства безопасности, [3] риску даётся следующее определение: «...потенциальная опасность нанесения ущерба организации в результате реализации некоторой угрозы с использованием уязвимостей актива или группы активов. Определяется как сочетание

вероятности события и его последствий». В самом простом виде риск можно понимать, как то чем рискует владелец информации при реализации угрозы. При более внимательном рассмотрении понятия информационного риска становится очевидным, что это комплексная величина. Она показывает возможные потери при реализации угроз, вероятность угрозы, значение уязвимости актива. Анализ рисков информационной безопасности проявляет важность актива для владельца, наиболее вероятные угрозы и наиболее опасные уязвимости. Поэтому, при проектировании КСЗИ, анализ рисков становится самым важным для обоснования последующих решений.

На третьем этапе определяются мероприятия по защите информации. Мероприятия по защите выбираются так, чтобы противодействовать угрозам информационной безопасности. Очевидна прямая связь между объектами ИС, реализующими ИА, мерами защиты, уязвимостями и угрозами. Угроза информационной безопасности воздействует на информационный актив посредством уязвимости информационной системы. Эта взаимосвязь наглядно показана на схеме модели защиты с полным перекрытием (рисунок 2). Мероприятия по защите информации необходимо подбирать так, чтобы нейтрализовать уязвимость.

Полная или частичная нейтрализация уязвимости снижает величину реального информационного риска. Если величина риска, рассчитанная при проектировании выше величины максимально допустимого, то необходимо применять мероприятия по защите информации.

$$R > R_{\max} \quad (2)$$

Для обеспечения принятых мер информационной безопасности подбираются технические средства. Совокупность разработанных мероприятий и подобранных технических средств определяет содержимое проекта КСЗИ.

На четвёртом этапе производится оценка эффективности принятых мер. Для этого необходимо заново пересчитать значения реальных рисков. При пересчёте учитывается снижение вероятности уязвимости, а также увеличение стоимости ИА. Это происходит потому, что мероприятия по защите информации снижают степень воздействия угрозы на актив с одной стороны, но требуют увеличения затрат – с другой. Если, после принятых мер, риск информационной безопасности остаётся выше максимально допустимого (2), то необходимо, либо принять дополнительные меры, либо изменить принятые. КСЗИ должна обеспечить снижение уровня реального риска по отношению к максимально допустимому. Так обеспечивается заданный уровень информационной безопасности.

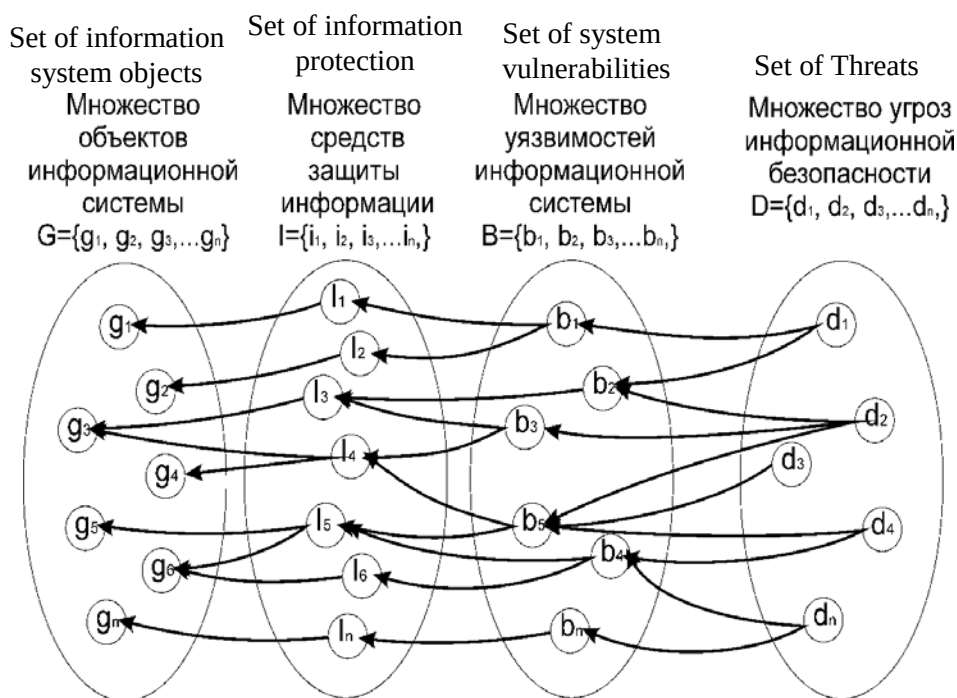


Рисунок 2. Модель защиты информации с полным перекрытием угроз

Figure 2. The model of information security with full overlap of threats

Процесс проектирования КСЗИ является сложным и трудоёмким. В ходе проектирования приходится решать множество слабоформализуемых задач. Все параметры, на основе которых производится расчет, получаются методом экспертных оценок. Такое положение приводит к снижению точности расчётов, зависимости от квалификации и опыта экспертов, повышает стоимость проекта. Автоматизация проектирования КСЗИ позволяет снизить трудоемкость и время проектирования. Автоматизированный учет большого количества параметров позволяет избежать ошибок при их анализе.

Исходя из свойств информации, как объекта защиты, исключить мнение экспертов и владельцев информации из оценки стоимости ($C_{ин}$) и вероятности угрозы (P_{yz}) невозможно. Однако третий ключевой параметр формулы (1) – вероятность проявления уязвимости ИС, принципиально, можно оценить на основе параметров информационной системы. Так, формализация анализа оценки вероятности уязвимости информационной системы является одной из основных задач автоматизации проектирования КСЗИ.

В стандарте [3] уязвимость информационной системы определяется, как слабость ИА, которая может быть использована одной или несколькими угрозами. Такое определение даёт возможность предположить, что вероятность реализации угрозы через конкретную уязвимость зависит от параметров ИС. В большинстве случаев эти параметры являются физическими величинами, например: техническими характеристиками аппаратуры или величинами, такими как напряжение питания, температура окружающей среды и т. д. Также эти параметры могут не являться физическими величинами, но выражаться в числовом виде, например, квалификацию пользователей системы можно выразить в периоде его работы или оценкой, полученной при сдаче зачёта при повышении квалификации.

Любую информационную систему можно представить в виде совокупности её элементов – объектов системы. Каждый объект характеризуется множеством параметров. Например, файл характеризуется его размером, типом, адресом, по которому он хранится на диске. Совокупность всех параметров всех объектов составляет множество параметров ИС. Совокупность текущих значений этих параметров характеризует состояние системы.

Пусть множество Q описывает все возможные состояния системы, а множество X – множество всех параметров системы, тогда отношение $M : Q \times X$ описывает все состояния

системы значениями её параметров, а каждому элементу $q \in Q$ соответствует некоторая композиция $(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ значений параметров. Реализация уязвимости в информационной системе соответствует определённому состоянию этой системы $q_{Вн} \in Q$. Данному состоянию также соответствует композиция значений параметров $X_{Вн}(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$. Это означает, что множество уязвимостей B соответствует множеству определённых состояний системы Q_B , такому что $(Q_B \subset Q)$, каждому из которых соответствует своя композиция значений параметров системы. Таким образом, можно утверждать, что множество уязвимостей является отношением $M_B: Q_B \times X_B$, а числовое значение вероятности зависит от композиции значений параметров:

$$P_{yz} = F(X) \quad (3)$$

Конкретная зависимость вероятности реализации уязвимости от значений параметров системы на практике определяется исходя из свойств информационной системы и условий её функционирования.

Для разработки КСЗИ необходимо получить экспертную оценку стоимости информационных активов – $C_{ин}$, вероятности реализации угроз – P_{yz} , а также задать максимально допустимый уровень риска R_{max} . При этом, исходя из формулы (1) можно рассчитать значения вероятностей реализации уязвимости ($P_{yz i}$) для каждого ИА по каждой угрозе, при которых информационные риски будут равны максимально допустимым.

$$P_{yzi} = \frac{R_{max}}{P_{yz n} C_{ИА k}}, \quad (4)$$

где R_{max} – максимально допустимый информационный риск, $P_{yz n}$ – вероятность n -ой угрозы, $C_{ИА k}$ – стоимость k -го ресурса.

После этого, исходя из формулы (3), можно рассчитать значения для каждого параметра ИС. Это будут «граничные» значения, т. е. значения, за пределы которых система выходить не должна. В противном случае возрастает риск или появляется возможность реализации угрозы. КСЗИ для данной системы должна состоять из мероприятий, позволяющих удерживать значения параметров ИС в пределах граничных значений.

Для реализации системы автоматизированного проектирования КСЗИ было разработано программное обеспечение (ПО). В основе ПО лежит программная реализация: объектов ИС, уязвимостей ИС, мероприятий по защите ИС. Основными элементами ПО являются множество параметров и множество зависимостей.

Функциональная схема программы представлена на рисунке 3. При проектировании системы защиты информации, оператор формирует модель ИС. Модель представляет собой совокупность объектов информационной системы, описанных при помощи соответствующих программных сущностей.



Рисунок 3. Функциональная схема программного комплекса проектирования КСЗИ

Figure 3. Functional diagram of the software complex of the KSZI design

Для модели ИС формируется множество возможных угроз информационной безопасности и множество уязвимостей. С каждой угрозой связана одна или несколько уязвимостей ИС, а также объекты ИС, для которых характерны

эти уязвимости. Далее, производится расчет информационных рисков для модели ИС. Затем разрабатываются мероприятия по защите.

Множество угроз и уязвимостей хранится в отдельной базе данных и может использоваться повторно при разработке других проектов. Модель ИС, множество угроз и уязвимостей формируется в «Проектном модуле». Параметры объектов информационной системы и уязвимостей сохраняются в соответствующей базе данных (рисунок 3) – «БД параметров». Расчет рисков производит «Аналитический модуль».

Если для защиты информации необходимо применение технических средств, то такие средства становятся дополнительными объектами в модели. В ином случае – они изменяют свойства существующего объекта, т. е. меняют его параметры. Модель ИС изменяется за счёт добавления новых объектов и изменения параметров. После изменения модели производится повторный анализ в «Аналитическом модуле».

Процесс проектирования КСЗИ заканчивается, когда величина рисков не превышает максимально допустимые значения. После этого производится генерация проекта в виде перечня мероприятий и списка используемых средств защиты информации.

Заключение

С помощью разработанного ПО проектируется КСЗИ на основе объективных параметров ИС. Это позволяет повысить точность расчетов, избежать зависимости от опыта экспертов, что, в конечном итоге, позволит использовать ПО системным администраторам, не имеющим большого опыта в проектировании систем защиты.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Аверченков В.И., Рыгов М.Ю., Кувыклин А.В., Рудановский М.В. Аудит информационной безопасности органов исполнительной власти. Москва. Флинта, 2011. 100 с.
- 2 Whitman M. E., Mattord H. J. Principles of information security. Cengage Learning, 2011.
- 3 ГОСТ Р ИСО 13335-1-2006 Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности
- 4 Ifinedo P. Understanding information systems security policy compliance: An integration of the theory of planned behavior and the protection motivation theory // Computers & Security. 2012. T. 31. №. 1. С. 83-95.
- 5 Казаков Ю.М., Леонов Ю.А., Федоров В.Е. Моделирование рациональных схем базирования заготовки при решении задачи синтеза единичных

технологических процессов // XI Международная научно-практическая конференция "Михаило-Архангельские чтения". 2016. С. 203–235.

6 Тищенко А.А., Казаков Ю.М. Методика принятия решений о производстве нового изделия на начальных этапах разработки при маркетинговом подходе управления // Вестник Славянских вузов: ежегодный международный научно-практический журнал. 2015. № 4. С. 127–130.

7 Аверченков А.В., Фисун А.П. Модель многоуровневой идентификации персонала в системе контроля и управления доступом на предприятиях строительной индустрии // Строительство и реконструкция. 2016. № 2. С. 56–64.

8 Tankard C. Advanced persistent threats and how to monitor and deter them // Network security. 2011. T. 2011. №. 8. С. 16-19.

REFERENCES

- 1 Averchenkov V.I., Rytov M.Yu., Kuvykin A.V., Rudanovskii M.V. Audit informatsionnoi bezopasnosti organov ispolnitel'noi vlasti [Information security audit of the Executive bodies]. Moscow. Flinta 2011. 100 p. (in Russian).
- 2 Whitman M. E., Mattord H. J. Principles of information security. Cengage Learning, 2011.
- 3 GOST no. 13335-1-2006. Informatsionnye tekhnologii. Metody i sredstva obespecheniya bezopasnosti [State standard no. 13335-1-2006. Information technology. Methods and means of security]. (in Russian).
- 4 Ifinedo P. Understanding information systems security policy compliance: An integration of the theory of planned behavior and the protection motivation theory. *Computers & Security*. 2012. vol. 31. no. 1. pp. 83-95.
- 5 Kazakov Yu.M., Leonov Yu.A., Fedorov V.E. Modeling rational schemes of basing of the workpiece in the solution of the problem of synthesis of individual technolog-

ical processes. XI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Mikhailo-Arkhangelskie chteniya". 2016. pp. 203–235. (in Russian).

6 Tishchenko A.A., Kazakov Yu.M. The method of decision-making about the production of a new product in the initial stages of development at the marketing management approach. *Vestnik Slavyanskikh vuzov: ezhegodnyi mezhdunarodnyi nauchno-prakticheskii zhurnal* [Journal of Slavic universities: the annual international scientific-practical journal]. 2015. no. 4. pp. 127–130. (in Russian).

7 Averchenkov A.V., Fisun A.P. A multilevel model of personnel identification in the control system and access control at the enterprises of construction industry. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya* [Construction and reconstruction]. 2016. no. 2. pp. 56–64. (in Russian).

8 Tankard C. Advanced persistent threats and how to monitor and deter them. *Network security*. 2011. vol. 2011. no. 8. pp. 16-19.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

И.Е. Грабежов к.т.н., доцент, кафедра компьютерные технологии и системы, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия,

Ю.А. Леонов к.т.н., доцент, кафедра компьютерные технологии и системы, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, 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 13.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

I.E. Grabezhev candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia,

Ju.A. Leonov candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, 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 4.13.2017

ACCEPTED 5.19.2017

Алгоритм решения задачи оптимального трассирования лесовозной автомобильной дороги на неоднородной местности

Елена В. Чернышова¹ elenabok@mail.ru

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

Реферат. Трассирование отдельных лесовозных автомобильных дорог является частью более общей задачи – разработки схемы транспортного освоения лесосырьевой базы предприятия. В результате ее решения определяется размещение основных транспортных путей – магистралей и веток – в лесном массиве с учетом оптимальных расстояний между ветками. При установлении этих расстояний учитываются затраты на лесохозяйственные мероприятия, отнесенные на суммарный объем древесины, тяготеющий к ветке. Поиск близкого к оптимальному по одному из критериев варианта трассы лесовозной автомобильной дороги для вывозки сосредоточенного объема древесины осуществляется в несколько этапов. Сначала определяется оптимальный вариант трассы, вписанный в сетку квадратов цифровой модели местности (трасса проходит по сторонам и диагоналям квадратов). Затем найденный вариант сглаживается ломаными линиями, расположенными в его окрестности. Для каждого из сглаженных вариантов трассы автоматически рассчитываются четырнадцать важнейших технико-экономических показателей, позволяющих принять обоснованное решение при выборе окончательного варианта трассы будущей дороги. Точность построения цифровой модели рельефа по топографической карте с помощью разработанной методики оценивалась по эталонным продольным профилям, снятым вручную с карты в горизонталях и построенным автоматически с использованием цифровой модели местности. Результаты сравнительного анализа свидетельствуют о вполне удовлетворительной точности разработанной методики ручного оцифровывания карт. С помощью тех же эталонных продольных профилей можно контролировать правильность результатов оцифровывания. Для этого достаточно провести несколько прямолинейных отрезков, пересекающих в различных направлениях моделируемый участок, и сравнить их продольные профили, построенные по карте, с автоматически рассчитанными.

Ключевые слова: лесовозные автомобильные дороги, проектирование, трассирование

Algorithm for solving the problem of optimal tracing of a timber road on a non-uniform terrain

Elena V. Chernyshova¹ elenabok@mail.ru

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

Summary. The tracing of individual logging roads is part of a more general task - the development of a scheme for transport development of the enterprise's forest raw material base. As a result of its solution, the location of the main transport routes - highways and branches - is determined in the forest, taking into account the optimal distances between the branches. When establishing these distances, account is taken of the costs of forest management measures, referred to the total volume of timber, tending to the branch. The search for a variant of the track of a timber logging road close to the optimal for one of the criteria for the removal of the concentrated volume of timber is carried out in several stages. First, the optimal route variant is inscribed, inscribed in the grid of squares of the digital terrain model (the route passes along the sides and diagonals of squares). Then the found variant is smoothed with broken lines located in its vicinity. For each of the smoothed variants of the route, fourteen important technical and economic indicators are automatically calculated, allowing to make an informed decision when choosing the final version of the route of the future road. The accuracy of the construction of the digital relief model on a topographic map using the developed technique was estimated from the reference longitudinal profiles taken manually from the map in contours and built automatically using a digital terrain model. The results of the comparative analysis testify to the quite satisfactory accuracy of the developed method of manual digitization of maps. With the help of the same reference longitudinal profiles, it is possible to control the correctness of the results of digitization. To do this, it is sufficient to draw several rectilinear segments intersecting the simulated section in different directions and compare their longitudinal profiles constructed on the map with automatically calculated.

Keywords: forest roads, design, tracing

Введение

Будем рассматривать сетку цифровой модели местности (ЦММ), описывающую некоторый прямоугольный участок местности, в виде сильного связанного графа G , вершинами которого являются вершины квадратов сетки, а ребрами – стороны и диагонали этих квадратов [1, 2].

Пронумеровав вершины прямоугольной сетки матричным способом («строки» от 1 до N , «столбцы» от 1 до M), свяжем с графом G прямоугольную систему координат. Вершина, стоящая в i -й «строке» и j -м «столбце» будем

иметь координаты (i, j) и обозначаться V_{ij} . Дугу, ведущую из вершины V_{ij} и $V_{i'j'}$, обозначим через $U_{ij}^{i'j'}$. Каждой дуге $U_{ij}^{i'j'}$ графа G поставлено в соответствие неотрицательное число $\tilde{n}_{ij}^{i'j'} = c(U_{ij}^{i'j'})$, именуемое ценой дуги. Связь цены дуги с введенными выше ценами областей и линейных участков неоднородности раскрывается ниже в этом же разделе диссертации. Каждое ребро состоит из двух противоположно направленных дуг $U_{ij}^{i'j'}$ и $U_{i'j'}^{ij}$ (рисунок 1).

Для цитирования

Чернышова Е.В. Алгоритм решения задачи оптимального трассирования лесовозной автомобильной дороги на неоднородной местности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 113–120. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-113-120

For citation

Chernyshova F.S. Algorithm for solving the problem of optimal tracing of a timber road on a non-uniform terrain. Vestnik VGUI [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 113–120. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-113-120

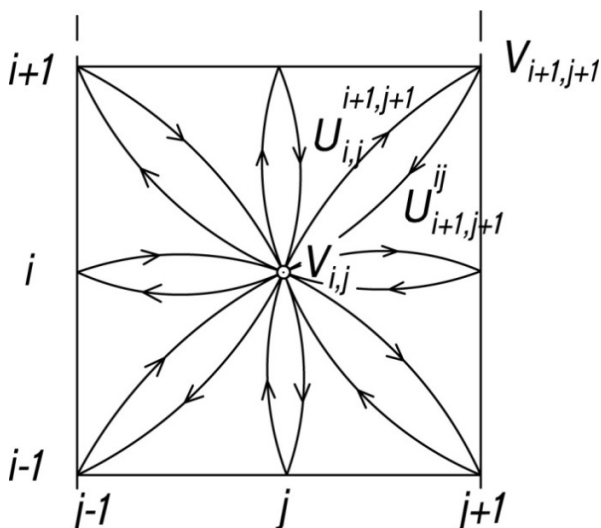


Рисунок 1. Локальная структура сетки ЦММ (графа G) в окрестности узла V_{ij}

Figure 1. The local structure of the DTM grid (graph G) in the neighborhood of the node V_{ij}

Путем $\mu_{i_0 j_0}^{i_k j_k}$ из вершины $V_{i_0 j_0}$ в вершину $V_{i_k j_k}$ будем называть упорядоченную последовательность дуг, у которых начало последующей совпадает с концом предыдущей: $\mu_{i_0 j_0}^{i_k j_k} = \{U_{i_0 j_0}^{i_1 j_1}, U_{i_1 j_1}^{i_2 j_2}, \dots, U_{i_{k-2} j_{k-2}}^{i_{k-1} j_{k-1}}, U_{i_{k-1} j_{k-1}}^{i_k j_k}\}$.

Определим цену пути как сумму цен входящих в него дуг. Классическая задача о кратчайшем пути между двумя вершинами $V_{i_0 j_0}$ и $V_{i_k j_k}$ эквивалентна в наших обозначениях задаче поиска пути $\mu_{i_0 j_0}^{i_k j_k}$, имеющего минимальную цену.

Одна из эффективных модификаций метода решения этой задачи состоит в следующем [3]:

1. Вершине $V_{i_0 j_0}$ приписывается значение $\hat{A}_{i_0 j_0} = 0$, остальным вершинам графа $A_{ij} = +\infty$.

2. Просматриваются вершины графа, причем, если найдется такая вершина V_{ij} и ведущая в нее дуга $U_{i'j'}^{ij}$, что $A_{ij} > A_{i'j'} + \tilde{n}_{i'j'}^{ij}$, то этой вершине приписывается новое (меньшее) значение $A_{ij} = A_{i'j'} + \tilde{n}_{i'j'}^{ij}$.

3. После того, как все A_{ij} стабилизируется, восстанавливается оптимальный путь μ^* , начиная с его конца – вершины $V_{i_k j_k}$. Из п. 2 следует, что найдется такая дуга $U_{ij}^{i_k j_k}$, что $\hat{A}_{i_k j_k} = A_{ij} + \tilde{n}_{ij}^{i_k j_k}$. По вершине V_{ij} определяется вершина $U_{i'j'}$ такая, что $A_{ij} = A_{i'j'} + \tilde{n}_{i'j'}^{ij}$ и так далее до начальной вершины пути $V_{i_0 j_0}$.

Строгая положительность цен $\tilde{n}_{i'j'}^{ij}$ гарантирует сходимость итерационного процесса и отсутствие замкнутых циклов.

Массивы относительных высот H и значений критерия A вершинах графа G , будем записывать в виде двух матриц из N строк и M столбцов (рисунок 2). Будем также различать грузовое и не грузовое (порожнее) направления движения по трассируемому отрезку лесовозной автомобильной дороги: если в пункт, соответствующий начальной точке $V_{i_0 j_0}$ искомого пути на графе G , лесоматериалы ввозятся, то будем говорить, что «задано грузовое направление», если же вывозится, то – «задано не грузовое направление».

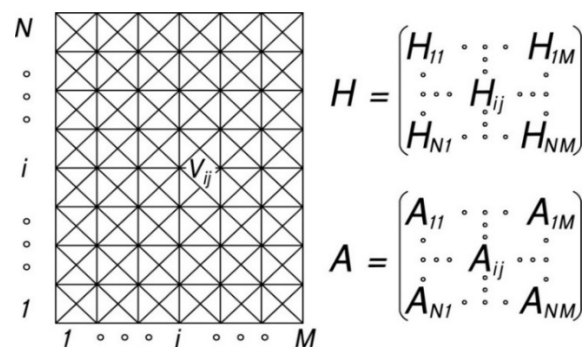


Рисунок 2. Цифровая модель местности и соответствующие ей матрицы относительных высот H и критерия оптимальности A

Figure 2. The digital model of the site and the corresponding matrices of relative heights H and the optimality criterion A

На продольные уклоны пути наложены ограничения в виде тангенсов предельно допустимых углов дифференцированно по направлениям: i_r – в грузовом, i_n – в не грузовом.

В общем виде оптимальный путь ищется на некотором подмножестве $E\{N_1, N_2, M_1, M_2\} = \{V_{ij} | 1 \leq N_1 \leq i \leq N_2 \leq N, 1 \leq M_1 \leq j \leq M_2 \leq M\}$.

В частности, глобальная ЦММ в этих обозначениях запишется как $E\{1, N, 1, M\}$. В матрицах A и H множеству $E\{N_1, N_2, M_1, M_2\}$ соответствует блоки $\{A_{ij}\}_{i=N_2, j=M_2}^{i=N_1, j=M_1}$, $\{H_{ij}\}_{i=N_2, j=M_2}^{i=N_1, j=M_1}$.

$$\frac{i=N_2, j=M_2}{i=N_1, j=M_1}.$$

Возможность «вырезать» таким образом, отдельный участок из общего плана местности позволяет исключить из рассмотрения заведомо удаленные от предполагаемой трассы точки ЦММ и сократить зону поиска оптимума (рисунок 3). Порядок просмотра вершин графа не влияет на конечный результат – положение оптимального пути, однако нерациональный способ может существенно увеличить количество итераций алгоритма до стабилизации значений критерия в его вершинах (элементов матрицы A). Опыт эксплуатации программного модуля, реализующего алгоритм просмотра вершин, показал, что удовлетворительное число итераций достигается при следующем порядке просмотра.

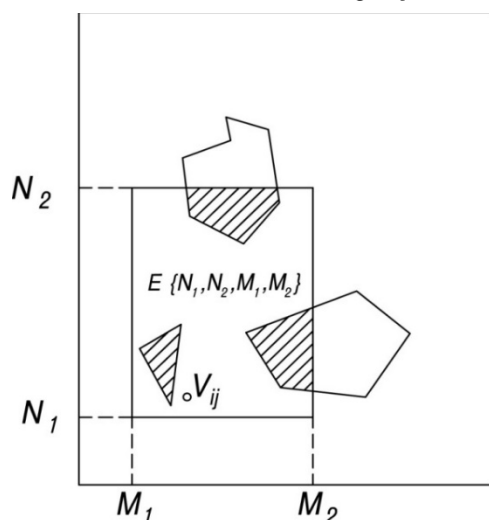


Рисунок 3. Локализация участка поиска оптимального варианта трассы

Figure 3. Localization of a site of search of an optimum variant of a line

Исходное множество $E\{N_1, N_2, M_1, M_2\}$ разбивается прямыми, проходящими через начальную точку $V_{i_0 j_0}$ параллельно осям координат, на четыре квадранта (рисунок 4), каждый из которых просматривается в последовательности:

I квадрат – справа налево, снизу вверх,
II квадрат – слева направо, снизу вверх,
III квадрат – справа налево, сверху вниз,
IV квадрат – слева направо, сверху вниз.

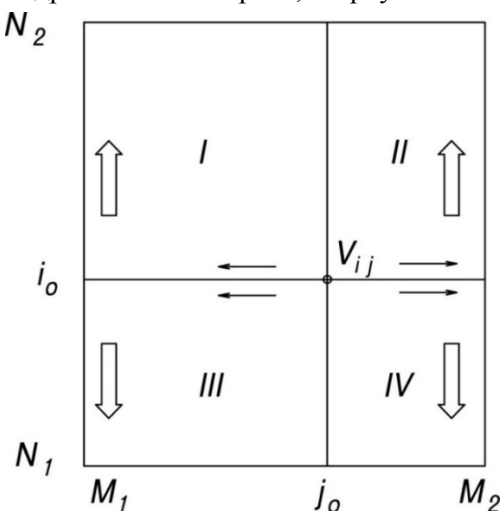


Рисунок 4. Порядок просмотра вершин множества
Figure 4. The order of viewing the vertices of the set

Например, для I квадрата последовательность просматриваемых вершин в координатной записи будет такой (отождествляем вершину с парой ее координат):

$$\begin{aligned} & (i_0, j_0 - 1) (i_0, j_0 - 2) \dots (i_0, M_1 + 1). \\ & (j_0 + 1, j_0) (i_0 + 1, j_0 - 1) \times \\ & \times (i_0 + 1, j_0 - 2) \dots (i_0 + 1, M_1 + 1). \\ & (N_2 - 1, j_0) (N_2 - 1, j_0 - 1) \times \\ & \times (N_2 - 1, j_0 - 2) \dots (N_2 - 1, M_1 + 1). \end{aligned}$$

Не просматриваются вершины $V_{i_0 j_0}$ и вершины, окаймляющие $E\{N_1, N_2, M_1, M_2\}$, (т. е. имеющие первую координату N_1 или N_2 , либо вторую M_1 или M_2).

Исключение из просмотра граничных вершин множества $E\{N_1, N_2, M_1, M_2\}$ обусловлено двумя причинами. Первая – это единство процедуры просмотра и компактный вид программы для ЭВМ. Вторая, более важная причина, заключается в возможности локализовать зону поиска оптимума, задавая, например, «отвесные стенки», приписывая граничными вершинами «бесконечные» высоты H_{ij} .

Это гарантирует замкнутость множества E : «наткнувшись на стенку», путь не выйдет за пределы E , поиск в этом случае ведется в глубокой «потенциальной яме» (рисунок 5). Кстати, таким же образом можно вписать участок местности любой конфигурации в прямоугольную сетку ЦММ.

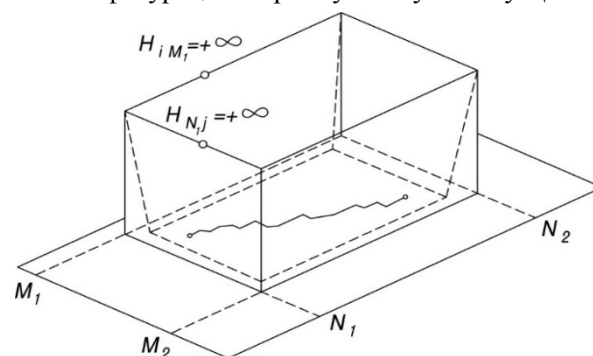


Рисунок 5. Локализация области поиска «отвесными стенками»

Figure 5. Localization of the search area by “sheer walls”

Размеры локализуемого участка зависят от топографии местности и должны определяться с учетом особенностей конкретной моделируемой территории – степени влияния удаленных объектов на положение трассы дороги, вытянутости отдельных складок местности и прочих факторов, которые могут «замаскировать» некоторые оптимальные пути и натолкнуть на ложный вариант. В качестве иллюстраций к высказанным предостережениям приведем пример участка местности с «вытянутым хребтом» (рисунок 6). Разумеется, от подобных «рифов» не застрахован и глобальный прямоугольник $E\{1, N, 1, M\}$, поэтому моделированию конкретного участка местности должен предшествовать содержательный анализ ситуации.

Просмотр одной вершины V_{ij} включает в себя последовательный перебор 8-ми входящих в эту вершину дуг $U_{i+1, j-1}^{ij}, U_{i+1, j}^{ij} \dots U_{i, j-1}^{ij}$, для которых определяются их цены $\tilde{n}_{i, j}^{ij}$ и значения критерия полагается равным $A_{ij} = \min_{i, j'} (A_{i, j'} + C_{i, j'}^{ij})$.

При определении цены дуги $\tilde{n}_{i, j}^{ij}$ могут встретиться три случая.

Первый случай. Уклон превышает допустимый. Цена дуги полагается равной очень большому числу: $\tilde{n}_{i',j'}^{ij} = +\infty$

Тангенс допустимого угла наклона α дуги $U_{i',j'}^{ij}$, должен находиться в пределах:

$-i_r \leq \operatorname{tg} \alpha \leq i_n$ – если заданное грузовое направление

$-i_n \leq \operatorname{tg} \alpha \leq i_r$ – если заданное не грузовое направление.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H_{ij} - H_{i',j'}}{\alpha}$$

где $\alpha = \begin{cases} \text{диагональ квадрата сетки, если } |i - i'| + |j - j'| = 2 \\ \text{сторона квадрата сетки в остальных случаях} \end{cases}$

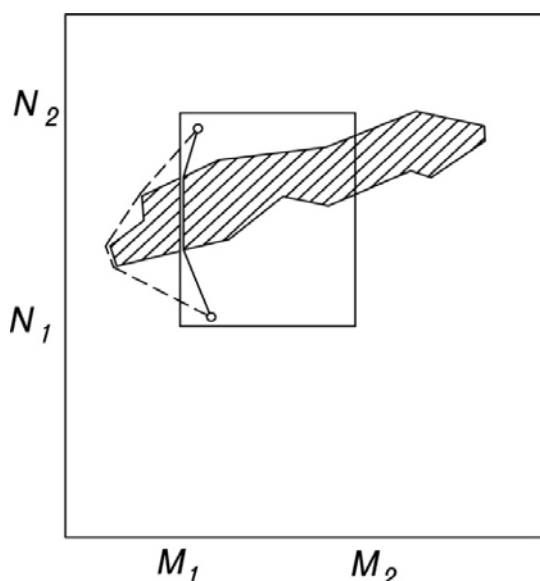


Рисунок 6. Пример маскировки истинного оптимального пути при ошибочной локализации области поиска оптимума: ----- – истинный оптимальный путь, ————— – ложный

Figure 6. Example of masking the true optimal path for an erroneous localization of the search area of the optimum: ----- – the true optimal way, ————— – false

Второй случай. Дуга $U_{i',j'}^{ij}$, имеет допустимый уклон и принадлежит области неоднородности D_τ .

$$\tilde{n}_{i',j'}^{ij} = c_\tau * l_{i',j'}^{ij},$$

где c_τ – цена области D_τ ; $l_{i',j'}^{ij} = \sqrt{(H_{ij} - H_{i',j'})^2 + a^2}$.

Дуга $U_{i',j'}^{ij}$, принадлежит D_τ тогда и только тогда, когда обе вершины V_{ij} и $V_{i',j'}$ принадлежит D_τ .

Факт принадлежности точки выпуклой области, ограниченной отрезками прямых, устанавливается средствами векторного анализа.

Пусть на плоскости π с положительно ориентированной системой координат xOy задана выпуклая область D с кусочно-линейной

границей σD . Граничные точки соединения отрезков перенумеруем по часовой стрелке, начиная с любой: $A_1, A_2, \dots, A_k$.

Вектор с началом в точке A и концом в точке B будем обозначать $\overrightarrow{AB}$.

Пусть B – произвольная точка плоскости π . Чтобы B принадлежала области D необходимо и достаточно, чтобы одновременно выполнялись неравенства:

$$[\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{A_i A_{i+1}}]_z \geq 0, [\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{A_k A_1}]_z \geq 0, \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, k-1$$

Здесь квадратные скобки означают векторное произведение, а индекс z единственную отличную от нуля координату векторного произведения двух векторов, лежащих в одной плоскости. Доказательство очевидно.

Таким образом, принадлежность точки (вершины квадрата сетки ЦМР) области неоднородности D_τ устанавливается последовательной проверкой справедливости неравенств (1).

Если хотя бы одно из них не выполняется, то точка лежит вне области. Как известно, третья координата векторного произведения двух векторов $\vec{a} = (a_x, a_y, 0)$, $\vec{b} = (b_x, b_y, 0)$ очень просто выражается через координаты этих векторов: $[\vec{a}, \vec{b}]_z = a_x * b_y - a_y * b_x$, что обеспечивает высокую эффективность и быстродействие описанного способа определения взаимного положения точки и области.

Третий случай. Дуга $U_{i',j'}^{ij}$, имеет допустимый уклон, принадлежит области неоднородности D_τ и пересекается с линейным участком неоднородности, имеющим цену c_p .

В этом случае цена дуги определяется так: $\tilde{n}_{i',j'}^{ij} = c_\tau * l_{i',j'}^{ij} + c_p$.

Факт пересечения дуги с линейным участком неоднородности устанавливается следующим образом. Сначала выясняется принадлежность обеих концевых точек дуги одному из прямоугольников P_k , построенных на отрезках ломаной линии, описывающей данный участок неоднородности (рисунок 7). Если найдется такой прямоугольник, то определяется факт пересечения дуги с его диагональю – отрезком ломаной.

Учитывая необходимость многократного определения факта принадлежности точки прямоугольным множеством на плоскости в процессе решения задачи оптимального трассирования, вычислительным аспектам этого вопроса было уделено особое внимание. Для повышения эффективности указанной процедуры разработан специальный аппарат так называемых вложенных сит [8, 9].

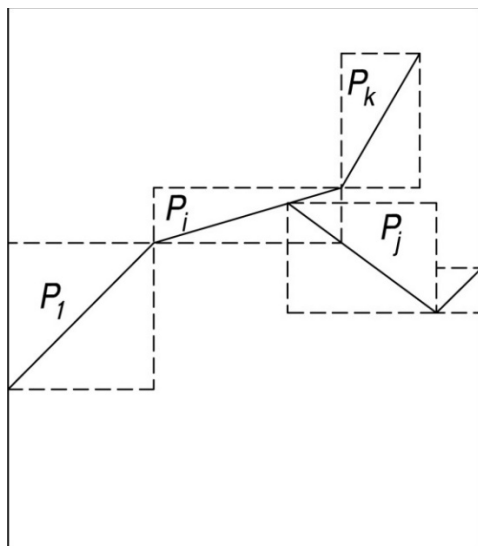


Рисунок 7. Определение дуг, пересекающихся с линейными участками неоднородности

Figure 7. Definition of arcs intersecting linear regions of heterogeneity

Сущность его заключается в определении оптимальной по быстродействию последовательности сравнений координат (x, y) произвольной точки $\xi(x, y)$ на плоскости с координатами системы прямоугольников для установления факта принадлежности этой точки одному из прямоугольников системы.

Основную идею поясним на примере одного прямоугольника $ABCD$ со сторонами, параллельными осями координат xOy (рисунок 8). Точки $\xi(x, y)$ будем считать принадлежащими некоторому объемлющему прямоугольнику $ABCD$ прямоугольнику X (аналог глобальной ЦММ). Уравнения сторон прямоугольника $ABCD$, соответственно, равны:

$$AB: y = i, BC: x = j, CD: y = k, AD: x = l.$$

Точка $\xi(x, y)$ принадлежит прямоугольнику $ABCD$ тогда и только тогда, когда одновременно выполняются четыре неравенства:

$$x \geq l, x \leq j, y \geq k, y \leq i. \quad (2)$$

На суммарное количество сравнений, которое потребуется выполнить для точек, не принадлежащих прямоугольнику $ABCD$ (для каждой принадлежащей $ABCD$ точки ξ таких сравнений будет, очевидно, оказывают влияние два фактора:

- порядок проверки справедливости неравенств (2),
- расположение прямоугольника $ABCD$ относительно объемлющего его множества X и параметры их обоих.

Действительно, если априори принять последовательность проверки неравенств (2) в том порядке, в каком они записаны выше, то для определения того, что точка $\xi_1(x_1, y_1)$ на рисунке 8 не принадлежит прямоугольнику $ABCD$, понадобится четыре сравнения, т. е. только последнее неравенство окажется невыполненным ($y_1 > i$). Для точки же $\xi_2(x_2, y_2)$ потребуется всего лишь одно сравнение ($x < l$).

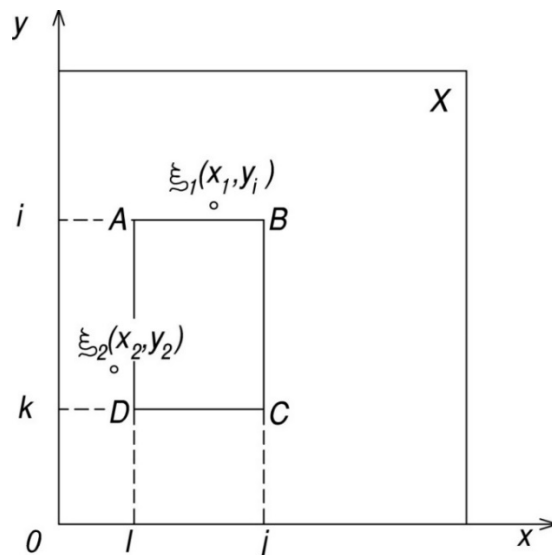


Рисунок 8. К методу вложенных сит определение дуг, пересекающихся с линейными участками неоднородности

Figure 8. To the method of embedded sieves, the definition of arcs intersecting linear regions of the inhomogeneity

Для системы из n прямоугольников ситуация существенно усложняется. Выбор неоптимальной последовательности сравнений (2) повышает трудоемкость процесса перебора точек множества X (узлов сетки ЦММ) примерно в 1,5 раза.

При постоянных коэффициентах z_0 и z_1 , входящих в выражение (1), цены областей неоднородности c_i являются сложными функциями продольного уклона пути i , от которого зависит скорость движения автопоезда $V(i)$.

Скорость движения лесовозного автопоезда, учитывая кусочно-линейный продольный профиль трассы дороги, определялась методом равновесных скоростей [10].

Величина полного сопротивления движению автопоезда ΣW , H с учетом сопротивления воздушной среды принимались по формуле:

$$\Sigma W = Q_{\text{бр}} (\omega \pm i_c), \quad (3)$$

где $Q_{\text{бр}}$ – масса автопоезда (тягача с роспуском или прицепом) брутто, т; ω – основное удельное сопротивление движению автопоезда, включая сопротивление воздушной среды, H/t ; i_c – сопротивление от уклона пути, H/t (+ для подъема, – для спуска); $i_c = 9,81 \cdot i$, где i – уклон пути, %.

Согласно рекомендациям [5] для лесовозных автомобильных дорог с покрытиями переходного типа (магистраль и ветки) и средних условий эксплуатации можно принимать:

$$\omega = 166,7 + 3,4 \cdot V,$$

где V – скорость движения автопоезда, км/ч.

Подставляя выражение для основного удельного сопротивления движению в формулу (3) для автопоезда КАМАЗ-43118 + ПРЛ11-КБ УСТ-94651, например получим дифференцированно по направлениям – грузовому и порожнему – следующие зависимости величины полного сопротивления движению от скорости и уклона:

В грузовом направлении:

$$\Sigma W = 39,7 \times (166,7 + 3,4V \pm i_n) = \\ = 6618,0 + 136,3 \times V \pm 39,7i_n$$

в порожнем направлении: (3)

$$\Sigma W = 16,7 \cdot (166,7 + 3,4V \pm i_n) = \\ = 2783,9 + 56,8 \cdot V \pm 16,7i_n$$

Графики зависимостей (3) для различных уклонов пути i с шагом $\Delta i = 5\%$ наносились на график тяговой характеристики тягача КАМАЗ-43118, построенный по данным [5].

Определенные графически значения равновесных скоростей сведены в таблице 1, по результатам которой построены графики равновесных скоростей и удельного времени хода

автопоезда $t = \frac{1}{V}$ (рисунок 9).

Для автоматизации расчета скорости движения автопоезда и вывода компактной формулы $t = t(i)$ функция $t = \frac{1}{V}$ сглаживалась поли-

номами 2-й и 4-й степени. Коэффициенты полиномов определялись методом наименьших квадратов. Для указанного выше типа автопоезда были получены следующие зависимости:

в грузовом направлении:

$$t = (290,51597 + 6,13928i + 0,03876i^2)10^{-4},$$

$$t = \left(\begin{matrix} 293,23210 + 10,83532i + \\ + 0,01014i^2 - 0,00587i^3 + 0,00008i^4 \end{matrix} \right) 10^{-4}$$

в порожнем направлении:

$$t = (175,01509 - 1,24065 \cdot i + 0,02517i^2)10^{-4},$$

$$t = \left(\begin{matrix} 188,15483 - 2,65723i + \\ + 0,00037i^2 + 0,00100i^3 + 0,00001i^4 \end{matrix} \right) 10^{-4},$$

графически представленные на рисунке 9.

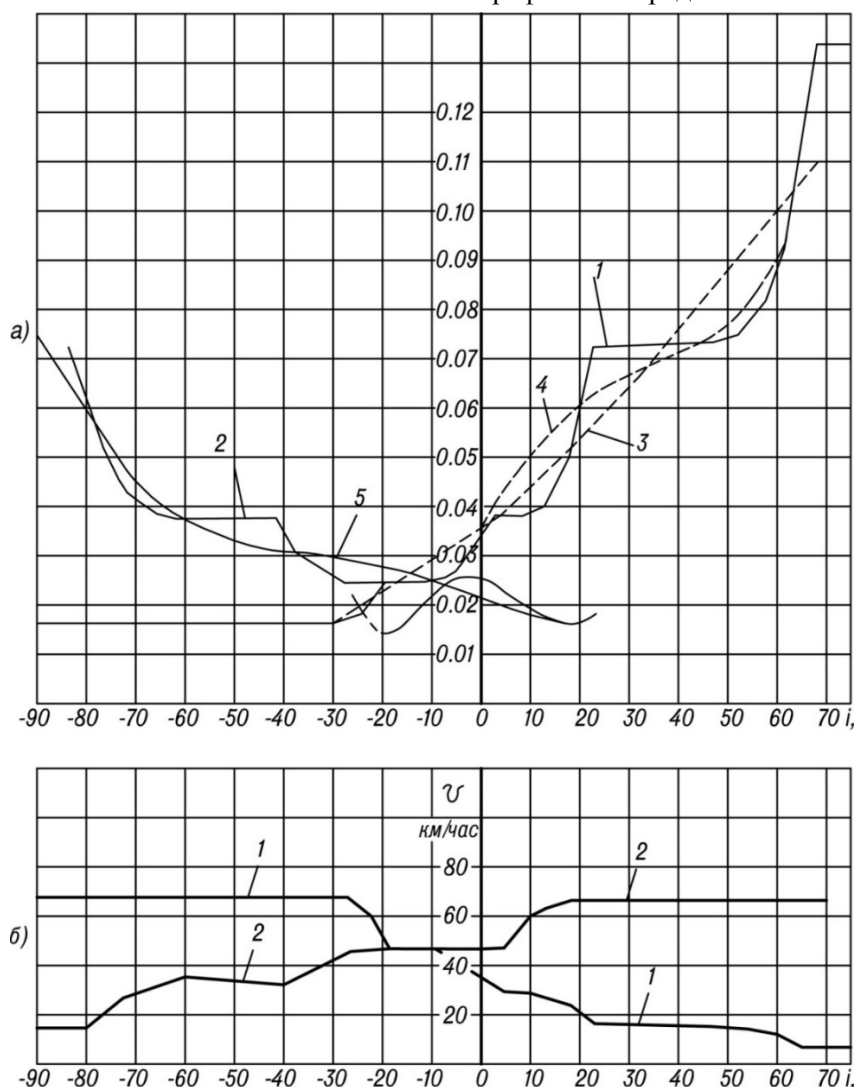


Рисунок 9. Зависимость темпа роста к скорости движения автопоезда от продольного уклона дороги: а) графики темпа движения; б) графики скорости движения; 1-для грузового направления; 2 – для порожнего направления; 3 – сглаживание полиномом 2 степени (грузовое направление.); 4 – сглаживание полиномом 4 степени (груз. напр.); 5 – то же полиномом 7 степени (пер.)

Figure 9. Dependence of the rate of growth on the speed of the road train from the longitudinal slope of the road: а) graphs of the rate of movement; б) speed charts; 1-for the freight direction; 2 – for empty direction; 3 – smoothing by a polynomial of the 2nd degree (freight direction.); 4-smoothing by a polynomial of 4 degrees (load eg); 5 – the same polynomial of degree 7 (trans)

Эффективность использования зависимость $t = t(i)$ в табличном виде (таблица 1) или в виде формул (4) определяется характером моделируемого рельефа, необходимой точностью расчетов. Если продольные уклоны трассы преимущественно находятся в интервалах $i \leq 10\%$, $i \geq 35\%$. Табличный вид задания $t(i)$ требует большего объема оперативной памяти компьютера и в среднем увеличивается время расчетов по сравнению с формулами (4) обеспечивает компактный вид записи функции и экономии ресурса компьютера, но в среднем приводит к менее точным результатам. В программном обеспечении описываемой модели (1) предусмотрены все три варианта задания функции $t(i)$, выбор одного из них осуществляется на этапе настройки системы программ.

Поскольку двигатели лесовозных автопоездов эксплуатируются, как правило, в режиме дросселирования (на частичных характеристиках), а равновесные скорости определяются по внешним характеристикам двигателя, то для перехода от расчетных скоростей к действительным скоростям движения автопоезда используется коэффициент 0,87, полученный экспериментальным путем исследователями [2, 4].

После того как на p -й итерации просмотрены все вершины множества $E\{N_1, N_2, M_1, M_2\}$ подсчитывается сумма всех значений критерия в вершинах

$$S_p = \sum_{\substack{i=N_1 \\ j=M_1}}^{i=N_2 \\ j=M_2} A_{ij}$$

Процесс изменения значений A_{ij} заканчивается, когда два последовательных числа S_k и S_{k+1} совпадают

$$S_1 > S_2 > \dots > S_k = S_{k+1} = \dots \quad (5)$$

Значение k – общее количество итераций до стабилизации матрицы критерия – характеризует сходимость алгоритма и зависит от конкретной задачи – сложность рельефа, численности, конфигураций и взаимного расположения областей и линейных участков неоднородности. При решении практических задач трассирования лесовозных автомобильных дорог на реальных территориях k варьировалось от 2 до 16, хотя при искусственно моделируемых ситуациях в период отладочных работ значение k достигало 25–27.

В процессе работы блока оптимизации выполняется аппроксимация эскизной линии элементами трассы в пределах первоначально заданной последовательности, то есть меняются только величины геометрических характеристик элементов, но не их количество и тип. Вместе с тем независимо от способа формирования исходного приближения, довольно часто появляется необходимость просматривать варианты проектируемой трассы, отличающиеся последовательностью элементов.

Таблица 1.

Зависимость скорости движения автопоезда КАМАЗ-43118 + ПРЛ11-КБ УСТ-94651 от продольного уклона гравийной дороги

Table 1.

Dependence of the speed of the KAMAZ-43118 + PRL11-KB road UST-94651 on the longitudinal slope of the gravel road

Продольный уклон, %	Направление движения автопоезда			
	грузовое		порожнее	
	Скорость, км/ч	Темп, ч/км	Скорость, км/ч	Темп, ч/км
-30	71,1	0,0141	71,1	0,0141
-25	64,0	0,0156	71,1	0,0141
-20	47,1	0,0212	71,1	0,0141
-15	47,1	0,0212	67,6	0,0148
-10	47,1	0,0212	60,0	0,0167
-5	44,2	0,0226	50,0	0,0200
0	36,0	0,0278	47,1	0,0212
5	31,0	0,0323	47,1	0,0212
10	31,0	0,0323	47,1	0,0212
15	29,2	0,0342	47,1	0,0212
20	24,0	0,0417	47,1	0,0212
25	16,25	0,0615	47,1	0,0212
30	16,25	0,0615	47,1	0,0212
35	16,25	0,0615	42,4	0,0236
40	16,25	0,0615	37,7	0,0265
45	16,25	0,0615	31,0	0,0323
50	16,25	0,0615	31,0	0,0323
55	16,0	0,0625	31,0	0,0323
60	14,7	0,0680	31,0	0,0323
65	12,5	0,0800	31,0	0,0323
70	8,98	0,1114	30,6	0,0327
75	8,98	0,1114	28,4	0,0352
80	8,98	0,1114	25,6	0,0391
85	8,98	0,1114	21,4	0,0467
90	8,98	0,1114	16,25	0,0615

Последовательности (5) соответствует последовательность матриц критерия $A_1, A_2 \dots A_k = A_{k+1} = \dots$

Символически процесс стабилизации матрицы A критерия можно представить в виде последовательности воздействия на A некоторого оператора ζ :

$$A_p = \zeta(A_{p-1}), p = 2, 3, \dots, k + 1,$$

где A_1 имеет специальный вид: $\dot{A}_{i_0 j_0} = 0$, $A_{ij} = +\infty$ для всех $(i, j) \neq (i_0, j_0)$.

A_{k+1} в этих обозначениях запишется: $A_{k+1} = \zeta(A_k) = \zeta(\zeta(A_{k-1})) = \dots \zeta^k(A_1)$.

Оператор ζ зависит от точки $V_{i_0 j_0}$ и процедуры определения цен дуг графа G . Для заданной ЦММ при фиксированном типе транспортных средств на вывозке и дорожного покрытия цены определяются автоматически в зависимости от объема вывозимой древесины Q и направления грузового движения τ (τ – задано грузовое направление, τ – негрузовое). С учетом этого можно записать:

$$A_{k+1} = [\zeta(V_{i_0 j_0}, Q, \tau)]^k(A_1) \quad (6)$$

Такая символическая форма записи решения задачи о нахождении оптимального варианта лесовозной автомобильной дороги для вывозки сосредоточенного объема древесины поможет в дальнейшем создать пакет программ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Lawrence C.J. The use Landsat imagery as a basis for materials inventories and terrain maps // *TRRL Suppl.rept*, 2013, №. 690. С. 117-121.
- 2 Skrypnikov A.V., Dorokhin S.V., Kozlov V.G., Chernyshova E.V. Mathematical Model of Statistical Identification of Car Transport Informational Provision // *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017. Т. 12. №. 2, С. 511-515
- 3 Козлов В.Г., Чан Ван Зы, Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Чернышова Е.В. Микроскопические модели движения транспортных потоков при перевозке грузов в агропромышленном комплексе, Воронеж, ВГУИТ, 2015. С. 104-112.
- 4 Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Морковин В.А. Модель режимов движения транспортных потоков на лесовозных автомобильных дорогах // *Лесной журнал*. 2014. № 2 (338). С. 61-67.
- 5 Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Дорохин С.В., Бурмистров В.А. Повышение качества и эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследований их эксплуатационной надежности с применением методов имитационного моделирования. Монография, Воронеж, 2013.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена В. Чернышова аспирант, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elenabok@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена В. Чернышова Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.04.2017

REFERENCES

- 1 Lawrence C.J. The use Landsat imagery as a basis for materials inventories and terrain maps. *TRRL Suppl.rept*, 2013, no. 690. pp. 117-121.
- 2 Skrypnikov A.V., Dorokhin S.V., Kozlov V.G., Chernyshova E.V. Mathematical Model of Statistical Identification of Car Transport Informational Provision. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017. vol. 12. no. 2, pp. 511-515
- 3 Kozlov V.G., Chan Van Zy, Kondrashova E.V., Skvortsova T.V., Chernyshova E.V. Mikroskopicheskie modeli dvizheniya transportnykh potokov pri perevozke gruzov v agropromyshlennom komplekse [A microscopic model of traffic flow for the carriage of goods in the agricultural sector]. Voronezh, VGUIT 2015. 104-112 p. (in Russian).
- 4 Kur'yanov V.K., Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Morkovin V.A. Model modes of traffic on the logging roads. *Lesnoi zhurnal* [Forest magazine]. 2014. no. 2 (338). pp. 61-67. (in Russian).
- 5 Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., S.V., Dorokhin V.A. Povyshenie kachestva i effektivnosti tekhnicheskoi ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv po rezul'tatam issledovaniy ikh ekspluatatsionnoi nadezhnosti s primeneniem metodov imitatsionnogo modelirovaniya. Monografiya [Improving the quality and efficiency of technical operation of motor vehicles by the results of their research of operational reliability with the use of simulation methods. Monograph]. Voronezh 2013. p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena V. Chernyshova graduate student, information security department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elenabok@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena V. Chernyshova Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.29.2017

ACCEPTED 4.28.2017

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.66:664.663.9

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-121-125>

Обоснование рациональной влажности пшеничного хлеба, обогащенного мукой из овсяных отрубей

Елена И. Пономарева¹ elena6815@yandex.ru
Светлана И. Лукина¹
Вячеслав Ю. Кустов¹
Евгения А. Габелко¹ evg.gabelcko2014@yandex.ru

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В настоящее время актуальным является производство продуктов питания не только отвечающих потребностям человека, но и имеющих определенную пищевую ценность и витаминно-минеральный состав, тем самым оказывающих физиологически значимое положительное воздействие на организм человека. Среди хлебобулочной продукции, направленной на улучшение здоровья, лидирует хлеб, производимый с целью контроля веса человека, после него следует хлеб, стимулирующий пищеварительные функции организма. Приоритетным направлением повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий является включение в их рецептуру нетрадиционных видов муки из цельнозерновых зерен злаковых и семян бобовых культур: пшеницы, ржи, овса, гречихи, гороха, нута и других. Использование их в питании улучшает баланс витаминов, аминокислот, макро- и микроэлементов, пищевых волокон и положительно влияет на здоровье человека. Применение муки из овсяных отрубей в производстве хлебобулочных изделий позволит увеличить в них содержание белка, пищевых волокон, минеральных веществ, даст возможность производить комплексное обогащение изделий. В работе представлены исследования по влиянию влажности теста из пшеничной муки первого сорта и муки из овсяных отрубей, полученной дезинтеграционно-волновым помолом, на органолептические, физико-химические показатели свойства теста и готового хлеба. В результате установлена рациональная влажность теста пшеничного хлеба – 46% с дозировкой обогатителя – 7%, обеспечивающая наилучшие показатели качества полуфабриката и изделия. Полученные данные будут способствовать расширению ассортимента хлеба повышенной пищевой ценности придать изделия функциональную направленность, интенсифицировать процесс производства.

Ключевые слова: мука из овсяных отрубей, хлеб из пшеничной муки, влажность теста

Rational moisture of wheat bread enriched with oat bran flour

Elena I. Ponomareva¹ elena6815@yandex.ru
Svetlana I. Lukina¹
Vyacheslav Yu. Kustov¹
Eugeniya A. Gabelko¹ evg.gabelcko2014@yandex.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. At present, the production of food products that satisfy human needs and have a certain nutritional value and vitamin-mineral composition, thereby having a physiologically significant positive effect on the human body, is actual. The priority direction of increasing the nutritional value of bakery products is the addition of non-traditional types of flour from whole-grained cereal grains and seeds of leguminous crops: wheat, rye, oats, buckwheat, peas, chick peas and other in their recipes. Their use in the diet improves the balance of vitamins, amino acids, macro- and microelements, food fibers and has a positive effect on human health. The use of flour from oat bran in the production of bakery foods will increase the content of protein, dietary fiber, minerals, will allow to produce a comprehensive enrichment product. The paper presents research on the influence of the moisture content of the dough of the first grade wheat flour of and oat bran flour, obtained by disintegration-wave grinding on the organoleptic, physico-chemical characteristics properties of dough and finished bread. The results revealed rational moisture content of the wheat bread dough – 46% at a dosage of enrichment – 7%, ensuring the best indicators of semi-finished and ready products quality. With a further increase in moisture in the semi-finished product up to 47%, a decrease in porosity up to 68% occurred, as well as the appearance of the finished product deteriorated. It was found that the maximum specific volume bread with a moisture content of 46% - 245 cm³ / 100 g, a minimum with moisture content of 44% - 230 cm³ / 100 g was characterized. The use of this enrichment enhances the nutritional value of bakery products, widens the assortment of bread for functional purposes, and also intensifies the production process.

Keywords: flour from oat bran, bread from wheat flour, the humidity test

Для цитирования

Пономарева Е.И., Лукина С.И., Кустов В.Ю., Габелко Е.А. Обоснование рациональной влажности пшеничного хлеба, обогащенного мукой из овсяных отрубей // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 121–125. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-121-125

For citation

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Kustov V.Yu., Gabelko E.A. Rational moisture of wheat bread enriched with oat bran flour. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 121–125. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-121-125

Введение

Одной из основных проблем современного питания является создание конкурентоспособных продуктов высокого качества и одновременно полезных для здоровья человека. Важнейшим путем их создания является обогащение недостающими функциональными ингредиентами и разработка новых технологий. В настоящее время хлебобулочные изделия остаются одним из основных продуктов питания. Они служат источником энергии, белка и углеводов и по частоте употребления находятся на одном из первых мест у всех групп населения. Вместе с тем белки хлеба не являются полноценными, в них мало незаменимых аминокислот лизина и метионина, пищевых волокон, невысокое содержание минеральных веществ [1].

Перспективным направлением повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий является включение в их рецептуру натуральных обогатителей, в том числе продуктов переработки овса. Применение муки из овсяных отрубей в производстве хлебобулочных изделий позволит увеличить в них содержание белка, пищевых волокон, минеральных веществ, даст возможность производить комплексное обогащение изделий, расширить их ассортимент [2, 3].

Материалы и методы

Муку из овсяных отрубей (ТУ 9290-371-02068108-2016) на кафедре «Технология хлебопечного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» Воронежского государственного университета инженерных технологий получали путем дезинтеграционно-волнового помола. За счет вращения магнито-держакших дисков дезинтегратора со скоростью 200 с^{-1} за очень короткий промежуток времени в камере возникают синхронизируемые условия взаимодействия поля и овсяных отрубей на атомно-молекулярном уровне. В результате образуются потоки взвешенных частиц, взаимодействующих в пространстве энергетических полей с электрическими и магнитными составляющими. Это обеспечивает механическую активацию сырья и позитивные изменения физико-химического состояния, структуры поверхности частиц муки из овсяных отрубей [4].

Анализ химического состава сырья выявил, что в муке из овсяных отрубей содержится больше белка в 1,5 раза, жира в 5 раз и пищевых волокон в 3 раза (таблица 1) [5, 6].

Таблица 1.

Химический состав муки пшеничной первого сорта и муки из овсяных отрубей

Table 1.

Chemical composition of wheat flour of the first grade and flour from oat bran

Наименование пищевых веществ Name of food substances	Содержание пищевых веществ в муке Content of nutrients in flour	
	пшеничной первого сорта first grade wheat	из овсяных отрубей of oat bran
Белок, г Protein, g	10,6	17,3
Жиры, г Fats, g	1,3	7,03
Углеводы, г Carbohydrates, g	69,0	66,22
Зола, г Ash, g	0,7	2,89
Пищевые волокна, мг Dietary fiber, mg	4,9	15,4
Кальций, мг Calcium, mg	24	58
Фосфор, мг Phosphorus, mg	115	734
Магний, мг Magnesium, mg	44	235
Натрий, мг Sodium, mg	4	4,1
Калий, мг Potassium, mg	176	566
Железо, мг Iron, mg	2,1	5,41
Цинк, мг Zinc, mg	1,01	3,11
Витамин B1, мг Vitamin B1, mg	0,25	1,17
Витамин B2, мг Vitamin B2, mg	0,08	0,22
Витамин B5, мг Vitamin B5, mg	0,5	1,494
Витамин B6, мг Vitamin B6, mg	0,22	0,165
Витамин PP, мг Vitamin PP, mg	2,2	2
Витамин E, мг Vitamin E, mg	1,8	1,01

Влажность теста – одно из его важнейших свойств. Содержание влаги оказывает влияние на все биохимические процессы, протекающие в полуфабрикате, на жизнедеятельность микроорганизмов (дрожжевых грибов и молочнокислых бактерий), и, как следствие, на вкусовые качества получаемого хлеба. Увеличение влажности теста на 1% может повысить выход разных видов хлеба на 2–3%. [7].

Цель работы – определение рациональной влажности теста из муки пшеничной первого сорта с добавлением муки из овсяных отрубей путем исследования органолептических и физико-химических свойств теста и готового изделия.

Тесто готовили влажностью 44–47% (интервал варьирования 1%) из муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, соли поваренной пищевой, дрожжей прессованных хлебопекарных, воды питьевой и муки из овсяных отрубей в количестве 7%.

Полуфабрикат замешивали безопарным способом в тестомесильной машине Labomix1000, далее направляли в термостат для брожения при температуре 30 °С. Из выброженного теста отщипывали куски массой 0,27 кг для выпечки формового хлеба. Разделку и формование производили вручную и отправляли на окончательную расстойку – в расстойный шкаф РТПК-530У при температуре 40 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 80–85% в течение 40 мин. Изделия выпекали в лабораторной электропечи ВНИИХП-6-56 при температуре 215–220 °С с увлажнением в течение 30 мин [8].

В процессе брожения исследовали изменение титруемой кислотности теста методом титрования и газообразующую способность валюмометрическим методом [9]. В готовых изделиях определяли органолептические показатели (поверхность, цвет, форма, пропеченность, пористость, промес, вкус, запах), физико-химические показатели (влажность – по ГОСТ 21094-75, кислотность – по ГОСТ 5670-96, пористость – по ГОСТ 5669-96, удельный объем объемным методом).

Результаты и обсуждения

Изучение изменения титруемой кислотности в процессе брожения теста показало, что с увеличением его влажности, данный параметр возрастал. По окончании процесса брожения кислотность полуфабриката, с влажностью теста 44% была равна 3,5 град, а с влажностью 47% – 4,0 град (рисунок 1).

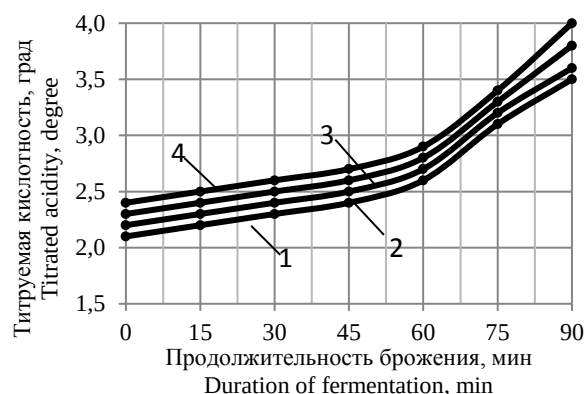


Рисунок 1. Изменение титруемой кислотности в процессе брожения теста в зависимости от его влажности: 1 – 44%; 2 – 45%; 3 – 46%; 4 – 47%

Figure 1. Change in titratable acidity during fermentation of the dough depending on its humidity: 1 – 44%; 2 – 45%; 3 – 46%; 4 – 47%

Это объясняется тем, что с повышением влажности в тесте ускоряются процессы набухания и пептизации белковых веществ в полуфабрикате, которые увеличивают переход веществ в жидкую фазу. За счет интенсификации работы дрожжей с ростом влажности идет накопление кислотореагирующих продуктов (полиненасыщенные жирные кислоты, органические кислоты), что и приводит к росту кислотности теста [10–15].

Выявлено, что в тесте с влажностью 46%, при брожении в течение 90 мин выделилось наибольшее количество диоксида углерода – 495 см³ (рисунок 2).

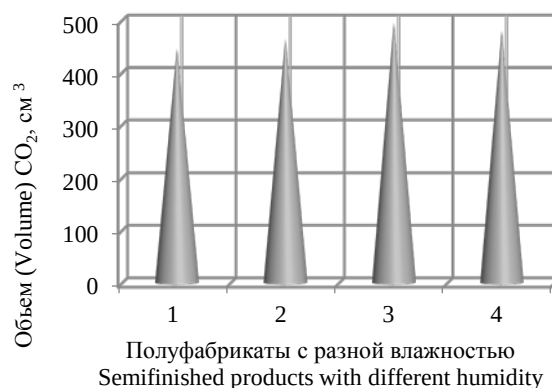


Рисунок 2. Изменение газообразующей способности в тесте в процессе брожения в зависимости от его влажности: 1 – 44%; 2 – 45%; 3 – 46%; 4 – 47%

Figure 2. Change of gas-forming ability in the test during fermentation, depending on its humidity: 1 – 44%; 2 – 45%; 3 – 46%; 4 – 47%

Это объясняется усилением процесса брожения за счет оптимальной влажности для жизнедеятельности дрожжевых клеток и активности ферментов, вносимых с мукой из овсяных отрубей. Однако дальнейшее увеличение влаги приводило к снижению газообразования в тесте.

Анализ качества хлебобулочных изделий с разной влажностью теста проводили через 3 ч после выпечки. Исследования показали, что у готового изделия с влажностью теста 46%, наблюдались наилучшие органолептические и физико-химические показатели (таблица 2). При дальнейшем увеличении влаги в

полуфабрикате до 47%, происходило уменьшение пористости до 68%, а также ухудшал внешний вид готового изделия.

Выявлено, что максимальным удельным объемом характеризовался хлеб с влажностью теста 46% – 245 см³/100 г., минимальным с влажностью 44% – 230 см³/100 г. (рисунок 3).

Таблица 2.

Влияние влажности теста на качество хлеба

Table 2.

Effect of dough humidity on bread quality

Показатели качества	Значение показателей качества хлеба в зависимости от влажности теста, % Value of bread quality indicators depending on dough humidity, %			
	44	45	46	47
Органолептические показатели Organoleptic indicators				
Внешний вид: Appearance:				
поверхность surface	Без крупных трещин подрывов, также сколов или надразов Without large cracks in the blasting, also nail or cuts			Бугристая поверхность Rumpy surface
цвет colour	Светло-коричневый Light brown	Светло-коричневый Light brown	Светло-коричневый Light brown	Коричневый
Форма The form	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка Appropriate bread form, which was baked			
Состояние мякиша: пропеченность Crumb condition:baked	Пропеченный, невлажный на ощупь. Эластичный, после легкого надавливание пальцами мякиш принимает первоначальную форму Baked, not wet to the touch. Elastic, after light pressing the fingers of the crumb takes the original form			
пористость porosity	Развитая, без пустот и уплотнений Developed, without voids and seals			
промес Promes	Без комочков и следов непомеса Without lumps and traces of impurities			
Вкус Taste	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса Native to this type of product, without foreign taste			
Запах Smell	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха Characteristic of this type of product, without foreign smell			
Физико-химические показатели Physical and chemical indicators				
Влажность (moisture), %	43,0	44,0	45,0	46,0
Кислотность (Acidity), град	3,0	3,4	3,6	3,8
Пористость (porosity), %	65,0	66,0	70,0	68,0

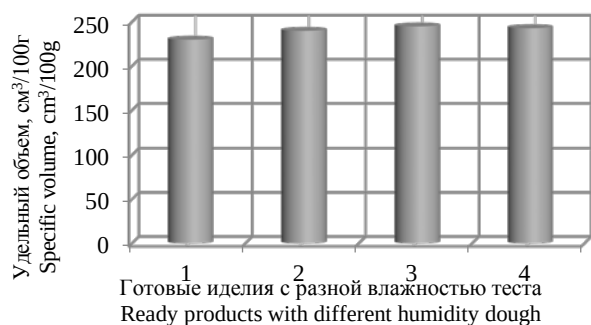


Рисунок 3. Изменение удельного объема готового хлеба в зависимости от влажности теста: 1 – 44%; 2 – 45%; 3 – 46%; 4 – 47%

Figure 3. Change in the specific volume of finished bread, depending on the dough moisture: 1 – 44%; 2 – 45%; 3 – 46%; 4 – 47%

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Об отраслевой целевой программе Развитие хлебопекарной промышленности РФ на 2014–2016 гг. // Хлебопродукты. 2014. № 5. С. 8.
- 2 Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. 9 е изд.; перераб. и доп. / Под общ. ред. Л.И. Пучковой. и доп. СПб: Профессия, 2011. 416 с.

Заключение

Экспериментальными данными доказано, что приготовленный хлеб из пшеничной муки с добавлением муки из овсяных отрубей с влажностью теста 46% обладал наилучшими показателями качества. Кроме того, применение данного обогатителя способствует повышению пищевой ценности хлебобулочных изделий и расширению ассортимента хлеба функционального назначения.

- 3 Древин А.В., Таранова Е.С. Нетрадиционное сырье для производства хлебобулочных изделий функционального назначения // Хлебопечение России. 2016. № 1. С. 20–21.

- 4 Пономарева Е.И., Застрогина Н.М., Шторх Л.В. Практические рекомендации по совершенствованию технологий и ассортимента функциональных хлебобулочных изделий, Воронеж, ВГУИТ, 2014. 290 с.

5 Калорийность. Пшеничная мука первого сорта. Химический состав и пищевая ценность, <http://health-diet.ru>

6 Мука из овсяных отрубей, <http://oblepiha.com>

7 Влияние влажности теста на хлебопекарные свойства, <http://www.pudov.ru>

8 Пономарева Е.И., Воропаева О.Н., Грибоедова А.А. Выбор рационального способа приготовления хлеба повышенной пищевой ценности // Хлебопродукты. 2014. № 12. С. 62–63.

9 Пономарева Е.И., Лукина С.И., Н.Н., Малюткина Т.Н., Воропаева О.Н. Практикум по технологии отрасли (технология хлебобулочных изделий), СПб: Лань, 2016. 316 с.

10 Пашенко Л.П., Жаркова И.М. Технология хлебопекарного производства, СПб.: Лань, 2014. 672 с.

11 Đukić D. A. et al. Effect of bread dough mixing method on rye bread quality // Acta Periodica Technologica. 2014. № 45. С. 11–22.

12 Urga K., Fite A., Biratu E. Effect of natural fermentation on nutritional and antinutritional factors of tef (Eragrostis tef) // The Ethiopian Journal of Health Development (EJHD). 2017. Т. 11. №. 1.

13 Gamel T. H., Abdel-Aal E. S. M., Tosh S. M. Effect of yeast-fermented and sour-dough making processes on physicochemical characteristics of β -glucan in whole wheat/oat bread // LWT-Food Science and Technology. 2015. Т. 60. №. 1. С. 78–85.

14 Oduro-Yeboah C. et al. Steeping time and dough fermentation affect the milling behaviour and quality of white kenkey (nsiho), a sour stiff dumpling prepared from dehulled maize grains // Journal of Cereal Science. 2016. Т. 69. С. 377–382.

REFERENCES

1 On the sectoral targeted programme the Development of the baking industry of Russia in 2014–2016. *Khleboprodukty* [Bread]. 2014. no. 5. pp. 8. (in Russian).

2 Auerman L.Ya. Tekhnologiya khlebopekamogo proizvodstva [The technology of bread production: textbook, 9 ed.]. St. Petersburg, Professiya, 2011. 416 p. (in Russian).

3 Drevin A.V., Taranova E.S. Non-traditional raw materials for the production of bakery products functional purpose. *Khlebopechenie Rossii* [Bakery Russia]. 2016. no. 1. pp. 20–21. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена И. Пономарева д. т. н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный инженерный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, elena6815@yandex.ru

Светлана И. Лукина к. т. н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный инженерный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия,

Вячеслав Ю. Кустов инженер, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный инженерный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия,

Евгения А. Габелко студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный инженерный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, evg.gabelcko2014@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 15.12.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.03.2017

4 Ponomareva E.I., Zastrogina N.M., Shorkh L.V. Prakticheskie rekomendatsii po sovershenstvovaniyu tekhnologii i assortimenta funktsional'nykh khlebobulochnykh izdelii [Practical recommendations to improve the technology and range of functional bakery products]. Voronezh, VGUIT 2014. 290 p. (in Russian).

5 The calorie content. Wheat flour of the first grade. Chemical composition and food sites, <http://health-diet.ru> (in Russia)

6 Flour from oat bran, <http://oblepiha.com> (in Russia)

7 The influence of dough humidity on baking properties, <http://www.pudov.ru> (in Russia)

8 Ponomareva E.I., Voropaeva O.N., Griboedova A.A. The choice of rational method of making bread high nutritional value. *Khleboprodukty* [Bread]. 2014. no. 12. pp. 62–63. (in Russian).

9 Ponomareva E.I., Lukina S.I., N.N., Malyutina T.N., Voropaeva O.N. Praktikum po tekhnologii otrasli (tekhnologiya khlebobulochnykh izdelii) [Workshop on the technology industry (bakery products)]. St. Petersburg, Lan', 2016. 316 p. (in Russian).

10 Pashchenko L.P., Zharkova I.M. Tekhnologiya khlebopekamogo proizvodstva. [Technology of baking production]. St. Petersburg, Lan', 2014. 672 p. (in Russian).

11 Đukić D. A. et al. Effect of bread dough mixing method on rye bread quality. *Acta Periodica Technologica*. 2014. no. 45. pp. 11–22.

12 Urga K., Fite A., Biratu E. Effect of natural fermentation on nutritional and antinutritional factors of tef (Eragrostis tef). *The Ethiopian Journal of Health Development (EJHD)*. 2017. vol. 11. no. 1.

13 Gamel T. H., Abdel-Aal E. S. M., Tosh S. M. Effect of yeast-fermented and sour-dough making processes on physicochemical characteristics of β -glucan in whole wheat/oat bread. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. vol. 60. no. 1. pp. 78–85.

14 Oduro-Yeboah C. et al. Steeping time and dough fermentation affect the milling behaviour and quality of white kenkey (nsiho), a sour stiff dumpling prepared from dehulled maize grains. *Journal of Cereal Science*. 2016. vol. 69. pp. 377–382.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena I. Ponomareva doctor of technical sciences, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, elena6815@yandex.ru

Svetlana I. Lukina candidate of technical sciences, associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

Vyacheslav Yu. Kustov engineer, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

Eugeniya A. Gabelko student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, evg.gabelcko2014@yandex.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.15.2016

ACCEPTED 3.30.2017

Разработка технологии деликатесной подкопченной продукции из тресковых рыб с использованием ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio*

Евгения Б. Шкуратова¹ shkuratovaeb@yandex.ru
Юлия В. Шокина¹ shokinayuv@mstu.edu.ru
Вячеслав А. Мухин² vmukhin@pinro.ru

¹ Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13 г. Мурманск, 183010, Россия

² Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии, ул. Академика Книповича, 6, г. Мурманск, 183038, Россия

Реферат. На кафедре технологий пищевых производств Мурманского государственного технического университета разработана технология производства подкопченной рыбной продукции с использованием дымовоздушной смеси, вырабатываемой в инфракрасном дымогенераторе в условиях низкотемпературного пиролиза древесных опилок с начальной влажностью от 40 до 60% и насыпной плотностью от 104 до 154 кг/м³. Способ получения копильного дыма и его аппаратное оформление позволяют надежно контролировать температуру получения дымовой копильной среды, что гарантирует минимальное содержание в ней опасных для здоровья человека полиароматических углеводородов (ПАУ). Разработанная технология предусматривает короткий цикл собственного дымового копчения посоленного полуфабриката – рыбного филе и позволяет получать готовую продукцию с прекрасными органолептическими свойствами. При этом содержание ПАУ в готовой продукции менее 0,0002 мкг/кг, что существенно ниже предельно допустимых концентраций (ПДК) согласно требованиям СанПиН 2.3.2.1078 (менее 0,001 мг/кг продукции) и согласно требованиям ТР ТС 021/2011 (0,005 мг/кг продукции). Данная технология более 10 лет успешно внедрена в производство на рыбоперерабатывающих предприятиях Мурманской области. Однако проведенные маркетинговые исследования показали, что рынок копченой рыбы в Мурманской области отличается узким ассортиментом, характеризуется высоким коэффициентом устойчивости и низким коэффициентом новизны ассортимента, что негативно влияет на потребительский спрос и снижает конкурентоспособность региональных предприятий-производителей копченой продукции. Для решения этой проблемы предложено расширить ассортимент деликатесной рыбной подкопченной продукции за счет использования нетрадиционного для технологии копчения сырья – филе тресковых рыб (сайды, пикши, трески). Для улучшения потребительских свойств готовой продукции, в частности, для улучшения показателя «консистенция» и «сочность» предложено использовать на этапе посола полуфабриката ферментный препарат из гепатопанкреаса краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*), добавляемый в тузлук плотностью от 1,18 до 1,2 г/см³ в дозировке 0,04%, время выдержки полуфабриката в тузлуке 15 минут. Проведено обоснование способа внесения ферментного препарата в тузлук, оптимальной рабочей концентрации препарата в тузлуке, температуры тузлука в процессе посола и длительности выдержки филе тресковых рыб в тузлуке с ферментным препаратом. При оптимизации технологических режимов посола с ферментным препаратом использован метод нечеткого моделирования, реализованный в программной среде MatLab.

Ключевые слова: подкопченная рыба, посол, ферментный препарат, гепатопанкреас краба-стригуна опилио, деликатесные свойства

Development of technology for gourmet smoked products from cod species using enzyme preparation from hepatopancreas of snow crab *Chionoecetes opilio*

Evgenya B. Shkuratova¹ shkuratovaeb@yandex.ru
Yulia V. Shokina¹ shokinayuv@mstu.edu.ru
Vyacheslav A. Mukhin² vmukhin@pinro.ru

¹ Murmansk state technical university, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia

² Knipovich polar research institute of marine fisheries and oceanography, akademika Knipovicha str, 6, Murmansk, 183038, Russia

Summary. At the Food Production Department of Murmansk State Technical University (MSTU) was developed a technology of production of smoked fish products with the use of air-flue mixture, produced in an infrared smoke generator under conditions of low-temperature pyrolysis of wood chips with an initial moisture content of 40 to 60% and a bulk density of from 104 to 154 kg/m³. A method of producing smoke and its hardware design enabled to securely control the temperature of the smoke receiving smoking environment, which guarantees a minimum content of threat to human health of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). The developed technology involves short cycle smoked salted semi – fish fillets and allows to obtain finished products with excellent

Для цитирования

Шкуратова Е.Б., Шокина Ю.В., Мухин В.А. Разработка технологии деликатесной подкопченной продукции из тресковых рыб с использованием ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio* // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 126–137. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-126-137

For citation

Shkuratova E.B., Shokina Yu.V., Mukhin V.A. Development of technology for gourmet smoked products from cod species using enzyme preparation from hepatopancreas of snow crab *Chionoecetes opilio*. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 126–137. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-126-137

organoleptic properties. The content of PAHs in finished products less than 0.0002 microgram/kg, which is significantly below the maximum permissible concentrations (MPC) according to the requirements of SanPiN 2.3.2.1078 (less than 0.001 mg/kg product) and according to the requirements of TR CU 021/2011 (0.005 mg/kg product). This technology successfully implemented in production at fish processing plants in Murmansk region. However, marketing research has shown that the market for smoked fish in the Murmansk region is characterized by a narrow range, which affects consumer demand and reduces the competitiveness of the regional enterprises-manufacturers of smoked products. To solve this problem it is offered to expand the range of smoked fish products due to use of non-traditional Smoking techniques raw materials – fillet of cod fish (saithe, haddock, cod). To improve consumer properties of products, in particular, to improve the indicator of “consistency: and “juiciness” of the proposed use on the stage of the salting of prefabricated enzyme preparation from hepatopancreas of snow crab (*Chionoecetes opilio*), added to brine with density of 1.18 to 1.2 g/cm³ at a dosage of 0.04%, the curing time of the mix in the brine for 15 minutes. When optimizing technological regimes of the salting process with the enzyme preparation we used the method of fuzzy modeling implemented in the MatLab calculating software.

Keywords: smoked fish, salting, enzyme preparation, hepatopancreas of snow crab, *opilio*, specialty properties

Введение

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2020 года [1] ставит перед рыбной отраслью цель повышения конкурентоспособности и создания условий для импортозамещения в отношении социально значимых продуктов. Достижения этой цели в ближайшее время требует:

- внедрения биотехнологий, технологий замкнутого цикла с более эффективной выработкой целевого продукта, с сокращением потерь сырья, направленного на повышение степени переработки сырья, расширение ассортимента выпускаемой пищевой продукции и решение экологических проблем отрасли;

- внедрения системы интегрального контроля показателей качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов на этапах переработки, транспортирования и хранения.

В контексте решения указанных задач на кафедре «Технологии пищевых производств» Мурманского государственного технического университета разработана технология деликатесного подкопченного рыбного филе повышенной канцерогенной безопасности. Новая технология является усовершенствованным вариантом ранее разработанной там же технологии подкопченной рыбы [2].

Общим для указанных технологий является использование дымовоздушной смеси (ДВС), вырабатываемой инфракрасным дымогенератором усовершенствованной конструкции повышенной энергоэффективности (ИК ДГ-2у-э) [3].

Аппарат позволяет вести процесс дымообразования в условиях низкотемпературного (до 450 °С) пиролиза древесных опилок с развитой удельной поверхностью и высоким начальным влажосодержанием, что обеспечивает получение ДВС с хорошими функционально-технологическими свойствами (оптической плотностью от 0,2 до 0,45 Б, влажосодержанием от 55 до 65% и температурой на выходе из дымогенератора в широком диапазоне) и минимальным содержанием канцерогенных полиароматических углеводородов [3].

Ранее [2] проведенным исследованием подкопченной рыбы, изготовленной по схеме дымового копчения коротким циклом (от 6 до 8 часов – до набора необходимых органолептических свойств) ДВС от ИК ДГ-2у-э, определено содержание в ней 3,4-бензпирена. Эксперименты показали, что массовая доля этого соединения в продукции составляет менее 0,0002 мкг/кг, что на порядки меньше ныне действующих ПДК, установленных нормативными актами Российской Федерации – СанПиН 2.3.2.1078 (менее 0,001 мг/кг) [5] и ТР ТС 021/2011 (менее 0,005 мг/кг) [6], и подтверждает ее высокую канцерогенную безопасность.

С учетом этого, расширение ассортимента безопасной рыбной продукции массового потребления с улучшенными органолептическими свойствами на основе использования нетрадиционных для копчения видов рыбного сырья, а также применения ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio* для улучшения консистенции готовой продукции [4], представляет собой актуальную цель проведенного исследования.

Материалы и методы

В качестве сырья предложено использовать филе тресковых рыб – трески атлантической, сайды и пикши, характеризующееся весьма низкой массовой долей жира (около 1,0%).

Целесообразность такого решения обоснована по результатам проведенного маркетингового исследования, в ходе которого был оценен рынок региональной розничной торговли (г. Мурманск и область), а также изучены потребительские предпочтения в отношении изучаемой категории рыбных товаров – копченой рыбы. В ходе исследования были применены общепринятые методы – полевые исследования рынка на базе предприятий розничной торговли – супер- и гипермаркетов крупных торговых сетей «О'кей», «Евророс», «Лента», «Магнит», «Семья», «Спар», «Твой», «Пятерочка», представленных в регионе; опрос потребителей в форме письменного анкетирования [7].

За период наблюдений – с января 2016 года по январь 2017 года – безусловными лидерами розничного регионального рынка копченой рыбы с совокупной долей более 60% являются два вида продукции – сельдь атлантическая неразделанная холодного копчения и скумбрия обезглавленная потрошенная холодного копчения. На все остальные наименования товаров в ассортиментной группе «копченая рыба», учитывающие разнообразие видов разделки, особенностей обработки (с учетом подкопченной продукции, продукции холодного и горячего копчения, в том числе замороженной для продления срока годности) приходится менее 40%.

Величина коэффициента новизны ассортимента для товарной группы «копченая рыба» составляет менее 0,2 за период наблюдения, а коэффициент устойчивости – более 0,8 за тот же период, что свидетельствует о слабой обновляемости и чрезвычайной узости ассортимента копченой рыбы в регионе.

Письменное анкетирование потребителей показало, что именно узость ассортимента копченых рыбных товаров является сегодня основным фактором, вызывающим недовольство потенциальных покупателей и сдерживающим потребительский спрос на эти товары в регионе. Кроме того, существенно снижается конкурентоспособность малых рыбоперерабатывающих предприятий, на которых в основном сосредоточено копильное производство [8].

При этом в Мурманской области имеются не используемые в полной мере возможности для вовлечения широкого перечня добываемого рыбного сырья в производство копченой продукции [9].

В связи с этим использование нетрадиционного для производства копченой рыбы сырья – филе тресковых рыб после обработки ферментным препаратом для улучшения органолептических свойств готовой продукции, прежде всего, для получения сочной и нежной консистенции, характерной для продукции холодного копчения из сельди и скумбрии, представляется обоснованным и целесообразным.

Среди ФП, используемых для стимулирования созревания слабосозревающих рыб, известны препараты микробного (например, на основе культур *Bacillus subtilis*), животного происхождения и препараты, получаемые из внутренностей рыб. К последним относится широко известный ФП «Океан» из внутренних органов сельди, скумбрии, балтийской кильки и др., являющихся отходами консервного производства, разработанный в АтлантНИРО [10].

Применение в качестве стимулирования созревания ФП микробиологического происхождения и препаратов из тканей теплокровных животных чаще всего способствует появлению лишь признаков созревания и не обеспечивает в полной мере формирования «букета» созревшей рыбы [11].

Перспективным направлением представляется использование ФП, получаемых из пищеварительных органов морских беспозвоночных, которые являются отходами промысла и переработки, и используются лишь частично [12]. Подобные препараты могут быть использованы, в частности, в пищевой промышленности для получения белковых гидролизатов [13] или для созревания слабосозревающей продукции из гидробионтов [14].

Краб-стригун *Chionoecetes opilio*, как и камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* является промысловым видом ракообразных, но способ комплексной переработки отходов от разделки крабов разработан только для последнего.

Как отмечалось выше, внутренние органы беспозвоночных практически не используются, хотя по массе могут составлять до 90% от объема вылова и быть довольно дешевым сырьем для получения высокоактивных ФП.

В качестве материала для получения ФП предложено использовать гепатопанкреас краба *Chionoecetes opilio*, выловленного в водах Баренцева моря (рисунок 1).



Рисунок 1. Краб-стригун *Chionoecetes opilio*

Figure 1. Crab Stringer *Chionoecetes opilio*

Замороженное сырье хранили при температуре минус 25 °С. Гомогенизацию проводили в несколько этапов – трехкратно замораживали (до температуры в центре минус 20 °С) и затем дефростировали (до температуры в центре 5 °С) с предварительным измельчением тканей на гомогенизаторе. Порошковые ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна получали путем осаждения белковых веществ трехкратным промыванием чистым холодным ацетоном. На рисунке 2 представлена технологическая схема получения ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна.

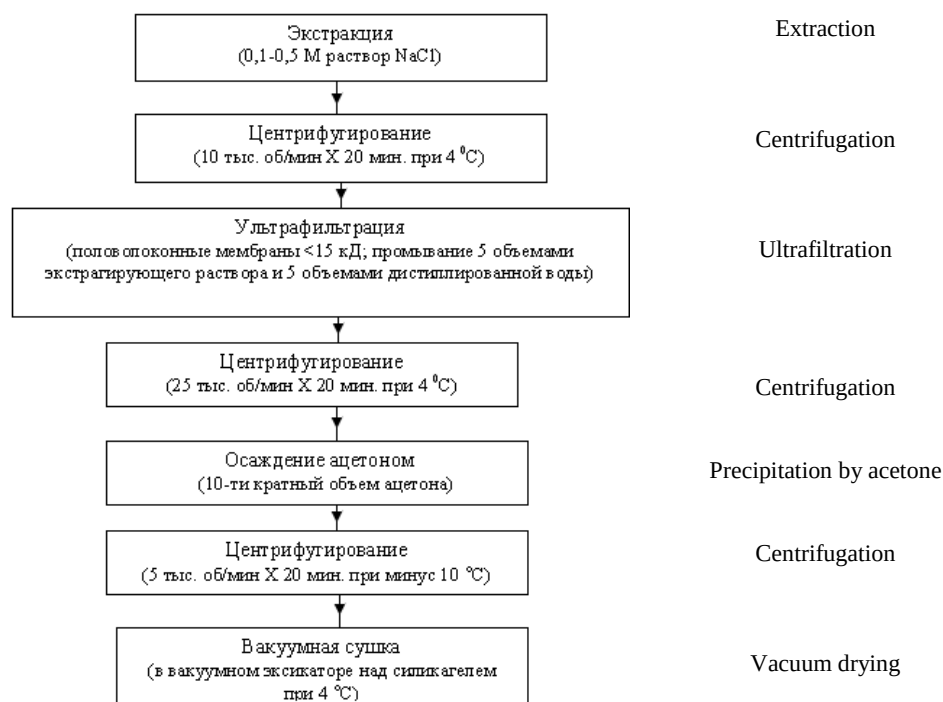


Рисунок 2. Технологическая схема выделения и очистки комплекса протеиназ из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio*

Figure 2. Technological scheme of isolation and purification of a complex of proteinases from hepatopancreas of snow crab *Chionoecetes opilio*

Получаемый порошкообразный ФП имеет молочный цвет.

Присутствие протеолитической активности в ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна было зафиксировано в той или иной степени при всех значениях pH [15], что не противоречит литературным данным в отношении ФП из гепатопанкреаса камчатского краба [16].

Препарат проявляет максимальную протеолитическую активность в нейтральной и слабощелочной зоне pH (от 7,0 до 8,5) с пиком активности при pH 7 и температуре инкубации 50 °C (температурный оптимум). При кислых значениях pH (от 2,5 до 4,0) активность препарата составляет порядка от 7,0 до 16,0% от максимально проявляемой активности. При повышении температуры инкубационной среды свыше 60 °C отмечается снижение активности, что, вероятно, обусловлено температурной денатурацией ферментов. Отдельно следует отметить присутствие некоторой активности протеиназ ФП при температуре от 5 до 15 °C, при pH равном 7.

С точки зрения технологии и микробиологического контроля, присутствие активности ФП при низких значениях температур (от 5 до 15 °C) представляется практичным, поскольку позволяет значительно замедлить развитие микрофлоры, в том числе и патогенной.

Разработанная технология деликатесного подкопченного рыбного филе тресковых рыб включает в себя основные стадии технологии подкопченной рыбы (рисунок 3, сплошная линия) [4] и новые операции, связанные с использованием ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (рисунок 3, пунктирная линия).

К основным технологическим параметрам посола, влияющим на органолептические свойства готового продукта и его сохранность, относятся – концентрация ФП в тузлуке и длительность посола [14]. Остальные параметры технологического процесса, в том числе параметры посола приняты на основе действующей ТИ к ТУ 9263-003-00471633-06 «Рыба подкопченная. Технические условия». Температура тузлука составляла 13 ± 2 °C, плотность тузлука – от 1,18 до 1,20 г/см³, соотношение солевого раствора и рыбного филе – не менее 2:1, высота слоя филе в посольной емкости – не более 0,8 м. Во время просаливания филе периодически перемешивали с тузлуком для обеспечения равномерного распределения соли по толщине филе.

Подкапчивание филе проводили в копильной камере после подсушки ДВС, вырабатываемой ИК ДГ-2у(э). Температура ДВС составляла от 24 до 26 °C, относительная

влажность – от 55 до 60%. Продолжительность обработки филе в копильной камере составляла от 6 до 8 часов – до набора требуемых

органолептических показателей (внешний вид и цвет поверхности филе).

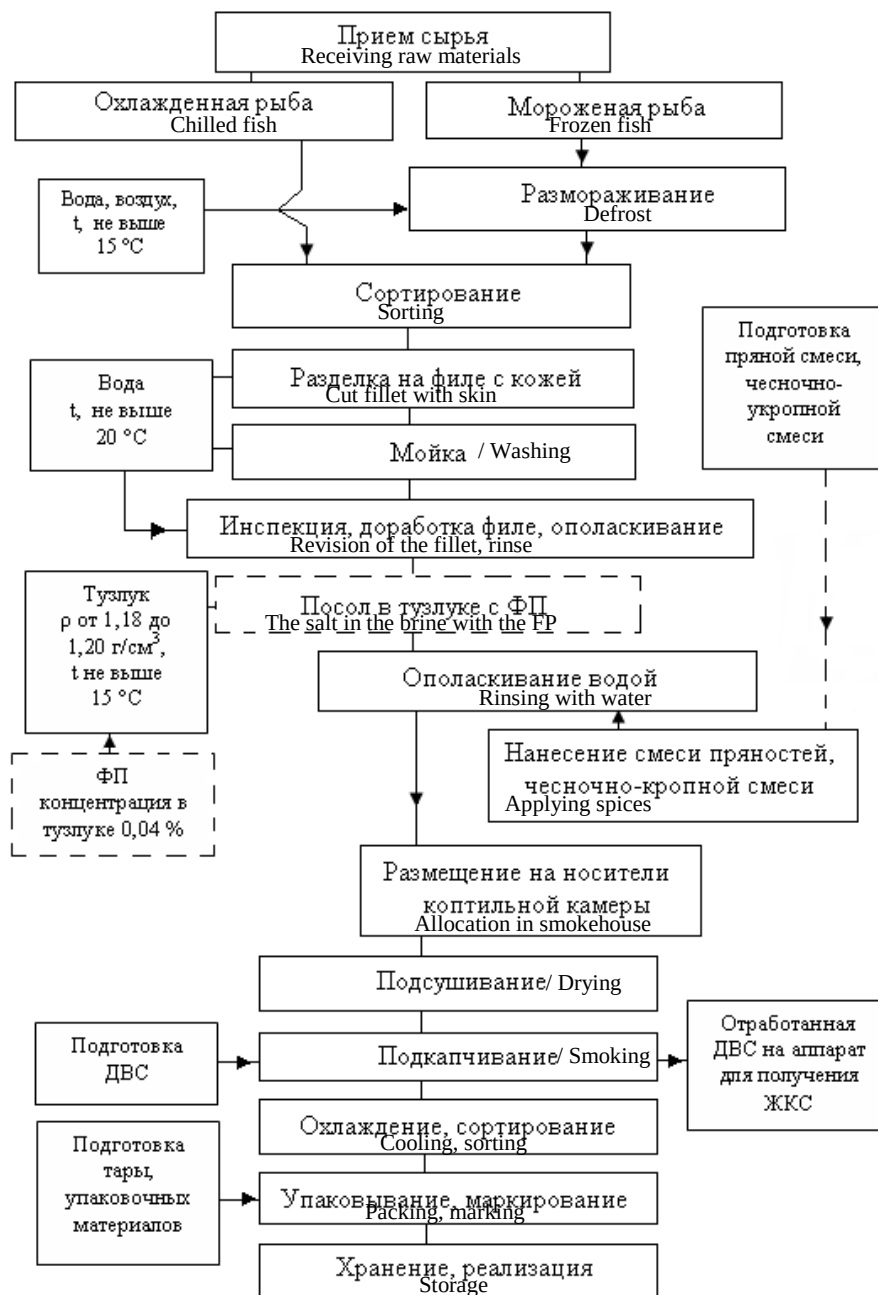


Рисунок 3. Технологическая схема изготовления деликатесного подкопченного филе тресковых рыб с использованием ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio*

Figure 3. Technological scheme of production of gourmet lightly smoked fillet of cod fish with the use of FP from hepatopancreas of snow crab *Chionoecetes opilio*

Оптимизацию технологических параметров посола проводили с использованием метода нечеткой логики в программной среде MatLab [17]. Этот метод идеально подходит для анализа процесса при помощи математического аппарата, в случае, когда оценка экспериментальных

данных (а именно, органолептических свойств подкопченного филе) не может быть абсолютно объективно представлена в явной числовой форме и носит субъективный характер.

Применение системы нечёткого вывода включало ряд процедур подготовки и обработки данных [17]:

1. планирования и постановки экспериментальных исследований;

2. обработки массива экспериментальных данных для формулирования правил работы системы. На данном этапе использована программа Clustering, входящая в пакет MatLab, которая обеспечивает кластеризацию набора экспериментальных данных с выявлением чётких кластеров, используемых для формулировки правил функционирования системы;

3. построение системы с использованием модуля Fuzzy Logic Toolbox, входящего в пакет MatLab.

Влияющими факторами определены: концентрация ФП в тузлуке, % (первая входная переменная поименована как «concentraciya», интервал варьирования в ходе экспериментов от 0,02% до 0,06% с шагом 0,01%); длительность выдержки (посола) филе в тузлуке с ФП, мин (вторая входная переменная поименована как «vremya», интервал варьирования в ходе экспериментов от 10 до 20 минут с шагом в 2,5 минуты).

В качестве функции отклика принята органолептическая оценка деликатесного подкопченного филе тресковых рыб по разработанной 5-тибалльной шкале (третья выходная переменная поименована как «organoleptica»). Желательный диапазон этой оценки по результатам предварительных экспериментов ограничен от 3,5 до 5 баллов, что полностью соответствует требованиям разработанного проекта ТУ «Филе тресковых рыбы подкопченное деликатесное. Технические условия». Критерием оптимизации принято достижение максимально возможной органолептической оценки готовой продукции для выбранных диапазонов значений влияющих факторов.

Для лингвистической оценки всех трех переменных использованы 5 термов с симметричными гауссовскими функциями принадлежности [17].

Для оценки первой входной переменной использованы соответственно 5 наименований термов уровня концентрации ФП – «nizkiy», «neochennizkiy», «sredniy», «neochenvisoki» и «visoki», соответствующие «низкому» (0,02%), «не очень низкому» (0,03%), «среднему» (0,04%), «не очень высокому» (0,05%) и «высокому» (0,06%) уровню концентрации.

Для оценки второй входной переменной использованы соответственно наименования термов длительности посола – «malo», «neochenmalo», «srednie», «neochendolgo» и «dolgo», соответствующие «малой» (10 минут), «не очень малой» (12,5 минут), «средней» (15 минут), «не очень долгой» (17,5 минут) и «долгой» (20 минут) длительности процесса.

Для оценки третьей выходной переменной использованы соответственно наименования термов обозначающих уровень органолептической оценки готовой продукции – «ocennegelatelniy», «neocennegativniy», «yдовлетvoritelniy», «normalniy» и «ochengelatelniy», соответствующие «очень нежелательной» (3,5 балла), «не очень желательной» (3,875 балла), «удовлетворительной» (4,25 балла) «нормальной» (4,625 балла) и «очень желательной» (5 баллов) оценке (градация условна – для выбранного и субъективно наиболее желательного диапазона значений органолептической оценки продукции).

На основе экспериментальных данных и сенсорного анализа изготовленных образцов подкопченного филе трески атлантической сформулированы следующие 15 правил:

1. если концентрация ФП «средняя», то органолептика «удовлетворительная» с весомостью правила 1;

2. если концентрация ФП «не очень высокая», то органолептика «не очень желательная» с весомостью правила 0,9;

3. если концентрация ФП «высокая», то органолептика «удовлетворительная» с весомостью правила 1;

4. если длительность посола с ФП «средняя», то органолептика «удовлетворительная» с весомостью правила 1;

5. если длительность посола с ФП «малая», то органолептика «не очень желательная» с весомостью правила 1;

6. если длительность посола с ФП «долгая», то органолептика «удовлетворительная» с весомостью правила 1;

7. если длительность посола с ФП «не очень малая», то органолептика «удовлетворительная» с весомостью правила 0,9;

8. если длительность посола с ФП «не очень долгая», то органолептика «нормальная» с весомостью правила 0,9;

9. если концентрация ФП «высокая» и длительность посола с ФП «не очень малая», то органолептика «не очень желательная» с весомостью правила 0,8;

10. если концентрация ФП «низкая» и длительность посола с ФП «не очень малая», то органолептика «не очень желательная» с весомостью правила 0,8;

11. если концентрация ФП «средняя» и длительность посола с ФП «не очень малая», то органолептика «удовлетворительная» с весомостью правила 0,8;

12. если концентрация ФП «низкая», то органолептика «очень нежелательная» с весомостью правила 1;

13. если концентрация ФП «не очень низкая», то органолептика «очень нежелательная» с весомостью правила 0,8;

14. если концентрация ФП «высокая» и длительность посола с ФП «малая», то органолептика «не очень желательная» с весомостью правила 1,0;

15. если концентрация ФП «не очень низкая» и длительность посола «не очень малая», то органолептика «удовлетворительная» с весомостью правила 0,8.

Результаты и обсуждение

На рисунке 4 приведена визуализация нечёткого логического вывода при моделировании

процесса посола филе трески с ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio*. Из рисунка видно, что максимальная возможная органолептическая оценка подкопченного филе в 4,25 балла достигается при посоле в тузлуке с концентрацией ФП 0,04% в течение 15 минут.

В программном пакете Matlab результаты моделирования удобно представлять в графическом виде – в виде поверхности отклика, четко демонстрирующей наличие максимума. Для оптимизации технологических параметров процесса посола филе трески атлантической с ФП результаты представлены на рисунке 5.

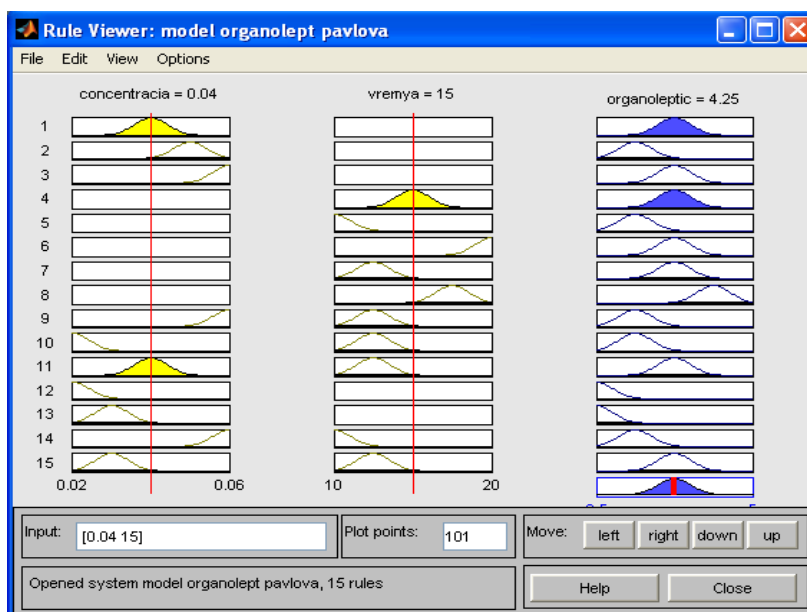


Рисунок 4. Визуализация нечеткого вывода (в Rule Viewer MatLab)

Figure 4. Visualization of fuzzy inference (Rule Viewer MatLab)

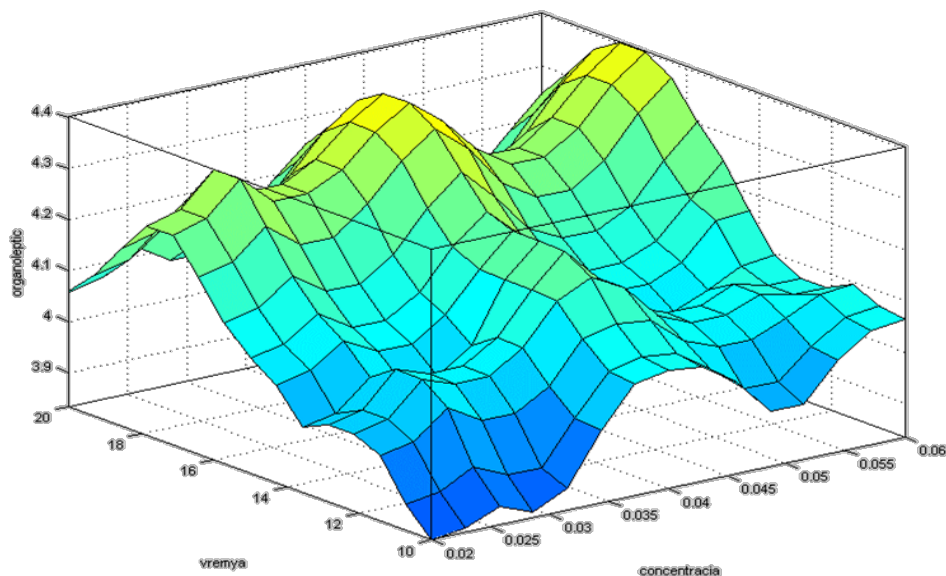


Рисунок 5. Поверхность отклика (Surface Viewer) для модели процесса посола филе трески атлантической с ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio*

Figure 5. The surface response (Surface Viewer) for the model of the process of salting cod fillet Atlantic with AF from hepatopancreas of snow crab *Chionoecetes opilio*

Дальнейшие исследования проводили с целью изучить биохимические изменения в деликатесном филе тресковых рыб в процессе хранения и предварительно обосновать срок годности продукции.

Опытные партии продукции, упакованной в пакеты из полимерных материалов (без вакуума) хранили при температуре от 4 до 6 °С (основной температурный режим). Длительность исследования составила 26 суток с учетом предполагаемого срока годности 20 суток с коэффициентом запаса 1,3 согласно требованиям МУК 4.2.1847-04.4.2.

График исследований биохимических и микробиологических изменений продукции составлен с учетом требований МУК 4.2.1847-04.4.2 и представлен в таблице 1.

Таблица 1.

График исследований по гигиеническому обоснованию сроков годности деликатесного подкопченного филе тресковых рыб

Table 1.

The schedule of the research on the hygienic substantiation of the shelf life of delicatessen smoked fillet cod fish

Предполагаемый срок годности (The estimated shelf life)	Периодичность контроля – контрольные точки проведения исследований (The frequency of the control – checkpoint research)			
	сутки хранения (day of storage)			
20	0	10	20	26

В перечень исследуемых включены показатели, характеризующие биохимические изменения, формирующих потребительские свойства готовой продукции (таблица 2).

Приведенные в таблице 2 показатели определяли следующими методами:

— органолептические показатели – по разработанной 5-тибалльной шкале в ходе расширенных дегустаций опытных партий подкопченной продукции, изготовленной в лаборатории современных технологий переработки гидробионтов кафедры технологий пищевых производств МГТУ;

— показатель аминного азота (АА, мг%) – методом формольного титрования водной вытяжки из продукта после осаждения в ней белков 20%-ной трихлоруксусной кислотой (ТХУ); за окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое значение результатов трех параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не превышали 0,2%, вычисление проводили до третьего десятичного знака;

— показатель общего азота (ОА, %) и небелкового азота (НБА, %) – методом Кьельдаля на аппарате Selecta Bloc Digest и на установке Pro-Nitro A, перед минерализацией в пробе на НБА – водной вытяжке из продукта – проводилось осаждение белков 20%-ной ТХУ с последующей фильтрацией;

— показатель водоудерживающей способности (ВУС, %) – прессовым методом;

— показатель усилия резания (УР, г) – на приборе «Food Checker» рабочий орган – нож, глубина проникновения индентора 10 мм, сечение образца по величине нагрузки 10 мм;

— водородный показатель (рН) – в водной вытяжке из продукта потенциометрически с помощью рН-метра; за окончательный результат показателя принимали среднее арифметическое значение результатов трех параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не превышали 0,1 рН.

Таблица 2.

Перечень исследуемых показателей, характеризующих биохимические и микробиологические изменения в готовой продукции (деликатесном подкопченном филе тресковых рыб)

Table 2.

The list of studied indicators of biochemical and microbiological changes in the finished product (delicious lightly smoked fillet of cod fish)

Показатель Indicator	Сутки хранения Day of storage			
	0	10	20	26
Органолептические показатели Organoleptic indicators				
Внешний вид Appearance	+	+	+	+
Аромат копчения The smoke flavor	+	+	+	+
Вкус Taste	+	+	+	+
Консистенция Consistency	+	+	+	+
Биохимические показатели Biochemical indicators				
АА, мг %	+	+	+	+
НБА, %	+	+	+	+
рН	+	+	+	+
Дополнительные показатели Additional indicators				
Усилие резания (Cutting force), г	+	+	+	+
ВУС, %	+	+	+	+

Для большей наглядности результаты исследований представлены в виде графиков на рисунках 6–10.

Одним из основных технологических эффектов копчения, как известно, является консервирующий эффект, антипротеолитическое действие которого обусловлено непосредственным воздействием фенолов в составе копильной среды на ферменты (тканевые, ферментные комплексы), ведущим к замедлению автолитических процессов в продукте.

Механизм этого эффекта обусловлен взаимодействием копильных компонентов (фенольных, карбонильных и др.) с белками продукта и белками-ферментами. Результатом такого взаимодействия является недоступность белков для малоактивных ферментов. Кислоты копильной среды, сдвигая рН продукта в кислую зону, также способствуют частичной денатурации ферментов, в результате чего протеолиз и накопление его продуктов замедляется или приостанавливается [2].

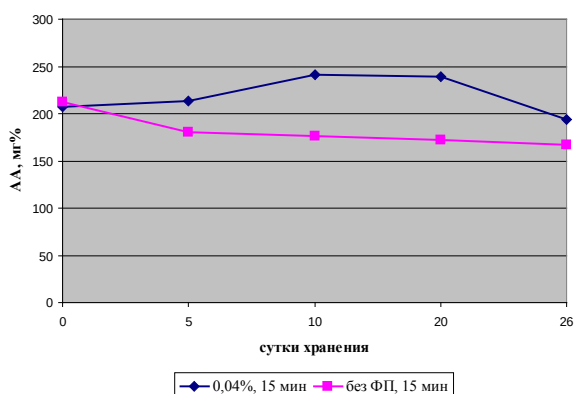


Рисунок 6. Изменение показателя АА трески атлантической филе подкопченного в процессе хранения

Figure 6. Index AA smoked Atlantic cod fillets during storage

Степень формирования в продукте антипротеолитического эффекта копчения количественно определяется по значениям показателя АА.

На рисунке 6 представлены кривые, описывающие изменение содержания АА в готовой продукции «Треска филе подкопченное» в процессе хранения, изготовленной без использования ФП (контроль) и с использованием ФП в оптимальной дозировке и при оптимальной длительности посола полуфабриката. В случае посола с ФП наблюдался рост показателя с 5-х по 20-е сутки хранения, что свидетельствует об активном протеолизе белков, способствующем процессу созревания готовой продукции и, как следствие этого, формированию ее более нежной и сочной консистенции. В контрольном образце наблюдалось плавное снижение показателя АА в течение всего процесса хранения,

коррелирующее с постепенно убывающей оценкой экспертами показателя «консистенция» готовой продукции от «жесткой» до «суховатой» и снижением (рисунок 7).

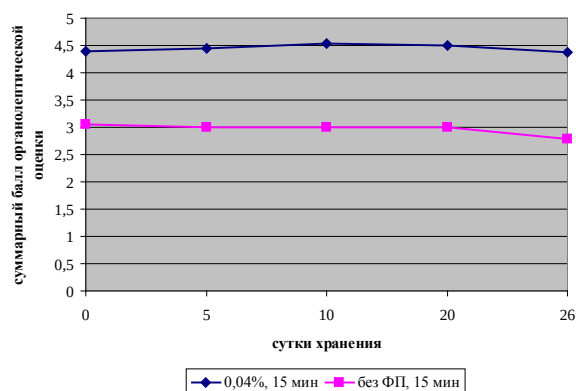


Рисунок 7. Изменение органолептической оценки трески атлантической филе подкопченного в процессе хранения (температура от 4 до 6 °С, упаковано в полимерный пакет без вакуума)

Figure 7. The change in the organoleptic evaluation of smoked Atlantic cod fillets during storage (temperature from 4 to 6 °C, Packed in plastic package without vacuum)

Отношение НБА/ОА, которое может быть обозначено как коэффициент белкового состояния (по М.Д. Ильину) отображено на рисунке 8. С учетом примерно одинаковой массовой доли АА в исследуемом и контрольном образцах продукции в начале процесса хранения, а также с учетом имеющегося различия в темпе нарастания отношения НБА/ОА в течение первых 10-ти суток хранения, как и существенной разницы в значении этого показателя в начале хранения образцов продукции, можем заключить, что на величину НБА/ОА влияют азотистые соединения, не связанные с протеолизом. После 10-х суток хранения, темп нарастания и количественное содержание показателя НБА/ОА в исследуемом и контрольном образцах практически совпадают.

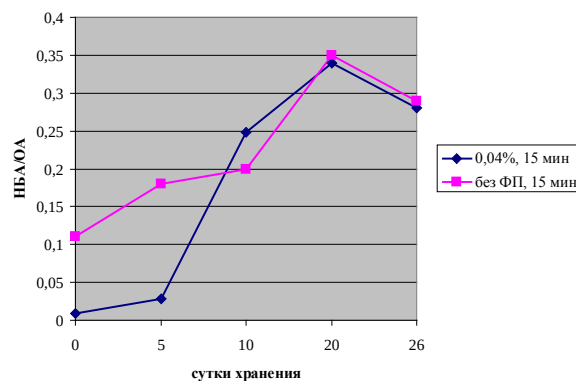


Рисунок 8. Изменение показателя НБА/АО трески атлантической филе подкопченного в процессе хранения

Figure 8. Index NBA/JSC smoked Atlantic cod fillets during storage

Интенсивное формирование антипротеолитического эффекта и замедление эффекта созревания в контрольном образце продукции, изготовленном без использования ФП, на что указывает высокий показатель pH продукта (рисунок 9), негативно влияет на его органолептическую оценку (суммарный балл органолептической оценки по пятибалльной шкале составил всего 3,06 балла с учетом весомости показателей).

Противоположную картину наблюдаем в исследуемом образце, изготовленном при оптимальных режимах посола – более активный протеолиз с участием ФП ведет к накоплению кислых продуктов, способствующих сдвигу pH в кислую область (рисунок 9). При этом суммарный балл органолептической оценки продукции по пятибалльной шкале составил 4,39.

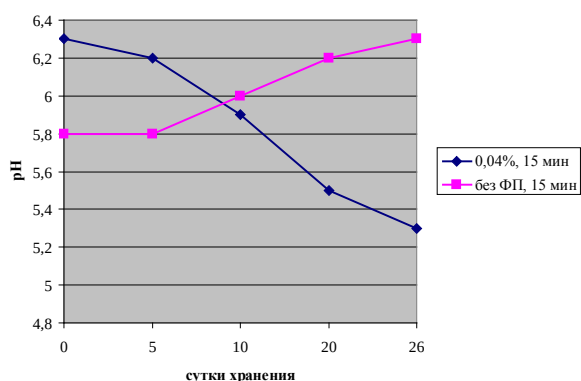


Рисунок 9. Изменение показателя pH трески атлантической филе подкопченного в процессе хранения
Figure 9. The change in pH smoked Atlantic cod fillets during storage

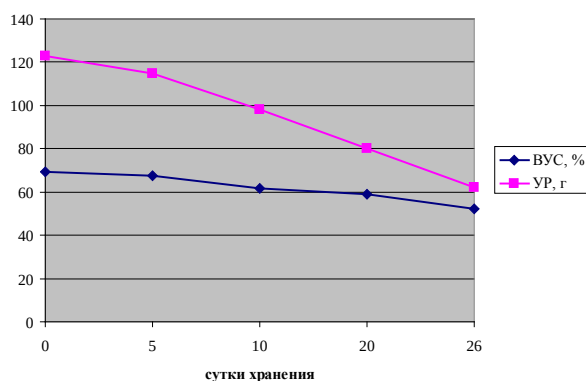


Рисунок 10. Изменение показателей ВУС и УР трески атлантической филе подкопченного в процессе хранения
Figure 10. The change in performance of the MAS and UR smoked Atlantic cod fillets during storage

Однако диффундирование кислот копильной среды в рыбное филе от поверхностных слоев во внутренние, начавшееся в процессе копчения и продолжающееся в процессе хранения, способствует сдвигу pH в кислую сторону,

вызывая к завершению хранения – в период с 20-х по 26-е сутки – денатурацию белков и, как следствие, торможение процесса гидролиза, что согласуется с полученными данными по АА (рисунок 6).

Объективным параметром, отражающим изменение консистенции и меру созревания подкопченного филе, является ВУС. Другим показателем, позволяющим также объективно оценивать консистенцию продукта, служит УР. На рисунке 10 представлены кривые, описывающие изменение этих параметров в процессе хранения для продукции.

Обобщая результаты проведенных исследований, приходим к однозначному выводу о положительном влиянии ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio* на процесс созревания полуфабриката филе тресковых рыб, традиционно считающихся слабосозревающими, как на этапе посола, так и на этапе хранения подкопченной продукции. Диффузия компонентов копильной среды в продукт, продолжающаяся в процессе хранения [2], позволяет с ростом их концентрации во внутренних слоях продукта, предохранять его от перезревания, блокируя активность ферментов. При этом наблюдается существенное улучшение оценки показателя «консистенция» подкопченного рыбного филе из тресковых рыб, что служит основанием для характеристики его как деликатесной продукции.

Опытная партия продукции «Треска атлантическая филе подкопченное деликатесное», изготовленная по разработанной технологии, была представлена на Международной рыбопромышленной выставке «Море. Ресурсы. Технологии-2016», где была удостоена диплома победителя дегустационного конкурса и получила высокую оценку специалистов.

Выводы

1. Разработана технология деликатесной подкопченной продукции из нетрадиционного для производства копченой рыбы сырья – филе тресковых рыб (трески атлантической, пикши, сайды).

2. Предложен способ достижения деликатесных органолептических свойств готовой продукции за счет значительного улучшения оценки показателя «консистенция» путем активизации процесса созревания рыбного филе на этапе посола полуфабриката при добавлении в тузлук ферментного препарата из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio*.

3. Оптимизированы с применением метода нечеткой логики параметры посола полуфабриката – филе малосозревающих тресковых рыб. Достоверно установлено, что максимальную

органолептическую оценку готовой продукции обеспечивает посол филе в тузлуке плотностью от 1,18 до 1,20 г/см³ с добавлением ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio* в количестве, обеспечивающим концентрацию последнего в тузлуке на уровне 0,04%. Оптимальные температурный режим посола – 13±2 °С, длительность – 15 минут.

4. Исследованы биохимические изменения в готовой продукции на этапе хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р) <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828>

2 Шокина, Ю.В. Научно-практические основы получения копильных сред с использованием энергии ИК-излучения и применения их в технологии переработки водного сырья // Автореф. дис... докт. техн. наук, Мурманск: МГТУ. 2011. 39 с.

3 Пат. РФ № 2280367 Устройство для получения дыма с использованием энергии ИК-излучения и водяного пара / Ершов А.М., Шокина Ю.В., Обухов А.Ю. Оpubл. 27.01.2006. Бюл. № 21. 6 с.

4 Siikavuopio S.I. и др. Holding wild Snow crab, *Chionoecetes opilio*: effects of stocking density and feeding on survival and injury // *Aquaculture Research*. 2017. Т. 48. №. 4. С. 1590-1595.

5 СанПиН 2.3.2.1078–01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов санитарно-гигиенические правила и нормативы. <http://docs.cntd.ru/document/901806306>.

6 ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции Технический регламент Таможенного союза. <http://rotest.net/wp-content/uploads/2014/10/TR-TS-021-2011-O-bezopasnosti-pischevoy-produktzii.pdf>.

7 Светушков С.Г. Методы маркетинговых исследований. Учебное пособие. СПб.: ДНК, 2003. 352 с.

8 Рыбокомбинаты, рыбоперерабатывающие предприятия в Мурманской области статистический обзор. http://fishretail.ru/litecat/rybokombinaty_v_Murmanskoy_oblasti.

9 Баренцево море – рыбная сокровищница России аналитический обзор. https://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/57410.html.

10 Артюхова С.А., Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник для вузов / под ред. А.М. Ершова, Москва, Колос, 2010. 1064 с.

11 Виннов А.И., Бесштанковская Т.И. Виннов А.И. Получение протеолитических ферментных препаратов – созревателей из отработанных тузлуков // *Продовольча индустрия АПК*. 2011. № 2 (10). С. 20–23.

12 Jun J. Y. и др. Postmortem changes in physicochemical and sensory properties of red snow crab (*Chionoecetes japonicus*) leg muscle during freeze storage // *Fisheries and Aquatic Sciences*. 2017. Т. 20. №. 1. С. 13.

13 Kim B. M. и др. The quality characteristics and processing of fish paste containing red snow crab *Chionoecetes japonicus* leg-meat powder // *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2016. Т. 49. №. 1. С. 1-6.

5. Изучено изменение отдельных реологических характеристик готовой продукции на этапе хранения.

6. На основе проведенных исследований предварительно обоснован срок годности продукции – 20 суток при температуре от 4 до 6 °С.

Дальнейшие исследования будут направлены на гигиеническое обоснование срока годности разработанной продукции и определение оптимальных режимов ее хранения.

14 Joseph F. R. S. и др. Shell disease in the Freshwater crab, *Barytelphusa cunicularis* // *Int J Fish Aquat Stud*. 2014. Т. 1. С. 105-110.

15 Мухин В.А. Особенности пищеварительной функции протеиназ беспозвоночных – обитателей холодных морей // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2007. Т. 43. № 5. С. 398–403.

16 Kaur S., Dhillon G. S. Recent trends in biological extraction of chitin from marine shell wastes: a review // *Critical reviews in biotechnology*. 2015. Т. 35. №. 1. С. 44-61.

17 Мухин В.А., Лыжов И.И. Влияние температуры и pH на активность протеиназ из гепатопанкреаса краба-стригуна *Chionoecetes opilio* // *Журнал Рыбное хозяйство*. 2013. № 3. С. 105–107.

18 Муратова Е.И., Толстых С.Г., Дворецкий С.И., Зюзина О.В., Леонов Д.В. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания, Тамбов, Изд-во ТГТУ, 2011. 80 с.

REFERENCES

1 Strategy of development of food and processing industry of the Russian Federation for the period up to 2020 (approved by the government. decree of the Government of the Russian Federation of April 17, 2012 № 559-R) <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828> (in Russian)

2 Shokina, J.V. Scientific and practical basics of smoking environments with use of the energy of infrared radiation and their application in processing technology of sea products, Abstract on PhD thesis, Murmansk: MSTU. 2011. 39 p.

3 Pat. 2280367 RF, A device for producing smoke using the energy of infrared radiation and water vapor. Ershov A.M., Shokina J.V., Obukhov A.Y., 27.01.2006, 6 p (in Russian)

4 Siikavuopio S. I. et al. Holding wild Snow crab, *Chionoecetes opilio*: effects of stocking density and feeding on survival and injury. *Aquaculture Research*. 2017. vol. 48. no. 4. pp. 1590-1595.

5 SanPiN 2.3.2.1078–01 Hygienic requirements for safety and nutritional value of foods sanitary-hygienic rules and regulations. <http://docs.cntd.ru/document/901806306> (in Russian)

6 TR CU 021/2011 On safety of food products Technical regulations of the Customs Union. <http://rotest.net/wp-content/uploads/2014/10/TR-TS-021-2011-O-bezopasnosti-pischevoy-produktzii.pdf> (in Russian)

7 Svetun'kov S.G. Metody marketingovykh issledovaniy. [Methods of marketing research. Textbook]. St Petersburg: DNK, 2003. 352 p. (in Russian).

8 Fish factories, fish processing companies in Murmansk region a statistical overview. http://fishretail.ru/litecat/rybokombinat_v_Murmanskoy_oblasti

9 The Barents sea fisheries: treasures of Russia an analytical review. https://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/57410.html (in Russian)

10 Artyukhova S.A., Tekhnologiya ryby i rybnykh produktov: uchebnyk dlya vuzov [Technology of fish and fish products: textbook for universities, ed. by A. M. Ershov.], Moscow, Kolos, 2010. 1064 p. (in Russian).

11 Vinnov A.I., Besshtankovskaya T.I. Vinnova. And getting a proteolytic enzyme products – sozrevateley from spent tuzlukov. *Prodovol'cha industriya APK* [Food industry APK]. 2011. no. 2 (10). pp. 20–23. (in Russian).

12 Jun J. Y. et al. Postmortem changes in physiochemical and sensory properties of red snow crab (*Chionoecetes japonicus*) leg muscle during freeze storage. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 2017. vol. 20. no. 1. pp. 13.

13 Kim B. M. et al. The quality characteristics and processing of fish paste containing red snow crab *Chionoecetes*

japonicus leg-meat powder. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2016. vol. 49. no. 1. pp. 1-6.

14 Joseph F. R. S. et al. Shell disease in the Freshwater crab, *Barytelphusa cunicularis*. *Int J Fish Aquat Stud*. 2014. vol. 1. pp. 105-110.

15 Mukhin V.A. Peculiarities of digestive function of proteinases in invertebrates – inhabitants of cold seas. *Zhurnal evolyutsionnoi biokhimii i fiziologii* [Journal of evolutionary biochemistry and physiology]. 2007. vol. 43. no. 5. pp. 398–403. (in Russian).

16 Siikavuopio S. I. et al. Holding wild Snow crab, *Chionoecetes opilio*: effects of stocking density and feeding on survival and injury. *Aquaculture Research*. 2017. vol. 48. no. 4. pp. 1590-1595.

17 Muratova E.I., Tolstykh S.G., Dvoretzskii S.I., Zyuzina O.V., Leonov D.V. Avtomatizirovannoe proektirovanie slozhnykh mnogokomponentnykh produktov pitaniya [Automated design of complex multi-component food products]. Tambov, TGTU, 2011. 80 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгения Б. Шкуратова старший преподаватель, Естественно-технологический институт, кафедра биохимии и микробиологии, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13 г. Мурманск, 183010, Россия, shkuratovaeb@yandex.ru

Юлия В. Шокина д. т. н., профессор, Естественно-технологический институт, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13 г. Мурманск, 183010, Россия, shokinayuv@mstu.edu.ru

Вячеслав А. Мухин д. б. н., заведующий лабораторией, лаборатория биохимии и технологии, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии, ул. Академика Книповича, 6, г. Мурманск, 183038, Россия, vmukhin@pinro.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгения Б. Шкуратова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Юлия В. Шокина консультация в ходе исследования

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.04.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenya B. Shkuratova senior lecturer, Institute of natural science and technology, microbiology and biochemistry, Murmansk state technical university, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, shkuratovaeb@yandex.ru

Yulia V. Shokina doctor of the technical sciences, professor, Institute of natural science and technology, food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, shokinayuv@mstu.edu.ru

Vyacheslav A. Mukhin doctor of the biological sciences, head of the laboratory, biochemistry and technology laboratory, Knipovich polar research institute of marine fisheries and oceanography, Akademika Knipovicha str, 6, Murmansk, 183038, Russia, vmukhin@pinro.ru

CONTRIBUTION

Evgenya B. Shkuratova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yulia V. Shokina consultation during the study

Vyacheslav A. Mukhin 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 2.14.2017

ACCEPTED 4.14.2017

Влияние продолжительности замачивания семян льна на предел прочности флаксов

Елена И. Пономарева	¹	elena6815@ya.ru
Светлана И. Лукина	¹	lukina.si@yandex.ru
Анастасия В. Одинцова	¹	anastasia1993_23@mail.ru
Анастасия О. Кобзева	¹	anastasia1993_23@mail.ru

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Одним из путей сохранения здоровья людей является употребление в пищу продуктов богатых растительной клетчаткой. Для восполнения недостатка полиненасыщенных жирных кислот, белка, минеральных веществ, пищевых волокон рекомендуется употреблять в пищу семена льна и продукты его переработки. Одним из таких продуктов являются флаксы. Целью работы был рациональный выбор продолжительности замачивания семян, обеспечивающий получение прочных готовых изделий. Установлено, что при гидратации от 10 до 30 мин исследуемый параметр практически не изменялся. После 30 мин замачивания предел прочности изделий увеличивался, а затем снижался. Максимальное значение наблюдалось в образцах, в которых замачивание осуществлялось 40 мин. Вероятно, это связано с тем, что при контакте с водой до 30 мин влага адсорбируется на поверхности семян льна, при этом образуются слизи в небольшом количестве. После 30 мин до 40 мин замачивания гидролизу подвергаются углеводы внутренних слоев оболочки семени и эндосперма. При этом водопоглатительная способность льна достигает предельного значения. Количество слизи также увеличивается, а после 40 мин замачивания становится избыточным, что приводит к уменьшению значения предела прочности готовых изделий. Следовательно, рациональная продолжительность замачивания семян льна – 40 мин, обеспечивающая максимальную величину исследуемого параметра. Таким образом, флаксы, благодаря способности семян льна при замачивании образовывать слизи и сохранять после высушивания α -линоленовую кислоту, являются источником полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ.

Ключевые слова: продолжительность замачивания, флаксы, предел прочности, прибор Строганова

The influence of flax seeds soaking duration on the flax strength limit

Elena I. Ponomareva	¹	elena6815@ya.ru
Svetlana I. Lukina	¹	lukina.si@yandex.ru
Anastasiya V. Odintsova	¹	anastasia1993_23@mail.ru
Anastasiya O. Kobzeva	¹	anastasia1993_23@mail.ru

¹ Voronezh State University of Engineering Technology Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. One of the ways of preserving the people health is eating foods rich in vegetable fiber. To make up for the lack of polyunsaturated fatty acids, protein, minerals, dietary fiber, it is recommended to eat flax seeds and products of their processing. One of such products are flaxes. The aim of the work was a rational choice of the soaking seeds duration, ensuring the production of strong finished products. It was found out that during hydration from 10 to 30 min the parameter studied did not change greatly. After 30 minutes of soaking, the strength limit of the products increased, and then decreased. The maximum index was observed in samples being soaked for 40 minutes. Probably, this is due to the fact that upon contact with water up to 30 min, moisture is adsorbed on the surface of flax seeds, while mucus is formed in a small amount. After 30 minutes to 40 minutes soaking, the carbohydrates of the inner layers of the seed coat and endosperm are hydrolyzed. At the same time, the water-absorbing capacity of flax reaches a limiting value. The number of mites also increases, and after 40 minutes soaking becomes excessive, which leads to a decrease in the value of the strength limit of finished products. Consequently, the rational flax seeds soaking duration is 40 minutes, which ensures the maximum value of the parameter being investigated. Thus, the flaxes, due to the ability of flax seeds to form mucus in soaking and retain α -linolenic acid after drying, is a source of polyunsaturated fatty acids, dietary fiber, vitamins, minerals

Keywords: flax seeds, soaking duration, flaxes, strength limit, Stroganov's device

Введение

Основой здорового питания населения является сбалансированность рациона по всем пищевым нутриентам, необходимым для правильной работы организма. За счет процессов технологической обработки, использования

неполноценного по химическому составу сырья организм не получает достаточное количество незаменимых компонентов [4].

Одним из путей сохранения здоровья людей является употребление в пищу продуктов богатых растительной клетчаткой (сюда относят полисахариды – большая группа веществ

Для цитирования

Пономарева Е.И., Лукина С.И., Одинцова А.В., Кобзева А.О. Влияние продолжительности замачивания семян льна на предел прочности флаксов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 138–142. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-138-142

For citation

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Odintsova A.V., Kobzeva A.O. The influence of flax seeds soaking duration on the flax strength limit. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 138–142. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-138-142

разнообразной химической природы, имеющих полимерное строение, полученных из сырья растительного, животного или микробного происхождения), а также витаминами, макро – и микроэлементами [9].

Для восполнения недостатка полиненасыщенных жирных кислот, белка, минеральных веществ, пищевых волокон рекомендуется употреблять в пищу семена льна и продукты его переработки. Одним из таких продуктов являются флаксы (*англ.* лён, льняной) – изделия пониженной влажности, вырабатываемые из семян льна или смеси семян льна с различными видами сырья.

В настоящее время на рынке существует большое количество компаний, занимающихся производством продуктов здорового питания.

Одним из направлений предприятия «Компас Здоровья» (г. Новосибирск) является выработка широкого ассортимента зерновых продуктов, в том числе льняных хлебцев, льняных крекеров или флаксов (название одного и того же продукта) [12]. Алтайская компания ООО «Специалист» (г. Бийск) также на рынке представляет линейку продуктов льняных хлебцев и высококачественных оздоравливающих масел.

Обоснование выбора сырья

Семена льна – это источник нутриентов и биологически активных веществ, благотворно влияющих на организм человека.

Средние значения данных химического состава семян льна по сухим веществам, представленных в разных источниках, приведены в таблице 1 [3, 8, 9].

Таблица 1.

Химический состав семян льна

Table 1.

The chemical composition of flax seeds

Наименование показателя Indicator	Значение показателя Value
Пищевые нутриенты, г/100 г. Food nutrients g/100 g	
Белок Protein	13,00–15,50
Жиры Fats	35,00–38,60
Углеводы carbohydrates	24,20–27,60
Пищевые волокна alimentary fiber	21,00–24,30
Зола Ash	1,00–2,40
Минеральные вещества, мг/100 г. Minerals, mg/100g	
Кальций Calcium	236,00–255,00
Фосфор Phosphorus	622,00–642,00
Магний Magnesium	392,00–431,00
Железо Iron	5,00–5,73
Цинк Zinc	4,34–5,00
Медь Copper	1,00–1,22
Марганец Manganese	2,48–3,00
Калий Potassium	813,00–831,00
Натрий Sodium	27,00–30,00
Витамины, мг/100 г. Vitamins mg/100 g	
Витамин B1 Vitamin B1	0,53–1,64
Витамин B2 Vitamin B2	0,16–0,23
Витамин B3 Vitamin B3	2,95–3,21
Витамин B4 Vitamin B4	75,3–78,7
Витамин B5 Vitamin B5	0,75–0,99
Витамин B6 Vitamin B6	0,47–0,61
Витамин B7 Vitamin B7	0,09–0,11
Витамин B9 Vitamin B9	0,07–0,09
Витамин C vitamin C	0,50–0,60
Витамин PP vitamin PP	2,87–3,08
Токоферолы (Витамин E) Tocopherol (vitamin E)	
α-Токоферол α-Tocopherol	0,55–0,88
δ-Токоферол δ-tocopherol	0,24–0,45
β-Токоферол β-tocopherol	0,01–2,42
γ-Токоферол γ-tocopherol	19,9–29,7

Белки семян льна содержат восемь незаменимых аминокислот и лучше сбалансированы по аминокислотному составу по сравнению с белками других масличных культур. По данным бальной оценки Всероссийского научно-исследовательского института механизации льноводства пищевая ценность белка из семян льна составляет 92 единицы [10].

Уникальность льняного семени заключается в высоком содержании полиненасыщенной α -линоленовой (Омега-3) и линолевой (Омега-6) кислот – незаменимыми жирными кислотами в рационе человека. Баланс этих кислот важен для гомеостаза и нормального развития человека. Омега-3 участвует в регенерации сосудистой системы, снижает уровень холестерина в крови, препятствует воспалительным процессам, обладает сосудорасширяющими свойствами и оказывает антистрессовое и антиритмическое действие [3]. Положительным также является то, что при воздействии на семена льна высокой температуры (до 200 °С) α -линоленовая кислота не разрушается [6].

Омега-6 регулирует жировой и белковый обмен, способствует нейтрализации насыщенных жиров, защищает клетки от преждевременного старения, улучшает функции нервной системы, повышает усвояемость жирорастворимых витаминов и витаминов группы В.

Семена льна богаты пищевыми волокнами, благотворно влияющими на организм: стимулируют моторику кишечника, выводят чужеродные вещества, снижают уровень сахара в крови. Разнообразный химический состав и коллоидно-химические свойства пищевых волокон семян льна позволяют предполагать, что некрахмалистые полисахариды льна являются эффективными энтеросорбентами, способными снижать содержания холестерина липопротеидов низкой плотности, а также пребиотиками, стимулирующими жирные кислоты в кишечнике [10].

В состав льна входят лигнаны – растительные соединения полифенольной природы. Они способны замещать действие эстрогена, предотвращать возникновение раковых опухолей и блокировать размножение пораженных клеток, предупредить действию ферментов, участвующих в процессе развития рака. Эти вещества – мощные антиоксиданты, препятствующие поражению клеток свободными радикалами и замедляющие процесс старения.

Семена льна отличаются довольно значительным содержанием макро- и микроэлементов.

Кальций, магний, калий поддерживают нормальный уровень кровяного давления, оказывают благотворное влияние на работу сердца.

Фосфор способствует поддержанию кислотно-щелочного равновесия, улучшает усвоение глюкозы. В состав семян также входят большое количество витаминов группы В, отвечающие за тонус мышц и работу нервной системы. Аскорбиновая кислота способствует повышению иммунитета и укреплению кровеносных сосудов.

Одним из важных биологически активных компонентов в льняном семени является токоферол, который также называют витамином размножения, потому что он благотворно влияет на работу половых желез. Он является природным антиоксидантом, препятствует окислению витамина А и благотворно влияет на его накопление в печени, способствует усвоению жиров и белков. Установлено, что 100 г. семян льна может удовлетворить суточную потребность организма человека в витамине Е [2].

Особенностью углеводов семян льна является содержание в нем водорастворимых полисахаридов – слизи, выполняющих функцию резерва и служащих накопителем воды, чтобы защитить семя от обезвоживания. Они активно используются в медицине в качестве обволакивающего и слабительного средства, а также проявляют иммунозащитные и радиопротекторные свойства.

Определение прочности флаксов

Одной из стадий производства флаксов является замачивание в воде семян льна. При этом выделяются слизи, способствующие образованию вязкой массы, из которой формируют заготовки для флаксов.

Целью работы был рациональный выбор продолжительности замачивания семян, обеспечивающий получение прочных готовых изделий.

Для этого семена льна замачивали в воде с температурой 20–22 °С в соотношении гидро-модуля 1:1,5 от 10 до 50 мин. Затем формовали заготовки и выдерживали в сушильном шкафу. В готовых изделиях определяли предел прочности на приборе Строгонова [5].

Установлено, что при гидратации от 10 до 30 мин исследуемый параметр практически не изменялся. После 30 мин замачивания предел прочности изделий увеличивался, а затем снижался. Максимальное значение наблюдалось в образцах, в которых замачивание осуществлялось 40 мин (рисунок 1).

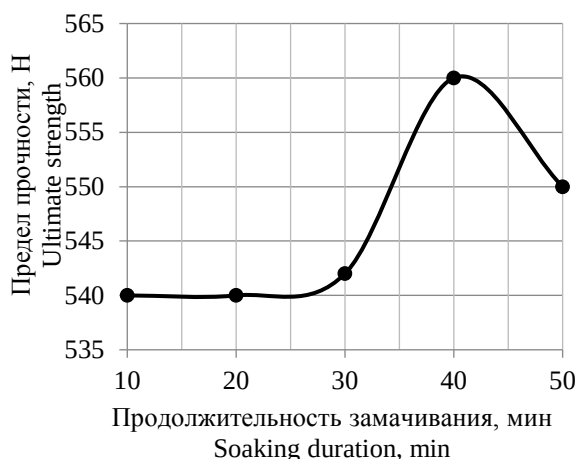


Рисунок 1. Зависимость предела прочности флаксов от продолжительности замачивания

Figure 1. Dependence of strength of phloxes on soaking duration

Вероятно, это связано с тем, что при контакте с водой до 30 мин влага адсорбируется на поверхности семян льна, при этом образуются слизи в небольшом количестве. После 30 мин до 40 мин замачивания гидролизу подвергаются углеводы внутренних слоев оболочки семени и эндосперма. При этом водопоглатительная способность льна достигает предельного значения. Количество слизи также увеличивается, а после 40 мин замачивания становится избыточным, что приводит к уменьшению значения предела прочности готовых изделий.

Следовательно, рациональная продолжительность замачивания семян льна – 40 мин,

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Functional Foods: Their Roll in Disease Prevention and Health Promotion. URL: <http://www.nutriwatch.org/04Foods/ff.html> (дата обращения: 24.02.2017).
- 2 Gerstenmeyer E., Reimer S., Berghfer E., Schwartz H., Sontag G. Effect of thermal heating on some lignans in flax seeds, sesame seeds and rye. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.117>
- 3 M. Rubilar, C. Gutierrez, M. Verdugo, C. Shene, J. Sineiro. Flaxseed As A Source of Functional Ingredients. 2010. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162010000100010>
- 4 Singh K.K., Mridula P., Jagbir Rehal & P. Barnwal. Flaxseed: A Potential Source of Food, Feed and Fiber. Critikal Reviews in Food Science and Nutrition. 2011 <http://dx.doi.org/10.1080/1048390903537241>
- 5 US 20060088641 A1 Method for mass producing whole-seed cracker / Brian Wendel, Josch Wendel, Skip Latimer, Thomas Krasomil, Stephen Vogel. US 11/218,306, опублик. 27.04.2006.
- 6 Белецкая Н.М., Удалова Л.П., Пашенцева Л.П. Инновационные направления развития рынка хлебобулочных изделий // Вестник Белгородского университета кооперации экономики и права. 2016. № 2 (58). С. 63–69.

обеспечивающая максимальную величину исследуемого параметра. Внешний вид полученных изделий представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Флаксы из семян льна

Figure 1. Flaxes from flax seeds

Заключение

Флаксы, благодаря способности семян льна при замачивании образовывать слизи и сохранять после высушивания α-линоленовую кислоту, являются источником полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ. Флаксы рекомендуется употреблять людям, постоянно испытывающим тяжелые умственные нагрузки, применять для питания диабетиков, а также лицам, страдающим непереносимостью глютена или хроническими заболеваниями кишечника. Низкая влажность продукта позволяет длительное время сохранять его свойства. Флаксы – вкусная и полезная альтернатива чипсам и сухарикам. Употребление их в пищу улучшает настроение, активизирует работу мозга и несет максимальную пользу для здоровья.

- 7 Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Количественная и качественная оценка слизи семян масличных сортов льна LINUM USITATISSIMUM L. // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2012. С. 151-152.

- 8 Пат. РФ № 2443766 Способ обработки семян льна / Кошелев Ю.Н., Черхуха Б.А., Кулешова Н.И., Баташов Е.С. Опубл. 27.02.2012.

- 9 Пат. РФ № 2583075 Способ получения льняных крекеров / Прилепов А.Н., Лыткин Д.В., Цуркан А.П. Опубл. 10.05.2016

- 10 Султаева Н.Л., Перминова В.С. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий // Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 1. С. 1–15.

- 11 Кретьова Ю.И. Совершенствование технологии обработки зернового сырья в процессе солодоращения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3. № 2. С. 27–32.

REFERENCES

- 1 Functional Foods: Their Roll in Disease Prevention and Health Promotion. URL: <http://www.nutri-watch.org/04Foods/ff.html> (accessed at: 24.02.2017).
- 2 Gerstenmeyer E., Reimer S., Berghfer E., Schwartz H., Sontag G. Effect of thermal heating on some lignans in flax seeds, sesame seeds and rye. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.117>
- 3 M. Rubilar, C. Gutierrez, M. Verdugo, C. Shene, J. Sineiro. Flaxseed As A Source of Functional Ingredients. 2010. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162010000100010>
- 4 Singh K.K., Mridula P., Jagbir Rehal & P. Barnwal. Flaxseed: A Potential Source of Food, Feed and Fiber. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2011. <http://dx.doi.org/10.1080/1048390903537241>
- 5 US 20060088641 A1 Method for mass producing whole-seed cracker, Brian Wendel, Josch Wendel, Skip Latimer, Thomas Krasomil, Stephen Vogel. US 11/218,306,. 27.04.2006.
- 6 Beletskaya N.M., Udalova L.P., Pashentseva L.P. Innovative directions of development of the market of bakery products. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii ekonomiki i prava* [Proceedings of Belgorod University of cooperation Economics and law]. 2016. no. 2 (58). pp. 63–69. (in Russian).

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@ya.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

Анастасия В. Одинцова магистрант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, anastasia1993_23@mail.ru

Анастасия О. Кобзева студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, anastasia1993_23@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена И. Пономарева предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Светлана И. Лукина консультация в ходе исследования

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

Анастасия О. Кобзева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.03.2017

7 Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Quantitative and qualitative assessment of mucus oilseed varieties of flax *LINUM USITATISSIMUM* L.. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* [Oilseeds. Scientific and technical Bulletin all-Russian research Institute of oil crops]. 2012. pp. 151-152. (in Russian).

8 Koshelev Yu.N., Cherkhukha B.A., Kuleshova N.I., Batashov E.S. Sposob obrabotki semyan l'na [The method of processing flax seed]. Patent RF, no. 2443766. Publ. 27.02.2012

9 Prilepov A.N., Lytkin D.V., Tsurkan A.P. Sposob polucheniya l'nyanykh krekerov [A method of producing flax crackers]. Patent RF, no.2583075. Publ. 10.05.2016

10 Sultaeva N.L., Perminova V.S. Study of properties of flax seed and development on their basis of technology of bakery products. *Internet-zhurnal Naukovedenie* [The Internet journal of the sociology of Science]. 2015. vol. 7. no. 1. pp. 1–15. (in Russian).

11 Kretova Yu.I. Improvement of technology of processing of grain raw materials in the process of malting. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii* [Bulletin of the South Ural state University. Series: Food and biotechnology]. 2015. vol. 3. no. 2. pp. 27–32. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena I. Ponomareva Ds. Sci., professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elena6815@ya.ru

Svetlana I. Lukina candidate of technical sciences, docent, 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

Anastasiya V. Odintsova master student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, anastasia1993_23@mail.ru

Anastasiya O. Kobzeva student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, anastasia1993_23@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena I. Ponomareva proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Svetlana I. Lukina consultation during the study

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

Anastasiya O. Kobzeva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.26.2017

ACCEPTED 3.17.2017

Исследование порошкообразных экстрактов из зернового сырья с помощью рентгеноструктурного анализа

Инна В. Новикова	¹	noviv@list.ru
Елена А. Коротких	¹	dobruly@bk.ru
Алексей В. Коростелев	¹	vinodelvgta@mail.ru
Геннадий В. Агафонов	¹	kafedra_tbsp@mail.ru
Анастасия А. Пенкина	¹	penkia@mail.ru

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

Реферат. В настоящее время наблюдается очередной этап повышенного интереса к улучшению качества и расширению ассортимента безалкогольных напитков и пива с выпуском новых наименований за счет привлечения альтернативных видов растительного сырья, в том числе технологичных ингредиентов рецептов – порошкообразных экстрактов солодов различных зерновых культур – ячменя, гречихи, гороха, кукурузы. Рентгенодифракционный эксперимент является одним из наиболее точных методов исследования структуры вещества на атомном и молекулярном уровне. Рентгеновская дифрактометрия позволяет, во-первых, определить характерные межатомные расстояния в веществе по положению пиков на дифрактограмме и идентифицировать их – оценить данное расстояние между атомами разных элементов. Во-вторых, по ширине дифракционных пиков можно оценить степень упорядочения структуры и определить характерные размеры полимерных образований. В-третьих, рентгеновская дифрактометрия позволяет оценить состав смеси веществ на основе сопоставления дифрактограмм от смешиваемых веществ. Впервые методом рентгеноструктурного анализа проведено сравнительное исследование структурно-механических свойств порошкообразных солодовых экстрактов с оценкой растворимости. Идентифицированы основные межатомные расстояния в экстрактах; проведено сравнительное рентгенодифракционное исследование экстракта ППЭ-2, полученного без добавления и с внесением низкосахаренной патоки при сушке. Расчет дает следующие размеры областей когерентного рассеяния: для ППЭ-2 $L = 56,07 \cdot 10^{-10}$ м; для ППЭ-2 С (патокой) $L = 7,470 \cdot 10^{-10}$ м с учетом расчетного показателя растворимости вещества с характерным размером частиц. На основе сравнения пиков рентгеновских дифрактограмм и учета размерного эффекта растворимости установлено, что добавление низкосахаренной патоки к экстракту при сушке позволяет повысить его растворимость в 1,7 раза, что согласуется с данными по растворимости, полученными по стандартной методике.

Ключевые слова: порошкообразные экстракты, солод, растворимость, рентгенодифракционное исследование

Investigation of grain raw materials powder extracts using X-ray diffraction analysis

Inna V. Novikova	¹	noviv@list.ru
Elena A. Korotkikh	¹	dobruly@bk.ru
Alexey V. Korostelev	¹	vinodelvgta@mail.ru
Gennady V. Agafonov	¹	kafedra_tbsp@mail.ru
Anastasia A. Penkina	¹	penkia@mail.ru

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

Summary. Nowadays we are witnessing another stage of increased interest in improving the quality and expanding the range of soft drinks and beer with the production of new items by attracting alternative types of plant raw materials, including the technological ingredients of the recipes - powder extracts of malt of various crops - barley, buckwheat, pea, corn. X-ray diffraction experiment is one of the most accurate methods for studying the structure of matter at the atomic and molecular level. X-ray diffractometry allows, first, to determine the characteristic interatomic distances in a matter due to the position of the peaks in the diffractogram and to identify them-to determine the given distance between atoms of different elements. Secondly, the width of the diffraction peaks can be used to evaluate the degree of structure ordering and to determine the characteristic dimensions of polymer formations. Third, X-ray diffractometry makes it possible to evaluate the composition of substances mixture by comparing diffractograms of the substances being mixed. For the first time, a comparative study of the structural and mechanical properties of powdered malt extracts with the evaluation of solubility was carried out by X-ray diffraction analysis. The main interatomic distances in the extracts are identified; comparative X-ray diffraction study of the extract of PPE-2 obtained without addition and with the application of low-sugared molasses during drying was done. The calculation suggests the following dimensions of the coherent scattering areas: for PPE-2 $L = 56,07 \cdot 10^{-10}$ m; for PPE-2 C (molasses) $L = 7,470 \cdot 10^{-10}$ m taking into account the calculated solubility index of a substance with a characteristic particle size. On the basis of comparing X-ray diffraction peaks and taking into account the size solubility effect, it was found that the addition of low-sugared molasses to the extract during drying makes it possible to increase its solubility by 1.7 times, which is consistent with the solubility data obtained by the standard procedure.

Keywords: powdered extracts, malt, solubility, vegetable raw materials, X-ray diffraction analyses

Для цитирования

Новикова И.В., Коротких Е.А., Коростелев А.В., Агафонов Г.В., Пенкина А.А. Исследование порошкообразных экстрактов из зернового сырья с помощью рентгеноструктурного анализа // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 143–147. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-143-147

For citation

Novikova I.V., Korotkikh E.A., Korostelev A.V., Agafonov G.V., Penkina A.A. Investigation of grain raw materials powder extracts using X-ray diffraction analysis. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol.79. no. 2. pp. 143–147. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-143-147

Введение

В настоящее время наблюдается очередной этап повышенного интереса к улучшению качества и расширению ассортимента безалкогольных напитков и пива с выпуском новых наименований за счет привлечения альтернативных видов растительного сырья, в том числе технологичных ингредиентов рецептур – порошкообразных экстрактов солодов различных зерновых культур – ячменя, гречихи, гороха, кукурузы [1, 2, 4–7, 10].

Экстракт представляет собой порошок из агломерированных частиц экстракта разных форм и размеров, зависящих от режимов сушки [8–10]. Одним из основных физико-химических показателей экстрактов является растворимость. При распылительной сушке индекс растворимости должен быть не более 0,200 – 0,005 см³ сырого осадка (растворимость 98,0–99,5%). Чем меньше индекс растворимости, тем больше растворимость порошка в воде.

Рентгенодифракционный эксперимент является одним из наиболее точных методов исследования структуры вещества на атомном и молекулярном уровне [3]. Рентгеновская дифрактометрия позволяет, во-первых, определить характерные межатомные расстояния в веществе по положению пиков на дифрактограмме и идентифицировать их – оценить данное расстояние между атомами разных элементов. Во-вторых, по ширине дифракционных пиков можно оценить степень упорядочения структуры и определить характерные размеры полимерных образований. В-третьих, рентгеновская дифрактометрия позволяет оценить состав смеси веществ на основе сопоставления дифрактограмм от смешиваемых веществ.

Материалы и методы

Для исследования некоторых технологических свойств порошкообразных экстрактов были получены образец ППЭ-1 – трехкомпонентный экстракт солодов (гречишный: кукурузный: ячменный – 1:1:1); ППЭ-2 – трехкомпонентный экстракт солодов – гречишный: гороховый: ячменный – 1:1:1); образец ПГрСЭ – экстракт солода гречихи; образец ПГСЭ – экстракт солода гороха [1, 2].

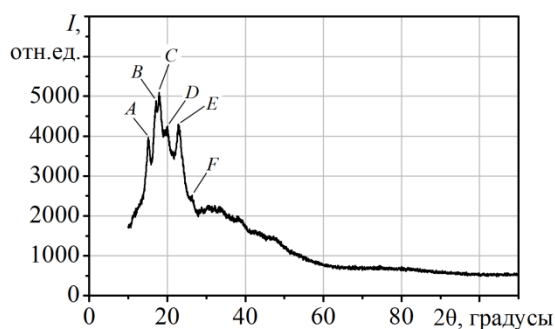


Рисунок 1. Дифрактограмма от ППЭ-2

Figure 1. The diffraction pattern of PPE-2

Для получения порошкообразных продуктов применяли распылительную сушку [8, 9]. Разработанная физико-математическая модель сушки позволила подобрать оптимальные технологические параметры, при которых образуется сплошная, прочно удерживающаяся на стенках, пленка порошкообразного продукта. При реализации режима получали порошкообразные экстракты с необходимыми структурно – механическими свойствами при максимальной эффективности процесса.

Для рентгенодифракционного исследования были подготовлены образцы экстрактов, которые помещали в цилиндрическое углубление медной кюветы и утрамбовывали со связующим рентгенопрозрачным веществом.

Полученные результаты и их обсуждение

Рентгеновские дифрактограммы были получены для всех образцов солодовых экстрактов в виде графиков в программе MS Excel, по которым проводили Фурье-преобразование и получали диаграммы другого типа с четким физическим смыслом, с анализом и сопоставлением данных структурообразовании дисперсных частиц порошков. На рисунках 1, 2 приведены дифрактограммы трехкомпонентного экстракта ППЭ-2 (из солодов гречихи, гороха, ячменя).

Получены результаты по совершенствованию одной из основных технологических характеристик порошков – растворимости. ППЭ-2 был получен при обычном режиме распылительной сушки (дифрактограмма на рисунке 1), а также путем добавления в высушиваемый экстракт низкоосахаренной патоки в количестве 10% от массы сухих веществ в экстракте (дифрактограмма на рисунке 2).

Низкоосахаренная патока (ГОСТ Р 52060-2003 «Патока крахмальная. Общие технические условия») содержит большое количество декстринов, проявляет антикристаллизационные свойства, увеличивает растворимость сахарозы, патоку применяют для сохранения консистенции продуктов.

На дифрактограмме, представленной на рисунке 1, отчетливо выделяются рентгенодифракционные пики А, В, С, D, E, F. Угловое положение пиков совпадает между дифрактограммами (таблица 1), однако их относительная интенсивность различна.

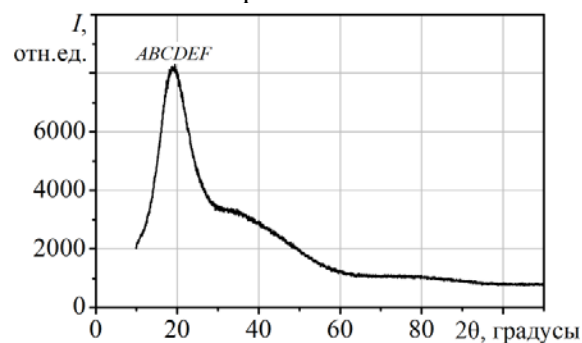


Рисунок 2. Дифрактограмма от ППЭ-2 с патокой

Figure 2. The diffraction pattern of PPE-2 with molasses

Угловое положение рентгенодифракционных пиков

Table 1.

The angular position of the x-ray diffraction peaks

Образец экстракта солода Sample of malt extract	Угловое положение 2θ пика на дифрактограмме, ° The angular position of the 2θ peak on the diffraction pattern, °					
	A	B	C	D	E	F
ПГСЭ PGSE	15,26	17,32	18,19	19,76	23,04	26,20
ПГрСЭ PGrSE	15,14	17,14	17,99	20,00	22,92	26,35
ППЭ-1 PPE-1	15,23	17,32	18,11	19,88	23,01	24,89
ППЭ-2 PPE-2	15,20	17,30	18,08	19,88	22,98	25,87
Среднее Average value	15,22	17,29	18,10	19,90	22,99	25,88

Наличие выраженного пика на рентгеновской дифрактограмме означает, что в исследуемом компоненте находится большая доля одинаковых межатомных расстояний, которые формируют так называемые области когерентного рассеяния. Для органических веществ пики могут давать такие пары атомов, как С–С, С–О, О–О, С–N, N–O, N–N, например, белковые вещества, аминокислоты и другие компоненты экстрактов. Несмотря на большое содержание атомов водорода в органических веществах, его коэффициент отражения для рентгеновских лучей мал из-за малого количества электронов в атоме, поэтому расстояния Н–Н, С–Н, О–Н (углеводы) практически не образуют пики на дифрактограммах.

Наличие пиков на дифрактограмме свидетельствует либо кристаллической структуре вещества (при низких пиках – нанокристаллической), либо выраженной полимерной структуре. В обоих случаях существует определенный порядок в расположении атомов, из-за чего большая доля межатомных расстояний оказывается приблизительно одинаковой, а это приводит к появлению соответствующего пика на дифрактограмме.

Межатомные расстояния d рассчитали по угловому положению пиков дифрактограммы 2θ с помощью условия Вульфа–Брэгга [3]:

$$\frac{d}{n} = \lambda / \left(2 \sin \frac{(2\theta)}{2} \right), \quad (1)$$

где n – порядок отражения (может принимать значения 1, 2..., и для пиков в левой части дифрактограммы равно 1); λ – длина волны рентгеновского излучения.

По данной формуле для полученных ранее в таблице 1 усредненных угловых положений пиков рассчитаны межатомные расстояния:

для пика А $2\theta = 15,22^\circ$ $d = 5,817 \cdot 10^{-10}$ м;

для пика В $2\theta = 17,29^\circ$ $d = 5,125 \cdot 10^{-10}$ м;

для пика С $2\theta = 18,10^\circ$ $d = 4,897 \cdot 10^{-10}$ м;

для пика D $2\theta = 19,90^\circ$ $d = 4,458 \cdot 10^{-10}$ м;

для пика E $2\theta = 22,99^\circ$ $d = 3,865 \cdot 10^{-10}$ м;

для пика F $2\theta = 25,88^\circ$ $d = 3,440 \cdot 10^{-10}$ м.

Структура исследуемых экстрактов является чрезвычайно сложной для того, чтобы с высокой адекватностью можно было сопоставить полученные расстояния d с конкретными межатомными расстояниями. По своей величине $(3,4-5,8) \cdot 10^{-10}$ м найденные расстояния соответствуют парам О–О, С–С, N–N в типичных полимерных молекулах. Расстояния С–О, N–О, С–N, по-видимому, имеют значительный разброс в зависимости от типа связи (одинарные, двойные связи и т. п.) и расположения в молекуле, поэтому формируют довольно низкие, сложно отделяемые пики на дифрактограммах при углах $26-40^\circ$.

Наиболее важным результатом является качественное различие дифрактограмм от ППЭ-2 и ППЭ-2 (с патокой) (рисунки 1, 2). Добавление патоки в экстракт позволило добиться отсутствия выраженных острых пиков А, В, С, D, E, F на дифрактограмме. Отсутствие пиков означает очень малый размер областей когерентного рассеяния, если структура склонна к полимеризации, то полимерные молекулы довольно короткие. Данное обстоятельство подтверждается качественным методом анализа на наличие мальтодекстринов с молекулярной массой 2900–3700 Дальтон.

Малый размер областей когерентного рассеяния свидетельствует о высокой скорости растворимости вещества. Для ППЭ скорость растворимости является одним из основных технологических параметров. Оценим, во сколько раз растворимость ППЭ-2 (с патокой), выше, чем ПГСЭ, образец 1.

По ширине пиков на рентгеновской дифрактограмме можно определить размер области когерентного рассеяния с использованием формулы Шерера.

$$L = \frac{\lambda}{\Delta(2\theta) \cos \frac{(2\theta)}{2}}, \quad (2)$$

где L – характерный размер области когерентного рассеяния; (2θ) и $\Delta(2\theta)$ – угловое положение и полуширина исследуемого пика (выраженные в радианах). Полуширина пика определяется как его ширина на половине высоты.

Для пиков А, В, С, D, Е, F ориентировочная ширина пика $\Delta(2\theta)$ составляет около $1,6^\circ$. Для широкого пика ширина $\Delta(2\theta)$ составляет около 12° . Для оценки примем положение пика $2\theta = 20^\circ$. Тогда расчет дает следующие размеры областей когерентного рассеяния: для ППЭ-2 $L = 56,07 \cdot 10^{-10}$ м; для ППЭ-2 С (патокой) $L = 7,470 \cdot 10^{-10}$ м;

В ППЭ-2 размер областей когерентного рассеяния примерно в 10 раз больше размера полимерной ячейки, тогда как в ППЭ (с патокой) – примерно в 1,5 раза больше.

Размер областей когерентного рассеяния L для ППЭ-2 и ППЭ 2 (с патокой) различается примерно в 7,5 раз, поэтому можно ожидать, что и их растворимость будет существенно различаться. Оценку улучшения растворимости можно провести по формуле Гиббса–Оствальда–Фрейндлиха:

$$s(L) = s(\infty) \cdot 10^{\frac{\alpha}{L}}, \quad (3)$$

где $s(L)$ – растворимость вещества с характерным размером частиц L ; $s(\infty)$ – растворимость бесконечно-протяженной поверхности вещества; α – параметр, зависящий от поверхностной энергии раздела фаз, температуры, молярного объема вещества.

Характерное значение параметра α имеет порядок $2 \cdot 10^{-10}$ м⁻¹. Поэтому растворимость s_1 и s_2 вещества в двух дисперсных состояниях L_1 и L_2 относится, как:

$$\frac{s_2}{s_1} = 10^{\alpha \left(\frac{1}{L_2} - \frac{1}{L_1} \right)}. \quad (4)$$

Подставляя полученные значения $L_1 = 56,07 \cdot 10^{-10}$ м и $L_2 = 7,470 \cdot 10^{-10}$ м, получаем отношение растворимостей $s_2/s_1 = 1,706$. То есть, для ППЭ-2 (с патокой) растворимость выше, чем ППЭ-2 примерно в 1,7 раза.

Результаты рентгенодифракционного исследования и расчетов согласуются с данными

по растворимости экстракта, которая выражается в см³ нерастворившегося сырого осадка, полученного в пробирке после центрифугирования растворенной навески сухого порошка (таблица 2).

Таблица 2.
Растворимость экстрактов

Table 2.

The solubility of extracts

Образец Sample	Индекс растворимости, см ³ Solubility index, cm ³
ППЭ PPE	0,052±0,002
ПГСЭ PGSE	0,031±0,002
ПГрСЭ PGrSE	0,045±0,002
ППЭ-1 PPE-1	0,034 ±0,002
ППЭ-2 PPE-2	0,019±0,002
ППЭ-2 (с патокой) PPE-2 (with molasses)	0,052±0,002

Выводы

Впервые методом рентгеноструктурного анализа проведено сравнительное исследование структурно-механических свойств порошкообразных солодовых экстрактов с оценкой растворимости. Идентифицированы основные межзатонные расстояния в экстрактах; проведено сравнительное рентгенодифракционное исследование экстракта ППЭ-2, полученного без добавления и с внесением низкосахаренной патоки при сушке. Расчет дает следующие размеры областей когерентного рассеяния: для ППЭ-2 $L = 56,07 \cdot 10^{-10}$ м; для ППЭ-2 °С (патокой) $L = 7,470 \cdot 10^{-10}$ м с учетом расчетного показателя растворимости вещества с характерным размером частиц. На основе сравнения пиков рентгеновских дифрактограмм и учета размерного эффекта растворимости установлено, что добавление низкосахаренной патоки к экстракту при сушке позволяет повысить его растворимость в 1,7 раза, что согласуется с данными по растворимости, полученными по стандартной методике.

ЛИТЕРАТУРА

- Новикова, И.В., Коротких Е.А., Агафонов Г.В., Яковлева С.Ф. Микробиологические аспекты технологии напитков на основе порошкообразных солодовых экстрактов // Вестник ВГУИТ. 2014. № 4. С. 135–141
- Коротких Е.А. Новикова И.В., Агафонов Г.В., Хрипушин В.В. Квас специального назначения // Вестник ВГУИТ. 2013. № 2. С. 134 – 139.
- Violeau, D. Fluid Mechanics and the SPH Method: Theory and Applications.: Oxford University Press, 2012. 594 с.
- Singh Z., Chadha P., Sharma S. Evaluation of oxidative stress and genotoxicity in battery manufacturing workers occupationally exposed to lead // Toxicology International. 2013. Т. 20. № 1. С. 95–100.
- Mäkinen O.E., Zannini E., Arendt E.K. Germination of Oat and Quinoa and Evaluation of the Malts as Gluten Free // Baking Ingredients Plant Foods for Human Nutrition. 2013. Т. 68, № 1. pp. 90–95.

- Fogarasi A.L., Kun S, Tankó G, Stefanovits-Bányai É. A comparative assessment of antioxidant properties, total phenolic content of einkorn, wheat, barley and their malts // Food Chemistry. Т. 167, no 15. 2015
- Cauvain, S. Other cereals in breadmaking // Technology of breadmaking, 2015. pp. 377-397.
- Чусова А.Е., Алексеева Н.И., Верзилина Н.Д., Полянский К.К. Получение подсластителя из растительного сырья // Пиво и напитки. 2013. № 1. С. 24–27.
- Шлыкова А.П., Колобаева А.А., Котик О.А. Исследование растительных экстрактов как сырья для производства кваса брожения // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8. С. 319
- Саранов И.А., Магомедов М.Г., Шахов С.В. Гранулирование порошкообразного концентрата квасного сула // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 4 (часть 2). С. 400–401.

11 Иванов П.П., Плотноков И.Б., Халтурин М.А. Влияние температуры экстрагента на процесс получения экстракта из замороженных плодов рябины красной в аппарате с вибрационной насадкой // Вестник Международной академии холода. 2014. № 3. С. 64–68.

REFERENCES

- 1 Novikova, I.V., Korotkih E.A., Agafonov, G.V., Yakovleva S.F. Microbiological aspects of technology of drinks on the basis of powdery malt extracts // Vestnik VGUIT (Proceedings of VSUET). 2014, no 4. pp. 135–141. (in Russian).
- 2 Korotkih E.A. Novikova I.V., Agafonov G.V., Hripushin V.V. Kvas of the special purpose. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2013, no 2. pp. 134–139. (in Russian).
- 3 Violeau, D. Fluid Mechanics and the SPH Method: Theory and Applications: Oxford University Press, 2012. 594 p.
- 4 Singh Z., Chadha P., Sharma S. Evaluation of oxidative stress and genotoxicity in battery manufacturing workers occupationally exposed to lead. *Toxicology International*. 2013. vol. 20, no 1. P. 95 – 100.
- 5 Mäkinen O.E., Zannini E., Arendt E.K. Germination of Oat and Quinoa and Evaluation of the Malts as Gluten. *Baking Ingredients Plant Foods for Human Nutrition*. 2013. vol. 68, no. 1. pp. 90–95.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Инна В. Новикова д. т. н., профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, noviv@list.ru

Елена А. Коротких к. т. н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, dobruly@bk.ru

Алексей В. Коростелев к. т. н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vinodelvgta@mail.ru

Геннадий В. Агафонов д. т. н., профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, адрес пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kafedra_tbsp@mail.ru

Анастасия А. Пенкина студент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, penkia@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 25.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.04.2017

6 Fogarasi A. A comparative assessment of antioxidant properties, total phenolic content of einkorn, wheat, barley and their malts. *Food Chemistry*. vol. 167, no 15. 2015, pp.

7 Cauvain S. Other cereals in breadmaking. *Technology of breadmaking*, 2015. pp. 377–397.

8 Chusova A.E., Alekseeva N.I., Verzilina N.D., Polyanskiy K.K. Receiving of sweetener from vegetable raw materials. *Pivo i napitki* [Beer and beverages]. 2013, no 1. pp. 24–27 (in Russian).

9 Shlykova A.P., Kolobaeva A.A., Kotik O.A. Research of plant extracts as raw materials for production of kvas with fermentation. *Sovremennye naukoemkie tehnologii*. 2013. no 8. pp. 319. (in Russian).

10 Saranov I.A., Magomedov M.G., Shahov S.V. Granulation of the powdery concentrate of the kvas mash. *Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovaniya*. 2015, no 4 (part 2), pp. 400–401. (in Russian).

11 Ivanov P.P., Plotnikov I.B., Khalturin M.A. The effect of temperature of extractant on the process of obtaining the extract from frozen fruits of mountain ash red in the machine with vibrating nozzle. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of refrigeration]. 2014. no. 3. pp. 64–68. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Inna V. Novikova doctor of technical sciences, professor, technology of industrial fermentations and sugar making department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, noviv@list.ru

Elena A. Korotkih candidate of technical sciences, assistant professor, technology of industrial fermentations and sugar making department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, dobruly@bk.ru

Alexey V. Korostelev candidate of technical sciences, assistant professor, technology of industrial fermentations and sugar making department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vinodelvgta@mail.ru

Gennady V. Agafonov doctor of technical sciences, professor, technology of industrial fermentations and sugar making department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kafedra_tbsp@mail.ru

Anastasia A. Penkina student, technology of industrial fermentations and sugar making department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, penkia@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 3.25.2017

ACCEPTED 4.29.2017

Сухие молокосодержащие продукты здорового питания

Ирина А. Ивкова¹ ivkovai55@mail.ru

Анастасия С. Пилыева¹ as.pilyaeva@omgau.org

¹ Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Институтская площадь, 1, Омск, 644008, Россия

Реферат. Статья посвящена разработке технологии молочных консервов нового поколения, сбалансированных по составу жирных кислот и соответствующих формуле здорового питания. Это соответствие достигается за счет корректировки жирнокислотного состава и замены части животного жира на заменители растительного происхождения. Проводя анализ рекомендаций диетологов по питанию с целью профилактики сердечно-сосудистых болезней, были сформулированы основные положения, которые направлены на создание специализированных молокосодержащих продуктов, предназначенных для питания людей в экстремальных условиях существования. На основе результатов, которые получены при анализе сырья растительного происхождения, энергетической ценности и органолептической оценке, а также экономической целесообразности использования растительных компонентов, были выбраны оптимальные дозировки замены животного жира на его заменители, а также были определены области допустимых значений массовых долей продуктов специального назначения. При выполнении исследований была осуществлена разработка новых специализированных продуктов на молочной основе, которая проводилась в направлении создания научно обоснованных рецептур и технологии сухих молокосодержащих консервов, а также производственная проверка в промышленных условиях и сравнительные исследования, направленные на изучение качественных показателей продуктов. Результаты подтверждено, что разработанные продукты обладают высокими значениями всех изученных в работе критериев и могут быть рекомендованы для рационов людей, находящихся в экстремальных условиях существования в качестве полноценной молочно-растительной добавки, а также профилактики сердечно-сосудистых и других заболеваний.

Ключевые слова: концепция здорового питания, продукты функционального назначения, корректировка жирнокислотного состава, пищевая ценность сухих молокосодержащих продуктов

Dry milk-containing foods of healthy nutrition

Irina A. Ivkova¹ ivkovai55@mail.ru

Anastasiya S. Pilyayeva¹ as.pilyaeva@omgau.org

¹ Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institutskaya square, 1, Omsk, 644008, Russia

Summary. The article is devoted to the development of the technology of new-generation canned milk, balanced by the composition of fatty acids and corresponding to the formula of healthy nutrition. This compliance is achieved by adjusting the fatty acid composition and replacing part of the animal fat with vegetable substitutes. Carrying out the analysis of dieticians recommendations on nutrition with the aim of preventing cardiovascular diseases, the main provisions were formulated, which are aimed at creating specialized milk products intended for feeding people under extreme conditions of existence. Based on the results obtained in the analysis of vegetable raw materials, energy value and organoleptic evaluation, as well as the economic feasibility of using plant components, optimal dosages of substituting animal fat for its substitutes were selected, and the areas of permissible values of the mass fractions of special products were determined. During the research, new specialized milk-based products were developed, which were conducted in the direction of creating scientifically sound formulas and technology of dry milk-containing canned food, as well as production inspection in industrial conditions and comparative studies aimed at studying the quality of products. The results confirmed that the developed products have high values of all the criteria studied in the work and can be recommended for diets of people who are in extreme conditions of existence as a full-fledged dairy-plant supplement, as well as prevention of cardiovascular and other diseases.

Keywords: concept of healthy nutrition, products of functional purpose, adjustment of fatty acid composition, nutritional value of dry milk-containing products

Введение

Сегодня наибольшую популярность в рацион населения приобретают продукты питания функциональной направленности [5, 6].

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, Российская Федерация находится на третьем месте по уровню смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, составляющих около 60% от общей смертности [1, 2].

По многолетним результатам исследования, учёными была доказана тесная связь между структурой питания и смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний.

Особое значение при лечении, профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, а также основных причин их возникновения уделяется специализированным продуктам питания, в число которых входят молокосодержащие продукты, изготовленные на молочной основе [3, 5].

Дефицит и сезонность натурального молока, необходимость получения молочных продуктов населением отдаленных районов страны с ограниченными сырьевыми ресурсами, а также спецконтингентом (войска российской армии, флот, космос), туристами, альпинистами требуют разработки молочных продуктов для питания в экстремальных условиях существования.

Для цитирования

Ивкова И.А., Пилыева А.С. Сухие молокосодержащие продукты здорового питания // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 148–152. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-148-152

For citation

Ivkova I.A., Pilyayeva A.S. Dry milk-containing foods of healthy nutrition. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 148–152. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-148-152

Большие психологические и физические нагрузки, воздействующие на данную группу людей, должны компенсироваться здоровым питанием, в частности, сбалансированным по составу жирных кислот молочным жиром и богатому незаменимыми аминокислотами молочным белком.

Комплексная программа борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями основывается на разработке новых технологий пищевых продуктов и рецептур, с содержанием активных в биологическом отношении веществ, таких как моно- и полиненасыщенных жирных кислот (в том числе эссенциальных), витаминов, бифидобактерий, флавоноидов.

Длительное алиментарное воздействие этих факторов и их снижение подтверждает целесообразность комплексной программы борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

За счет правильной организации питания людей, находящихся в автономных условиях существования, осуществляется своевременная профилактика сердечно-сосудистых заболеваний, а в дальнейшем их предупреждение и снижение.

Особое внимание при разработке продуктов указанного назначения стоит уделить необходимости защиты организма от неблагоприятного воздействия внешних факторов, а также в способности организма существовать в экстремальных условиях за счёт повышения его адаптационных возможностей. Это крайне важно для людей, находящихся в автономных условиях.

Одним из наиболее прогрессивных направлений в пищевой промышленности является создание молочных и молочносодержащих продуктов, имеющих высокую пищевую ценность и длительный срок годности, путем изменения их состава, за счет замены молочного жира на его заменители растительного происхождения. Что крайне помогает улучшить питание людей, находящихся в автономных условиях существования.

Материалы и методы

Специалистами Омского ГАУ совместно с ООО «ВНИМИ-Сибирь» проводится ряд мероприятий, заключающихся в обосновании использования функциональных пищевых ингредиентов в производстве молочных продуктов, предназначенных для использования в автономных условиях [4].

В процессе исследования, были разработаны новые специализированные молочносодержащие продукты, предназначенные для питания спецконтингента [5, 6].

Эти факторы обеспечиваются сочетанием животных и растительных жиров, а также белка, их сбалансированностью по жирнокислотному и аминокислотному составам, ограничением энергетической ценности холестерина наряду с обеспечением организма белками, оптимальным жировым составом.

Были сформулированы положения, направленные на создание специализированных молочносодержащих продуктов, предназначенных для питания людей в автономных условиях существования:

- составляющая белков должна обеспечивать организм незаменимыми аминокислотами, которые не синтезируются, а обязательно поступают с пищей;

- продукты должны быть наделены витаминами, живыми бифидобактериями в их наиболее оптимальном соотношении, а также ПНЖК и требуемыми соотношениями омега-6 и омега-3 жирных кислот;

- в качестве веществ, которые удлиняют срок годности и стабилизируют качество в процессе продолжительного хранения, рекомендуется использовать флавоноидные соединения, которые обуславливают антиоксидантное и тромболитическое действие, позволяют сохранить высокую пищевую и биологическую ценности, в том числе сбалансированность по аминокислотному составу, а также уменьшить калорийность, содержание насыщенных жирных кислот и холестерина;

- жировая составляющая формируется жиром животного и растительного происхождения как источника полиненасыщенных жирных кислот;

- продукт должен быть дополнительно обогащен витамином С, β -кератином и бифидобактериями;

- энергетическая ценность в 100 г. продукта должна находиться в пределах 150–200 ккал [3, 7, 13].

На основе результатов, полученных в результате проведенного анализа сырья растительного происхождения, энергетической ценности и орган оценки, а также экономической целесообразности использования растительных компонентов, были выбраны оптимальные дозировки замены молочного жира на его заменители (ЗМЖ), вид ЗМЖ, виды и дозировки внесения функциональных добавок, повышающих биологическую ценность антиоксидантов, витаминов, бифидобактерий, флавоноидов синергистов.

Согласно установленным требованиям, предъявляемым к содержанию ингредиентов животного и растительного происхождения

в продуктах специального назначения, были установлены допустимые значения их массовых долей:

1. сухой молокосодержащий продукт
 - массовая доля жира – 24%, в том числе молочного 12,8%
 - массовая доля белка 23,88%
2. сухой сметанный продукт
 - массовая доля жира – 58%, в том числе молочного 29%
 - массовая доля белка 26,4%

В качестве заменителя молочного жира использовали растительный жир «Эколакт» производителя «Эфко–Ингредиент». Основной особенностью этого жира является то, что в его составе имеется белковая эмульгирующая добавка, благодаря которой обеспечивается стабильность эмульсии, а также с её помощью достигается наибольшая эффективность эмульгирования при производстве молочно-растительной смеси.

При помощи роторно-пульсационной установки Я-9-ОПИ, ТУ 51-32017-00419839-2002, разработанной «ВНИМИ-Сибирь» РАСХН

осуществлялось эмульгирование молочно-растительной смеси [5].

При температуре 55 ± 5 °С длительность эмульгирования составила 20–25 минут. Нужная однородная консистенция достигалась путем неоднократного повторения эмульгирования в течение указанного времени.

Для повышения пищевой и биологической ценности в продукты были внесены живые клетки бифидобактерий в количестве 1×10^7 к массе смеси, а также флаваноиды – дигидрокверцетин и аскорбиновая кислота [9, 11].

Продукт массой 250 ± 5 г упаковывали в пакеты, изготовленные из комбинированных материалов на основе алюминиевой фольги.

Результаты и обсуждение

Качество разработанных сухих консервов на молочной основе оценивали по показателям:

1. Пищевой ценности сухих молокосодержащих продуктов (таблица 1).
2. Элементному и витаминному составу сухих молокосодержащих продуктов (таблица 2)
3. Химическому составу сухих молокосодержащих продуктов (таблица 3).

Таблица 1.

Пищевая ценность продуктов сухих молокосодержащих

Table 1.

Nutritive value of products of dry milk-containing

Незаменимые аминокислоты Essential amino acids	Содержание белка, % Protein content, %	
	Продукт сухой молокосодержащий Dry milk product	Продукт сухой сметанный Dry sour cream product
Изолейцин Isoleucine	1285,04	265,03
Лизин Lysine	1422,02	424,04
Лейцин Leucine	2292,01	583,02
Триптофан Tryptophan	364,02	72,23
Метионин + Цистин Methionine + Cystine	527,7 + 224,0	347,04
Трионин Trionin	1138,54	297,01
Аргинин Arginine	716,01	229,06
Фенилаланин + Тирозин Phenylalanine + Tyrosine	1174 + 1297,0	483,04
Валин Valine	1113,41	320,01
Общее количество незаменимых аминокислот Total amount of essential amino acids	7893,63	6818,21
Фракционный состав липидов, % Fractional composition of lipids, %		
Ненасыщенные жирные кислоты Unsaturated fatty acids	42,98	53,92
Мононенасыщенные жирные кислоты Monounsaturated fatty acids	36,13	34,12
Полиненасыщенные жирные кислоты Polyunsaturated fatty acids	20,39	25,41
Соотношение ω -6: ω -3 Ratio ω -6: ω -3	7:1	8:1
Фосфолипиды Phospholipids	1,09	2,31

Таблица 2.

Элементный и витаминный состав продуктов сухих молокосодержащих

Table 2.

Elemental and vitamin composition of products of dry milk-containing

Содержание Content	Рекомендуемая норма, мг в сутки Recommended norm, mg per day	Продукт сухой молокосодержащий, % Dry milk product	Продукт сухой сметанный, % Dry sour cream product
A	5–11	0,240	0,7235
C	2500–3500	2,18	2,59
E	15–100	0,61	0,639

Таблица 3.

Химический состав продуктов сухих молокосодержащих

Table 3.

The chemical composition of products of dry milk-containing

Содержание Content	Продукт сухой молокосодержащий, % Dry milk product	Продукт сухой сметанный, % Dry sour cream product
Жир Fat	25,1	60,0
Белок Protein	23,87	26,61
Влага Water	2,1	2,2

Результаты исследований разработанных сухих молокосодержащих продуктов свидетельствуют о том, что продукты специального назначения служат источником полноценного легкоусвояемого белка, который является основным строительным материалом для людей, которые находятся в экстремальных условиях и адаптированы по составу к физиологическим особенностям организма спецконтингента.

Анализируя представленные данные, можно сделать вывод, что при употреблении разработанных продуктов людьми, находящимися в экстремальных условиях, рацион человека не только обогащается полноценными белками и жирами, но и является также одним из видов профилактики сердечно-сосудистых заболеваний

В сухом молокосодержащем продукте содержание незаменимых аминокислот немного выше по сравнению с сухим сметанным продуктом.

В сухом молокосодержащем продукте в 2,5 раза увеличивается количество незаменимой аминокислоты аргинина по сравнению с продуктом сухим сметанным. Эта кислота играет важную роль в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний за счет того, что обладает сосудорасширяющим действием.

ЛИТЕРАТУРА

1 Австриевских А.Н., Вековцев А.А., Позняковский В.М. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения, Новосибирск: изд-во Сибирского Ун-та, 2005. 413 с.

2 Драпкина О.М., Ашихмин Я.И., Ивашкин В.Т. Питание и сердечно-сосудистые заболевания // Трудный пациент. 2006. № 8.

Незначительные преимущества по содержанию витамина А имеет сухой сметанный продукт, что составляет примерно 0,639 мг на 100 грамм продукта

В сухом сметанном и молокосодержащем продуктах соотношение ПНЖК ω -6: ω -3 составляет 8:1 и 7:1, что соответствует формуле здорового питания.

Заключение

По результатам работы была теоретически обоснована возможность создания сухих консервов на молочной основе сухого молокосодержащего и сухого сметанного продуктов. Были разработаны схемы их производства для питания людей, находящихся в автономных условиях существования, с целью обогащения их рациона полноценными белками и жирами. Проведен анализ показателей разработанных продуктов, который свидетельствует, что они пригодны для питания спецконтингента, а также являются полноценной молочно-растительной добавкой и служат для профилактики сердечно-сосудистых и других заболеваний.

3 Ивкова И.А., Пиляева А.С. Методология корректировки жирнокислотного состава жировых основ сухих молочных консервов // Товаровед продовольственных товаров. 2016. № 6. С. 14–16.

4 Ивкова И.А., Пиляева А.С. Сухие молочные консервы специального назначения // Пищевая промышленность. 2012. № 6. С. 64–65.

5 МР 2.3.1. 1915–04 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Методические рекомендации, 2014. М.: Минздрав России

6 Чазов Е.И. Проблемы первичной и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний // Терапевтический архив. 2002. № 9. С. 5–8.

7 Marhus K. Physical Principles of food preservation. 2th edition, revised and expanded, D. Lund. New York: Marcel Dekker, 2003. 400 p.

8 Knipschildt M.E., Andersen G.G. Drying of milk and milk products // Modern Dairy Technology Volume 1. Advances in Milk Processing. London: Chapman and Hall, 1994. P. 159–254.

9 Labuza T.P. Roe K., Payne C. [и др.] Storage stability of dry food systems: Influence of state changes during drying and storage // Drying M. Silva and S. Rocha (eds.). 2004. P. 48–68.

10 McCance and Widdowson's. The Composition of Foods : Sixth summary edition. Food Standards Agency. Cambridge: Royal Society of Chemistry. 2002. 450 p.

11 Milner, J.A. Functional foods and health: a US perspective // British J. Nutpition. 2002. № 2. P. 151–158.

12 Moskowitz, H.R. Importance of sensory factors for acceptance of seafood // J. Sensory Studies 7, 1992, P. 147–156.

13 Stirton A.J., Turner J., Riemenschneider, R.W. Oxygen absorption of methyl esters of fat acids and the effect of antioxidants // Oil and Soap. 1965. T. 22. P. 81–83.

REFERENCES

1 Avstrieviskikh A.N., Vekovtsev A.A., Poznyakovskii V.M. Produkty zdorovogo pitaniya: novye tekhnologii, obespechenie kachestva, effektivnost' primeneniya [Healthy products: new technology, quality assurance, the effectiveness of]. Novosibirsk, Siberian university, 2005. 413 p. (in Russian).

2 Drapkina O.M., Ashikhmin Ya.I., Ivashkin V.T. Nutrition and cardiovascular disease. *Trudnyi patsient* [Difficult patient]. 2006. no. 8. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Ивкова д.т.н., доцент, кафедра товароведения, стандартизации и управления качеством, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Институтская площадь, 1, Омск, 644008, Россия, ivkovai55@mail.ru

Анастасия С. Пилаева к.т.н., доцент, кафедра товароведения, стандартизации и управления качеством, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Институтская площадь, 1, Омск, 644008, Россия, as.pilyaeva@omgau.org

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 06.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2017

3 Ivkova I.A., Pilyaeva A.S. The adjustment methodology fatty acid composition of fatty bases dry canned milk. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity expert of food products]. 2016. no. 6. pp. 14–16. (in Russian).

4 Ivkova I.A., Pilyaeva A.S. Dry milk products special purpose. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry]. 2012. no. 6. pp. 64–65. (in Russian).

5 Rekomenduemye urovni potrebleniya pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv. Metodicheskie rekomendatsii [MP 2.3.1. 1915–04..The recommended levels of food consumption and biologically active substances. Guidelines]. 2014. Moscow, Minzdrav Rossii (in Russian).

6 Chazov E.I. Problems of the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Tera-pevticheskii arkhiv* [Therapeutic archive]. 2002. no. 9. pp. 5–8. (in Russian).

7 Marhus K. Physical Principles of food preservation. 2th edition, revised and expanded, D. Lund. New York: Marcel Dekker, 2003. 400 p.

8 Knipschildt M.E., Andersen G.G. Drying of milk and milk products, *Modern Dairy Technology*, vol 1. Advances in Milk Processing. London: Chapman and Hall, 1994. pp. 159–254.

9 Labuza T.P. Roe K., Payne C. et al. Storage stability of dry food systems: Influence of state changes during drying and storage. In *Drying M. Silva and S. Rocha* (eds.). 2004. pp. 48–68.

10 McCance and Widdowson's. The Composition of Foods: Sixth summary edition. Food Standards Agency. Cambridge: Royal Society of Chemistry. 2002. 450 p.

11 Milner, J.A. Functional foods and health: a US perspective *British J. Nutpition*. 2002. no 2. pp. 151–158.

12 Moskowitz, H.R. Importance of sensory factors for acceptance of seafood *J. Sensory Studies* 7, 1992, pp. 147–156.

13 Stirton A.J., Turner J., Riemenschneider, R.W. Oxygen absorption of methyl esters of fat acids and the effect of antioxidants *Oil and Soap*. 1965. vol. 22. pp. 81–83.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Ivkova doctor of technical sciences, assistant professor, commodity science, standardization and quality management department, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institutskaya square, 1, Omsk, 644008, Russia, ivkovai55@mail.ru

Anastasiya S. Pilyayeva candidate technical sciences, assistant professor, commodity science, standardization and quality management department, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institutskaya square, 1, Omsk, 644008, Russia, as.pilyaeva@omgau.org

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.6.2017

ACCEPTED 5.17.2017

Разработка технологии шоколада диетического назначения на основе натуральных сахарозаменителей

Игорь А. Никитин	¹	nikitinia@mgutm.ru
Валентин А. Богатырёв	¹	bogatirev.valentin@yandex.ru
Яна А. МIRONCHENKO	¹	yanochkamironchenko@yandex.ru
Сергей В. Лавров	²	ya-serglavrov@yandex.ru

¹ Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г.Разумовского (ПКУ), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

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

Реферат. Шоколад является популярным кондитерским изделием среди детей и взрослых. Однако чрезмерное потребление шоколада неблагоприятно отражается на здоровье человека из-за высокого содержания простых углеводов, в частности сахарозы. На кафедре Технологии переработки зерна, хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского разработана рецептура шоколада с природными сахарозаменителями, такими как стевиозид и эритритол. Стевиозид – гликозид, извлекаемый из растения стевия. Благодаря термоустойчивости (разрушение происходит при 190–200 °С) его можно использовать в традиционной технологии производства шоколада. Эритритол (эритрит) – многоатомный сахарный спирт, вырабатываемый в производственном масштабе из кукурузы. Основная сложность при изготовлении шоколада с сахарозаменителями традиционным способом заключается в том, что при замене сахарозы стевиозидом и эритритолом в готовом шоколаде появлялась специфическая горечь, устранение которой стало главной задачей исследований. Полученный образец характеризуется максимальным приближением к традиционному вкусу, в нем отсутствует побочный эффект применяемых сахарозаменителей – горечь и специфичное послевкусие. По органолептическим и физико-химическим показателям он приближен к классическому темному шоколаду, а также превосходит более чем в два раза среднее значение антиоксидантной емкости по липофильной фракции в линейке шоколада известных российских производителей. Это может быть следствием увеличенного содержания какао продуктов в рецептуре опытного образца шоколада по сравнению с традиционными марками в связи с исключением сахара из его рецептуры и заменой его на натуральные сахарозаменители.

Ключевые слова: sweeteners, stevia, erythritol, chocolate, antioxidant activity

Development of chocolate technology for dietary purposes based on natural sweeteners

Igor A. Nikitin	¹	nikitinia@mgutm.ru
Valentin A. Bogatyryev	¹	bogatirev.valentin@yandex.ru
Yana A. Mironchenko	¹	yanochkamironchenko@yandex.ru
Sergey V. Lavrov	²	ya-serglavrov@yandex.ru

¹ Moscow state University of technologies and management. K. G. Razumovsky (PKU), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia

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

Summary. Chocolate it's popular confectionery product for children and adults. However, excessive consumption of chocolate adversely affects to human health due to high content of simple carbohydrates, especially sucrose. At Department of Technologies grain processing, bakery, confectionery and pasta production in Moscow State University of Technology and Management. K.G. Razumovsky developed a recipe for chocolate with natural sweeteners, such as stevioside and erythritol. Stevioside is a glycoside extracted from a stevia plant. Thanks to thermal stability (destruction occurs at 190-200 °C) it can be used in the traditional technology of chocolate production. Erythritol (erythritol) is a polyhydric sugar alcohol, produced from corn. Main difficulty of chocolate production with natural sweeteners on traditional way is - replacing sucrose with stevioside and erythritol in finished chocolate, a specific bitterness appeared, elimination of which became the main task of research. The obtained sample is characterized by maximum approximation to traditional taste, it does not have a side effect of using sweeteners - bitterness and a specific aftertaste. According to organoleptic and physicochemical parameters, it is close to classical dark chocolate, and also exceeds by more than two times average value of antioxidant capacity by lipophilic fraction, compare with well-known chocolate producers in Russia. This may be a consequence of increased content cocoa products in prototype recipe of chocolate sample, in comparison with traditional brands, with exclusion of sugar from recipe and replacement with natural sugar substitutes.

Keywords: сахарозаменители, стевия, эритритол, шоколад, антиоксидантная активность

Для цитирования

Никитин И.А., Богатырев В.А., МIRONCHENKO Я.А., Лавров С.В. Разработка технологии шоколада диетического назначения на основе натуральных сахарозаменителей // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 153–158. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-153-158

For citation

Nikitin I.A., Bogatyryev V.A., Mironchenko Ya.A., Lavrov S.V. Development of chocolate technology for dietary purposes based on natural sweeteners. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 153–158. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-153-158

Введение

Шоколад является популярным кондитерским изделием среди детей и взрослых. Однако чрезмерное потребление шоколада неблагоприятно отражается на здоровье человека из-за высокого содержания простых углеводов, в частности сахарозы [8].

Попытки разработки шоколада, не содержащего в своем составе сахарозы, имеют достаточно длительную историю. При этом для придания ему сладкого вкуса применяют различные сахарозаменители, как натуральные, так и искусственного происхождения [6].

Впервые шоколад со стевией был представлен компанией «Победа» в тестовом формате на международной выставке Sweets & Snacks Expo в Чикаго. Были и другие попытки создания шоколада по традиционной технологии с использованием заменителей сахара. Все они имели один значительный недостаток – неприятный потребителю вкус [9].

Шоколад, не содержащий в своем составе сахарозу, прекрасно подходит для спортсменов, людей, страдающих сахарным диабетом. Вместе с тем, такой шоколад не способствует излишнему отложению жиров в организме, не разрушает зубную эмаль, обладает низким гликемическим индексом (не повышает уровень сахара в крови) [6].

Согласно статистическим данным в настоящее время больных сахарным диабетом в мире насчитывается более 200 млн. человек, причем каждые 10–15 лет это число практически удваивается. В России число страдающих от этой болезни составляет 2,5 миллиона человек, то есть 2% населения страны [2]. Вместе с тем, в России существует проблема нехватки продуктов питания, предназначенных для больных сахарным диабетом, а также в целях предупреждения и профилактики заболевания. Это связано с тем, что рынок диабетических продуктов до сих пор не сложился из-за узкого ассортимента подобной продукции. В настоящее время в группе товаров для диабетиков присутствуют в основном товары западного производства. У больных, страдающих сахарным диабетом, часто возникает ощущение сильного голода. Люди, которые старательно соблюдают диету с целью похудения, также должны воздерживаться от сладостей. Поэтому разработка рецептуры шоколада на основе натуральных сахарозаменителей с низкими гликемическим индексом и калорийностью способствует расширению ассортимента продуктов для людей с диабетом, а также желающих похудеть и поддерживать желаемый вес, для сторонников здорового образа жизни и правильного питания.

Материалы и методы

На кафедре Технологии переработки зерна, хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств МГУТУ им. К.Г. Разумовского разработана рецептура шоколада с природными сахарозаменителями, такими как стевиозид и эритритол.

Стевиозид – гликозид, извлекаемый из растения стевия. Родом это растение из США и Мексики, самое большое распространение на сегодняшний день получило в Японии. Уникальность стевии заключается в том, что она имеет низкую калорийность, а ее гликемический индекс равен нулю. При этом стевия по сладости превосходит традиционный сахар в 300 раз. Стевия имеет противовоспалительные и лечебные свойства: уменьшает содержание сахара в крови, снижает уровень холестерина, повышает обмен веществ, укрепляет иммунитет, замедляет процесс старения. Благодаря термоустойчивости (разрушение происходит при 190–200 °C) ее можно использовать в традиционной технологии производства шоколада. Отсутствие противопоказаний позволяет включать стевию в рацион детского питания.

К недостаткам ее можно отнести специфическое послевкусие, которое необходимо устранять при разработке продуктов, содержащих этот сахарозаменитель. В 2010 году компания Datamonitor опубликовала исследование «Будущее подсластителей: понимание потребителей и возможности пищевых продуктов». В нем говорилось о перспективах расширенного использования стевии в нескольких сегментах пищевого рынка – в молочных продуктах, хлебобулочных изделиях, напитках и кондитерских изделиях.

Эритритол (эритрит) – многоатомный сахарный спирт, вырабатываемый в производственном масштабе из кукурузы. В натуральном виде он встречается в дынях, грушах, винограде и прочих фруктах и овощах [7].

Коэффициент сладости эритритола равен 0,7. Его энергетическая ценность всего 0,02 ккал/гр. тогда как у сахарозы 4 ккал/гр.

Безвредность эритритола для здоровья подтверждена и закреплена соответствующими нормативными документами, принятыми на национальном (США, Япония, многие страны ЕС, Россия (1991 г.) и так далее, всего более 20 стран) и международном уровне (совместный экспертный комитет WHO/FAO по пищевым добавкам) [10]. Благодаря свойству эритритола сохранять pH после потребления неизменным в пределах 6,8–7,2 в течение нескольких часов он не способствует разрушению зубной эмали.

Основная сложность при изготовлении шоколада с сахарозаменителями традиционным

способом заключается в том, что при замене сахарозы стевией и эритритолом в готовом шоколаде появлялась специфическая горечь, устранение которой стало главной задачей на начальном этапе разработки.

Эритритол частично способствует снижению горечи от стевиозида при увеличении его дозировки. Помимо него в рецептуру шоколада вводили инулин, ваниль, корицу и кокосовую муку.

Для устранения горечи было подобрано оптимальное количественное соотношение всех ингредиентов, содержащихся в шоколаде. Пробные образцы готовились следующим образом: в каменные меланжеры KADZAMA заливалась шоколадная масса, приготовленная по рецептурам, отличающимся массовым соотношением вышеперечисленных ингредиентов. В течение 48 ч с момента окончания загрузки проводились процессы конширования и меланжирования. За это время размер объемной доли частиц достигал 30 мкм, а степень измельчения шоколадной массы – 97%, что позволило сделать ее вкусовые достоинства более полными и тонкими. После окончания меланжирования шоколад темперировали на гранитном столе, затем дозировали в формы и ставили на 30 мин в охлаждающую камеру.

Для того чтобы провести оценку полученного шоколада, и добиться наилучших вкусовых показателей, проводилась «слепая» дегустация. Группе дегустаторов, среди которых присутствовал и человек, страдающий сахарным диабетом II типа, был представлен шоколад с различным соотношением ингредиентов. На рисунке 1 изображена диаграмма оценок шоколада по вкусовым параметрам. В состав образца 1 входили тертое какао и масло какао в соотношении 1:3, эритритол, стевиозид, кокосовая мука и инулин. Образец 2

отличался от образца 1 добавлением корицы и ванили. В 3 варианте отношение тертого какао и масла какао изменилось и составило 1:2, добавлены только эритритол и стевия. Образцы 4 и 1 были схожи по составу, но различны в соотношении тертого какао к маслу какао (1:2). По своему составу образец 5 идентичен 2, но содержит меньше тертого какао. В последнем образце шоколада используются все ингредиенты.

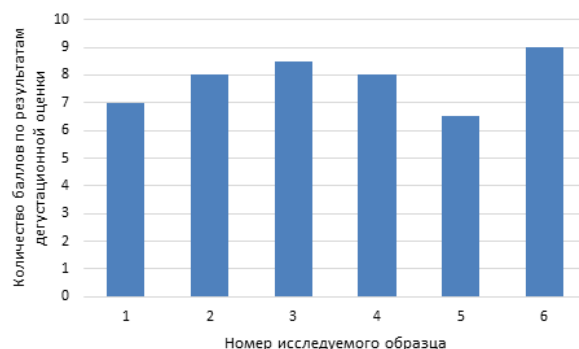


Рисунок 1. Результаты оценки шоколада по десятибалльной шкале

Figure1. The results of the evaluation chocolate on a scale

В результате дегустационной оценки был отобран образец с оптимальным соотношением рецептурных компонентов: тертого какао, масла какао, корицы, эритритола, стевиозида, ванили и кокосовой муки – 60:20:0, 6:10:0, 01:6, 39:3. При данном соотношении ингредиентов пробный образец характеризуется максимальным приближением к традиционному вкусу классического темного шоколада.

Результаты и обсуждение

Полученный шоколад исследовали по органолептическим и физико-химическим показателям качества (таблица 1).

Таблица 1.

Органолептические и физико-химические показатели качества разработанного шоколада

Table 1.

Organoleptic and physico-chemical quality indicators developed by chocolate

Показатель Index	Характеристика Characteristic
Вкус и запах Taste and smell	Ярко выраженные, характерные для темного шоколада Pronounced characteristic of dark chocolate
Структура Structure	Микрористаллическая, с равномерным распределением кристаллов по всей массе Microcrystalline, with a uniform distribution of crystals throughout the mass
Консистенция Consistency	Твердая, ломкая Hard, brittle
Внешний вид Appearance	Поверхность твердая и блестящая, отсутствует поседение The surface is hard and shiny, not gray
Массовая доля масла какао в пересчете на СВ, % Mass fraction of cocoa butter in terms of on dry substance, %	20
Массовая доля общего сухого остатка в пересчете на СВ, % Mass fraction of total solids in the pen-account for dry substance, %	80
Степень измельчения, % Fineness, %	97

На следующем этапе исследований изучалось влияние нового ингредиентного состава разрабатываемого шоколада на его антиоксидантную емкость (АОЕ), что является актуальным для повышения пищевой ценности шоколада и его функционального значения для организма человека.

Традиционно шоколад относят к продуктам с высокой антиоксидантной активностью. Проводили определение антиоксидантной емкости полученного опытного образца шоколада и сравнения ее с аналогичным показателем у шоколада известных российских производителей. Известно, что антиоксиданты прерывают радикально-цепные процессы окисления в организме человека, вызываемые свободными радикалами вследствие воздействия факторов экзогенного происхождения (химические загрязнители окружающей среды, ионизирующие излучения радионуклидов) и в результате биохимических метаболических реакций в клетках организма [1]. Антиоксиданты шоколада биодоступны: при потреблении шоколада повышается общая антиоксидантная активность плазмы человека. После потребления темного шоколада содержание маркеров окислительного стресса, в частности малонового диальдегида, в плазме уменьшается [5].

Антиоксидантной емкостью называют общее количество свободных радикалов, с которыми может прореагировать вещество-антиоксидант. Наличие антиоксидантной емкости гидрофильной или липидной фракции шоколада позволяет рекомендовать его в качестве диетического кондитерского изделия, помогающего предотвратить нарушение развития физиологических и метаболических систем.

Совместно с институтом Биохимии им. А.Н. Баха РАН провели определение антиоксидантной емкости опытного образца шоколада на спектрофотометре Cary 100 Bio. Полученные данные сравнивали с ранее проводимыми измерениями АОЕ в шоколаде известных российских производителей [4]. Были получены значения АОЕ липофильной и гидрофильной фракций опытного образца по отношению к катион-радикалу диазмонийной соли 2-азинобис-3-этилбензиазолит-6 сульфоновой кислоты (АБТС). В качестве стандарта при анализе АОЕ использовали тролокс, расчет проводили в тролокс-эквивалентах (ТЭ) [3].

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Суммарное содержание жирорастворимых (ССЖА) и водорастворимых (ССА) антиоксидантов в опытном образце шоколада и в шоколаде известных российских производителей

Table 2.

The total content of fat-soluble (SSA) and water soluble (PAS) antioxidants in the prototype and chocolate well-known Russian producers

Наименование шоколада The name of the chocolate	ССЖА, мг/100г The total content of fat-soluble antioxidants, mg/100 g	ССА, мг/100г The total content of water-soluble antioxidants, mg/100 g	Производитель Manufacturer
«Alpen Gold» (темный) “Alpen Gold” (dark)	135	–	ООО «Крафт Фудс Рус», Россия LTD «Kraft FUDS Rus», Russia
«Красный Октябрь» (горький 80% какао) “Red October” (bitter 80% cacao)	66	–	ОАО «Красный Октябрь», Россия OJSC «Kraft FUDS Rus», Russia
«Вечерний звон» “Evening bells”	66	–	ОАО «Рот Фронт», Россия OJSC «Rot Front», Russia
Элитный горький шоколад, 87% какао Elite dark chocolate, 87% cacao	24	–	ЗАО «Фабрика «Русский шоколад», Россия CJSC «Factory "Russian chocolate", Russia
«Российский» (темный) “Russian” (dark)	22	–	ОАО «Кондитерское объединение Россия», Россия OJSC «Confectionery Union Russia», Russia
Среднее значение АОЕ в шоколаде известных российских производителей The average value antioxidant capacity in chocolate well-known Russian producers	63	–	
Опытный образец шоколада The prototype chocolate	115	–	ФГБОУ ВО МГУТУ им. К.Г. Разумовского K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)

Из полученных данных, представленных в таблице 2, видно, что опытный образец шоколада имеет значение показателя антиоксидантной емкости по липофильной фракции 115 мкмоль ТЭ/г веса, что является величиной, превосходящей более чем в два раза среднее значение АОЕ в линейке шоколада известных российских производителей. Это может быть следствием увеличенного содержания какао продуктов в рецептуре опытного образца шоколада по сравнению с традиционными марками в связи с исключением сахара из его рецептуры и заменой его на натуральные сахарозаменители.

Значение показателя антиоксидантной емкости опытного образца шоколада по гидрофильной фракции было также пренебрежимо мало, как и у шоколада известных российских

производителей (принималось равным нулю), что связано с отсутствием в шоколаде влаги и соответственно водорастворимых веществ.

Заключение

В результате проведенных исследований была разработана рецептура диетического шоколада на основе эритритола, экстракта стевии и ряда натуральных ингредиентов, не содержащего сахарозу в своем составе, антиоксидантная емкость которого значительно превышала среднее значение в группе шоколада известных российских производителей. В полученном продукте отсутствовал побочный эффект применяемых сахарозаменителей – горечь и специфичное послевкусие.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Козлова, Т.С. Исследование влияния продолжительности проращивания и способов обработки на антиоксидантные свойства зерна / Т.С. Козлова, Э.В. Сынгеева, Н.Н. Бальчугова // ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ) (Барнаул). – 2014. – С. 442–444.
- 2 Корпачев, В.В. Сахара и сахарозаменители. – Харьков: Изд-во «Книга плюс», 2004. – 320 с.
- 3 Цыганова, Т.Б. Влияние воды, обработанной кавитацией, на качество и антиоксидантную емкость хлебобулочных изделий / Т.Б. Цыганова, И.А. Никитин, О.А. Гакова, В.В. Каложный, Б.П. Зайчик, Ю.Н. Труфанова // Хлебопечение России. – 2015. – № 4. – С. 20–22.
- 4 Яшин, А.Я. Определение антиоксидантов в какао и шоколаде. / А.Я. Яшин, Я.И. Яшин, Н.И. Черноусова, П.А. Федина // Аналитика. – 2012. – № 3. Выпуск 2. – С. 46–53.
- 5 Яшин, Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека / Я.И. Яшин, Ю.В. Рыжнев, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – М.: ТрансЛит, 2009. – 212 с.
- 6 De Cock P., Bechert C.I. Erythritol. Functionality in noncaloric functional beverages // Pure and applied chemistry. – 2002. – v. 74. – № 7. – P. 1281–1289.
- 7 Erythritol: An interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data / I.C. Munro, W.O. Bernt, J.F. Borzelleca and et al // Food and chemical toxicology. – 1998. – v. 36. – P. 1139–1174.
- 8 Goossens J., Gonze M. Erythritol // The manufacturing confectioner. – 2000. – № 1. P. 71–75.
- 9 Portman M.O., Kilcast D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry // Food chemistry. – 1996. – v. 56. – P. 291–302.
- 10 Sweeteners and sugar alternatives in food technology / ed. by H. Mitchell – Oxford: Blackwell publishing ltd., 2006. – 414p.
- 11 Коломникова Я.П. Влияние нетрадиционного растительного сырья на биотехнологические свойства и структуру сдобного теста. Коломникова Я.П., Дерканосова А.А., Мануковская М.В., Литвинова Е.В. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 3 (65). С. 157–160.

REFERENCES

- 1 Kozlova, T.S. investigation of the effect of duration of germination and methods of processing on the antioxidant properties of grain / T.S. Kozlova, E.V. Sigaeva, N.N. Barchugov // FGBOU VPO "Altai state technical University. I.I. Polzunov" (AltSTU) (Barnaul). – 2014. – Pp. 442–444.
- 2 Korpachev, V.V. Sugars and sweeteners. – Kharkov: Publishing house "Book plus", 2004. – 320c.
- 3 Tsyganova, T.B. Influence of water treated by cavitation, on the quality and antioxidant capacity of baked goods / Tatyana B. Tsyganova, I.A. Nikitin, O.A. Gakhova, V.V. Kalyuzhnyi, B.T. Zaichick, Yu. N. Trufanova // Bakery of Russia. – 2015. – No. 4. – Pp. 20–22.
- 4 Yashin, A.I. Determination of antioxidant cocoa and chocolate. / A.Y. Yashin, Y.I. Yashin, N. And. Chernousov, P.A. Fedin // Analyst. – 2012. – No. 3. Issue 2. – S. 46–53.
- 5 Yashin, Y.I. Natural antioxidants. The content in foods and their influence on health and aging a person's / Ya. I. Yashin, Yu. V. Reznev, A.I. Yashin, N. And. Chernousova. – Moscow: Translit 2009. – 212 p.
- 6 P. De Kok, I.S. Bechert Erythritol. Functionality in noncaloric functional beverages // pure and applied chemistry. – 2002. – V. 74, no.7. – R. 1281–1289.
- 7 Erythritol: interpretive summary of biochemical, metabolic, Toxicological and clinical data / C.I. Munro, W.O. Bernt, J.F. Borzelleca et al // food and chemical toxicology. – 1998. – p. 36. – R. 1139–1174.
- 8 Goossens j, Gonze M. Erythritol // manufacturing confectioner. – 2000. – No. 1. R. 71–75.
- 9 Portman M.O., Kilcast, D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry // Food chemistry. – 1996. – V. 56. – P. 291–302.
- 10 Sweeteners and sugar alternatives in food technology / ed. H. Mitchell – Oxford: Blackwell publishing LTD. 2006. – 414p.
- 11 Kolomnikova Ya.P. Influence of unconventional plant raw materials on biotechnological properties and the structure of buttery dough. Kolomnikova Ya.P., Derkanosova AA, Ma-nukovskaya MV, Litvinova EV // Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2015. № 3 (65). Pp. 157–160.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Игорь А. Никитин к.т.н., доцент, зав. кафедрой, Кафедра «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства», Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, nikitinia@mgutm.ru

Валентин А. Богатырёв студент, кафедра «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства», Московский государственный университет им. К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, bogatirev.valentin@yandex.ru

Яна А. Миронченко студент, кафедра «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства», Московский государственный университет им. К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, yanochkamironchenko@yandex.ru

Сергей В. Лавров к.т.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия, ya-serglavrov@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 02.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Igor A. Nikitin candidate of engineering sciences, assistant professor, head of department, technology of grain processing, bakery, pasta and confectionery production department, Moscow state University of Technologies and management. named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, nikitinia@mgutm.ru

Valentin A. Bogatyryev student, technology of grain processing, bakery, pasta and confectionery department, Moscow state University of Technologies and management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, bogatirev.valentin@yandex.ru

Yana A. Mironchenko student, technology of grain processing, bakery, pasta and confectionery department, Moscow state University of Technologies and management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, yanochkamironchenko@yandex.ru

Sergey V. Lavrov candidate of engineering sciences, assistant professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av, 19, Voronezh, 394036, Russia, ya-serglavrov@yandex.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.2.2017

ACCEPTED 8.22.2017

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

Оригинальная статья/Original article

УДК 678

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-159-164>

Нетканые материалы полученных методом электроспиннинга на основе эпоксицированных производных синдиотактического 1,2-ПБ

Раил Н. Галиахметов ¹	rail007@mail.ru
Азамат А. Басыров ¹	azabus1985@gmail.com
Рустам Р. Нагаев ¹	rustam.nagaeff@gmail.com
Аннета А. Николаева ¹	nikolaevaanneta@gmail.com

¹ Башкирский государственный университет, ул. Заки Валиди, 32, г. Уфа, 450074, Россия

Реферат. Получение химических волокон является актуальной задачей. Нетканые ультратонкие материалы на основе производных термоэластопластов обладают высокими физико-механическими и фильтрующими свойствами. Особый интерес представляет получение нетканых материалов на основе эпоксицированных производных синдиотактического 1,2-полибутадиена. Были изучены возможности получения нетканых материалов на основе эпоксицированных производных синдиотактического 1,2-полибутадиена методом электроспиннинга и определены основные факторы, оказывающих влияние на образование волокон и степень ориентации волокон синдиотактического 1,2-полибутадиена в нетканых материалах. Эпоксицирование синдиотактического 1,2-ПБ проводили действием оксопероксокомплексов вольфрама. Методом электроспиннинга получены ориентированные нетканые материалы на основе синдиотактического 1,2-полибутадиена. Оптимизацию процесса получения волокон синдиотактического 1,2-полибутадиена проводили с использованием математического метода планирования эксперимента по плану Плакета–Бурмана. Исследование структуры нетканых волокнистых материалов проводилось на сканирующем электронном микроскопе. Степень ориентации волокон синдиотактического 1,2-полибутадиена определяли с помощью программы MBF. С использованием метода электроспиннинга, могут быть получены нетканые материалы с различной степенью и вариантами ориентации волокон в составе нетканых материалов. Использование эпоксицированных производных синдиотактического 1,2-полибутадиена с различным содержанием оксирановых групп позволяет регулировать диаметр волокон в нетканых материалах.

Ключевые слова: нетканые волокнистые материалы, синдиотактический 1,2-полибутадиен, электроспиннинг

Nonwoven materials obtained by electrospinning on the basis of epoxydated derivatives syndiotactic 1,2-PB

Rail N. Galiahmetov ¹	rail007@mail.ru
Azamat A. Basirov ¹	azabus1985@gmail.com
Rustam R. Nagaev ¹	rustam.nagaeff@gmail.com
Anneta A. Nikolaeva ¹	nikolaevaanneta@gmail.com

¹ Bashkir State University, Zaki Validi str., 32, Ufa, 450074, Russia

Summary. The production of chemical fibers is an urgent task. Non-woven ultra-thin materials based on thermoplastic elastomers have high physicomachanical and filtering properties. Of particular interest is the production of non-woven materials based on epoxidized derivatives of syndiotactic 1,2-polybutadiene. In this connection, the possibilities of obtaining nonwoven materials based on epoxy derivatives of syndiotactic 1,2-polybutadiene by the method of electrospinning and determining the main factors influencing the formation of fibers and the degree of orientation of fibers of syndiotactic 1,2-polybutadiene in non-woven materials were studied. Epoxidation of syndiotactic 1,2-PB was carried out by the action of tungsten oxo-peroxo complexes. The electro spinning method was used to orient oriented nonwoven materials based on syndiotactic 1,2-polybutadiene. Optimization of the process for obtaining fibers of syndiotactic 1,2-polybutadiene was carried out using the mathematical method of planning the Plackette-Burman experiment. Investigation of the structure of nonwoven fibrous materials was carried out on a scanning electron microscope. The degree of orientation of the fibers of syndiotactic 1,2-polybutadiene was determined using the MBF program. With the use of the method of electrospinning, nonwoven materials with different degrees and variants of fiber orientation in the composition of nonwovens can be produced. The use of epoxidized derivatives of syndiotactic-1,2- polybutadiene with different content of oxirane groups allows to regulate the diameter of fibers in non-woven materials

Keywords: nonwoven fibrous materials, syndiotactic 1,2-polybutadiene, electrospinning.

Для цитирования

Галиахметов Р.Н., Басыров А.А., Нагаев Р.Р., Николаева А.А. Нетканые материалы полученных методом электроспиннинга на основе эпоксицированных производных синдиотактического 1,2-ПБ // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 159–164. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-159-164

For citation

Galiahmetov R.N., Basirov A.A., Nagaev R.R., Nikolaeva A.A. Nonwoven materials obtained by electrospinning on the basis of epoxydated derivatives syndiotactic 1,2-PB. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 159–164. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-159-164

Введение

Интерес к процессу электроспиннинга – наукоемкой промышленной технологии получения химических волокон, определяется высокой конкурентной способностью ее продукции в приоритетных областях промышленности: текстильной, атомной, медицинской [1], космической, приборостроения. Нетканые микроволоконистые материалы, фильтрующие ткани и их аналоги, которые благодаря своей уникальной разделительной способности широко используются в сфере защиты окружающей среды, нефтехимии и охраны здоровья населения, а в последнее время и в современных стратегических технологиях [2]. Для получения указанных материалов особый интерес представляет эпоксицированные производные синдиотактического 1,2-полибутадиена. Нетканые ультратонкие материалы на основе производных термоэластопластов обладают высокими физико-механическими и фильтрующими свойствами и могут, найти применение в фильтрах специального назначения.

Цель работы – изучение возможности получения нетканых материалов на основе эпоксицированных синдиотактического 1,2-полибутадиена методом электроспиннинга; определение основных факторов, оказывающих влияние на образование волокон и степень ориентации волокон синдиотактического 1,2-полибутадиена в нетканых материалах.

Материалы и методы

1. Использовались промышленные образцы 1,2-полибутадиена производства ОАО «Ефремовский завод СК» (ТУ 38.303-02-72-2004) со среднечисловой молекулярной массой M_n от 1 до 15 тыс. и содержанием в макромолекулах звеньев 1,2- и 1,4-полимеризации 70–85 мол. %.

2. Эпоксицирование синдиотактического 1,2-ПБ действием оксопероксокомплексов вольфрама проводили взаимодействием водного раствора, содержащего пероксид водорода, вольфрамат натрия, фосфорную кислоту и катализатора межфазного переноса (МФК) с раствором 1,2-ПБ полидиена в толуоле. Мольное соотношение полимер: пероксид водорода = 1:0,7; полимер: $\text{Na}_2[\text{W}]\text{O}_4$ = 1:0,1; полимер: фосфорная кислота = 1:0,3; полимер: МФК = 1:0,22. Взаимодействие реагентов проводили при температуре 50–55 °С в течение 3 часов и при pH реакционной среды 2–3. После окончания реакции органический слой отделяли

и промывали 10%-м водным раствором карбоната натрия до нейтрального значения pH. После окончания реакции органическую фазу отделяли. Полимер из органической фазы высаживали этанолом и высушивали под вакуумом при 40 °С в течение 5–6 ч.

3. Общее содержание эпоксидных групп в модифицированном полимере определяли обратным титрованием эпоксисодержащего 1,2-ПБ гидроксидом натрия согласно [3]. Степень функционализации 1,2-ПБ (α) рассчитывали по формуле:

$$\alpha = \frac{(V_1 - V_0) \cdot N \cdot 70}{10 \cdot w} \times 100\%, \quad (1)$$

где V_0 и V_1 – объем раствора HCl (мл), израсходованного на титрование холостого и анализируемого образцов, соответственно; w – навеска полимера, г; N – молярная концентрация раствора HCl, моль/л; 70 – молекулярная масса эпоксицированных полибутадиеновых звеньев 1,2-ПБ.

4. Получение нетканых материалов на основе синдиотактического 1,2-ПБ и эпоксицированных производных 1,2-ПБ проводили согласно [4]. Оптимизацию процесса получения волокон синдиотактического 1,2-полибутадиена проводили с использованием математического метода планирования эксперимента по плану Плакета–Бурмана [5]. Этот метод описывает влияние экспериментальных факторов на диаметр волокон. Уравнение математической модели процесса электроспиннинга синдиотактического 1,2-ПБ и эпоксицированных имеет вид [4]:

$$d = -1,93 \cdot C + 1,4 \cdot Q + 0,92 \cdot U - 0,08 \cdot l + 0,02 \cdot E + 8,6 \quad (2)$$

5. Исследование структуры нетканых волоконистых материалов проводилось на сканирующем электронном микроскопе Hitachi TM1000 с привлечением следующих программных продуктов: MatLab, Table Curve 2D, Table Curve Ultra Pro. 3D и MBF – ImageJ.

6. Степень ориентации волокон синдиотактического 1,2-ПБ определяли с помощью программы MBF – ImageJ, – вычисление дискретного преобразования Фурье [6].

Степень ориентации волокон O , % рассчитывали по формуле:

$$O = \left(\frac{J_{\max}}{J_0} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (3)$$

где $J_{\max}$ – максимальная интенсивность пикселей в спектре FFT; J_0 – минимальная интенсивность пикселей в спектре FFT.

Обсуждение результатов

Установлено, что при концентрации полимера в растворе 1 масс. % наблюдается разрывы волокон 1,2-ПБ с образованием сфероидных частиц (рисунок 1, пп. 1). При увеличении концентрации полимера до 2–2,5 масс. % наблюдается образование веретенообразных структур. Эти изменения следует, по-видимому, связывать с поверхностной капиллярной неустойчивости струи, возникающей в результате конкуренции сил поверхностного натяжения и электростатических сил, которое приводит к изменению морфологии поверхности струи и нарушению ее цилиндричности при концентрациях полимера ниже 2,5 масс. % [7].

Иная картина наблюдается при увеличении концентрации раствора полимера синдиотактического 1,2-ПБ до 3 масс. %: образуются цилиндрические волокна без веретенообразных структур (рисунок 1, пп. 4). Кроме того, установлено, что с увеличением концентрации однородность поверхности увеличивается, что возможно

связано с более равномерным испарением растворителя из струи раствора полимера [2, 8].

Получение нетканых материалов осуществлялось также с использованием эпоксицированных производных синдиотактического 1,2-ПБ, содержащего оксигановые группы в основной и боковой цепи (таблица 1). Установлено, что диаметр волокон в нетканом материале определенным образом коррелируется со степенью эпоксицирования. Так, с увеличением степени эпоксицирования диаметр волокон в нетканом материале уменьшается. Указанное, по-видимому, следует связывать с тем, что характеристическая вязкость растворов эпоксицированных производных 1,2-ПБ снижается с увеличением степени функционализации полимера, что приводит к стабилизации растворов в электромагнитном поле в процессе электроспиннинга и снижению диаметра волокон (таблица 1).

С использованием метода электроспиннинга получены ориентированные нетканые материалы на основе синдиотактического 1,2-ПБ.

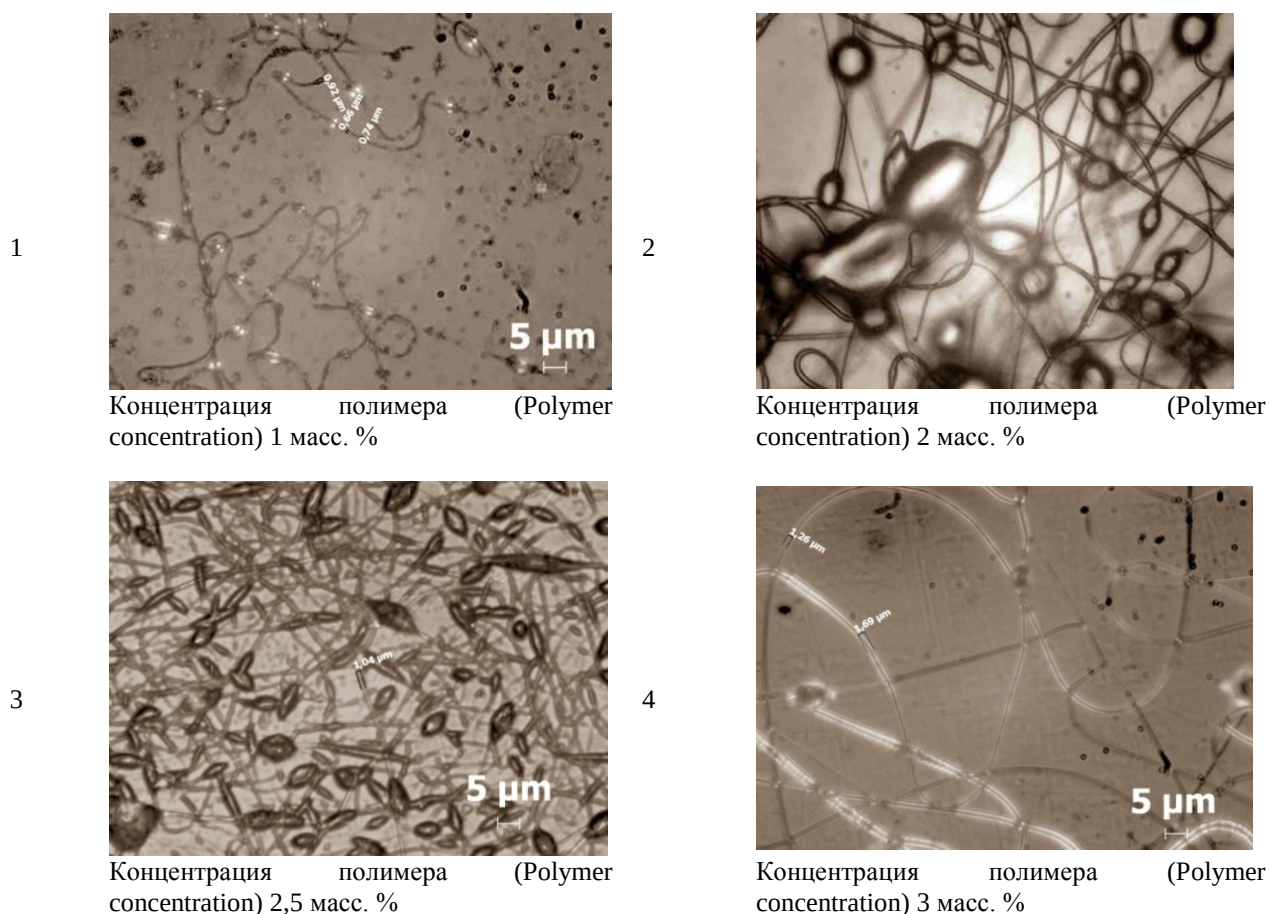


Рисунок 1. Микрофотографии волокон синдиотактического 1,2-ПБ, полученных при различных концентрациях полимера в формовочном растворе (условия получения волокон: $U = 17,5$ кВ; $l = 18$ см; растворитель хлороформ)

Figure 1. Microphotographs of syndiotactic 1,2-PB fibers obtained at various polymer concentrations in a molding solution (conditions for obtaining fibers: $U = 17.5$ kV, $l = 18$ cm, solvent chloroform)

Таблица 1.

Влияние степени функционализации 1,2-ПБ на диаметр волокон d в нетканом материале

Table 1.

Influence of the degree of functionalization of 1,2-PB on the diameter of fibers d in a non-woven material

№	Степень эпексидирования (Degree of epoxidation), %	d , мкм (mkm)
1	0	$6,5 \pm 1,2$
2	4,7	$5,0 \pm 1,1$
3	11,9	$3,1 \pm 1,0$
4	17,2	$2,9 \pm 1,0$
5	18,3	$2,8 \pm 0,9$
6	25,1	$2,3 \pm 0,8$
7	31,3	$< 2,0$

На основе данных графика ориентации волокон (рисунок 2), определен угловой интервал ориентации волокон Ξ , ° и степень ориентации волокон в нетканом материале O , % (таблица 2). Это значение позволяет определить количественно угол отклонения и степень ориентации волокон от условного среднего вектора. Рассчитанный

интервал ориентации Ξ , ° для ориентированных волокон составляет 1,5° и степень ориентации O , % составляет 100%. Тогда как для частично ориентированных волокон $\Xi = 84^\circ$ и $O = 24\%$ (таблица 2; рисунок 3).

В спектрах FFT кросс-ориентированных волокон (таблица 2, пп. 4) наблюдается две области максимума интенсивности пикселей, а на графиках зависимости степени ориентации от угла наблюдается два экстремума (рисунок 4). Установлено, что интенсивность пиков соответствующих ориентации волокон с продольным и поперечным направлением близка, т. е. соотношение волокон с взаимно перпендикулярным расположением составляет 1:1 (таблица 2). Интервалы ориентаций для каждого экстремума составляют 11° и 9° (таблица 2). На основе графиков FFT (рисунок 4) рассчитан угол между двумя типами волокон, который в этом случае равен 90° , что свидетельствует о практически перпендикулярном расположении волокон друг относительно друга.

Таблица 2.

Степень ориентации O , %, размах вектора ориентации волокон Ξ , ° нетканых материалов на основе эпексидированных производных синдиотактического 1,2-ПБ полученных методом электроспиннинга

Table 2.

Degree of orientation O , %, the span of the fiber orientation vector Ξ , ° of nonwoven materials based on epoxidized derivatives of syndiotactic 1,2-PB obtained by the method of electrospinning

№, пп	Образец Sample	O , %	Ξ , °	Угол кросс-ориентации (Angle of cross-orientation), °
1	Ориентированные волокна Oriented fibers	100	1,5	–
2	Частично ориентированные волокна Partially oriented fibers	24	84	–
3	Неориентированные волокна Unoriented fibers	0	–	–
4	Поперечно ориентированные волокна Cross-oriented fibers	50/50	11/9	90

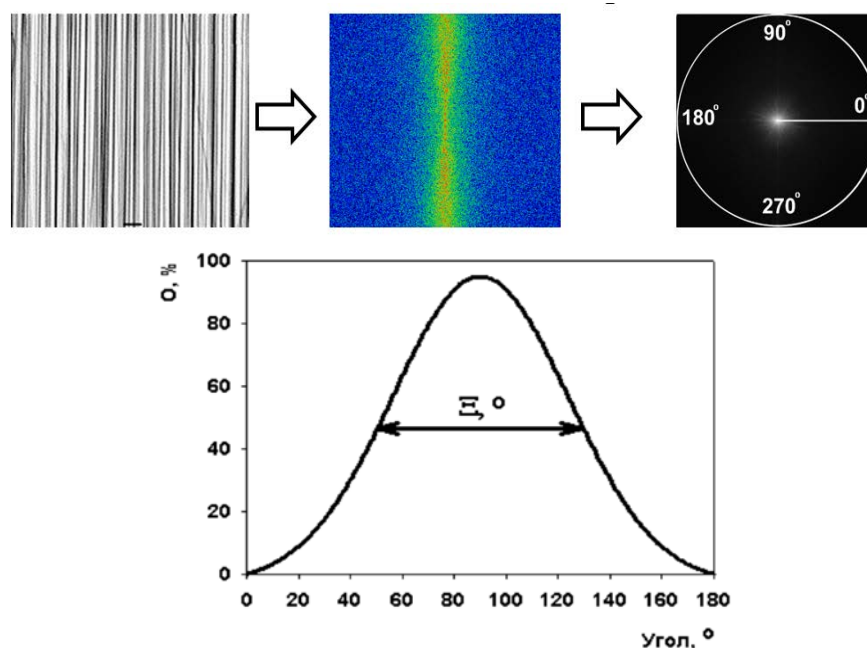


Рисунок 2. График зависимости интенсивности пикселей в полярных координатах
Figure 2. Graph of the intensity of pixels in polar coordinates

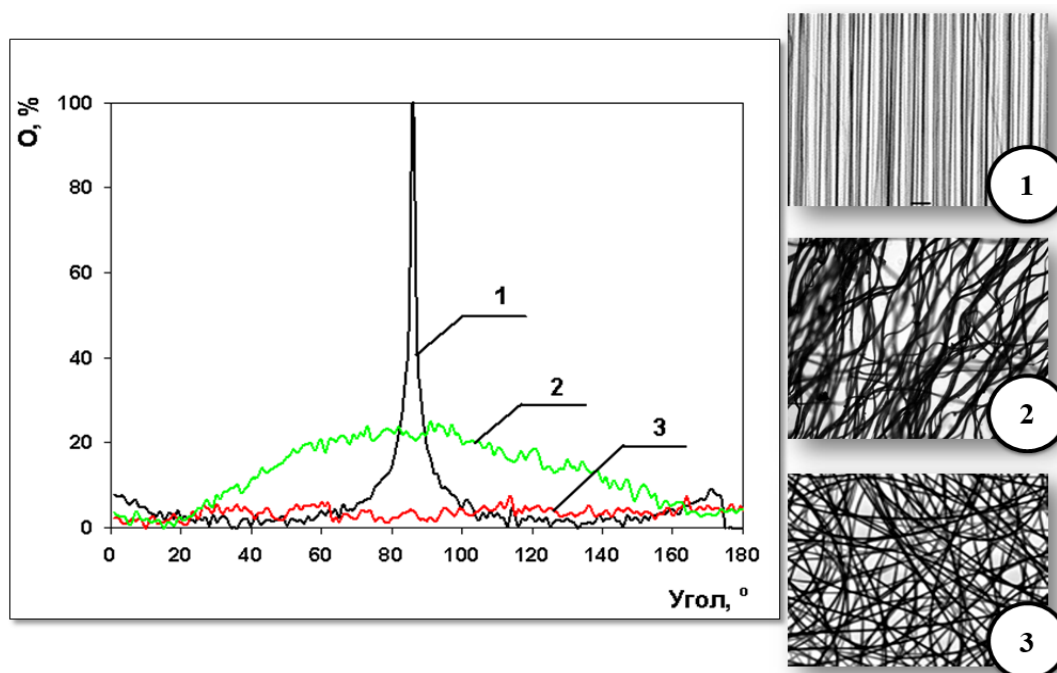


Рисунок 3. Степень ориентации волокон эпоксирированных синдиотактического 1,2-ПБ в нетканом материале: 1 – ориентированные волокна; 2 – частично ориентированные волокна; 3 – неориентированные волокна

Figure 3. Degree of orientation of epoxidized syndiotactic 1,2-PB fibers in a non-woven material: 1 – oriented fibers; 2 – partially oriented fibers; 3 – undirected fibers

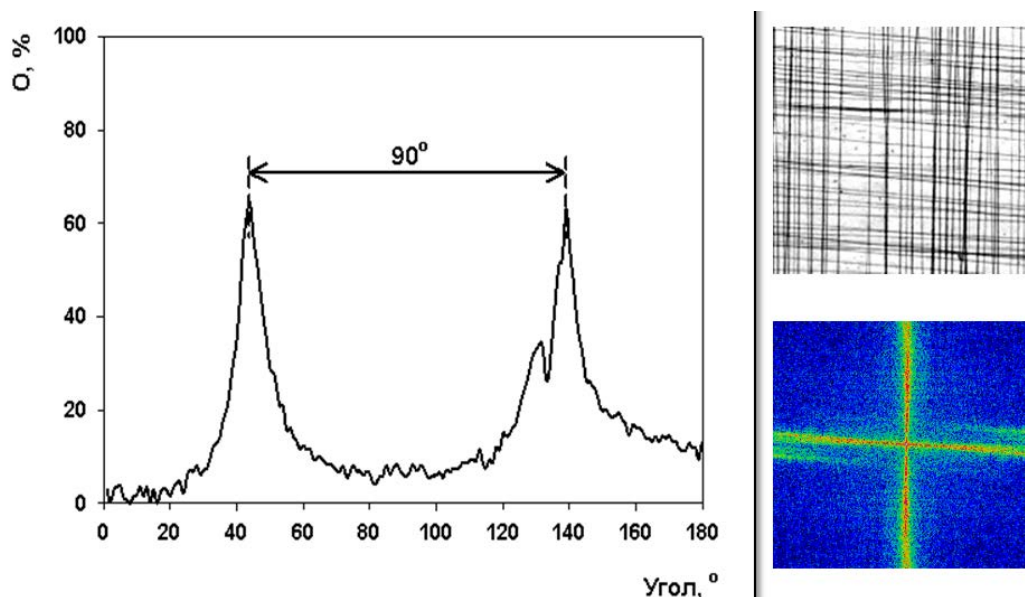


Рисунок 4. Степень ориентации кросс-ориентированных волокон эпоксирированных производных синдиотактического 1,2-ПБ в нетканом материале, образец № 4.

Figure 4. Degree of orientation of cross-oriented fibers of epoxidized derivatives of syndiotactic 1,2-PB in non-woven material, sample No. 4.

Заклучение

На основе синдиотактического 1,2-ПБ и эпоксирированных производных, с использованием метода электроспиннинга, могут быть получены нетканые материалы с различной

степенью и вариантами ориентации волокон в составе нетканых материалов. Использование эпоксирированных производных синдиотактического 1,2-ПБ с различным содержанием оксигановых групп позволяет регулировать диаметр волокон в нетканых материалах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Севостьянова В.В., Головкин А.С., Филиппев Д.Е., Глушкова Т.В., Борисов В.В., Бураго А.Ю., Барбараш Л.С. Выбор оптимальных параметров электроспиннинга для изготовления сосудистого графта малого диаметра из поликапролактона // Фундаментальные исследования. 2014. № 10-1. С. 180–184.
- 2 Abdulin M.I., Glazyrin A.B., Basyrov A.A., Tagirova Y.A., Atnabaev I.Y. Electrospinning of syndiotactic 1,2-polybutadiene // European researcher. Series A. 2012. T. 33. № 11. С. 1820
- 3 Боровик А.М. Исследование значимости параметров модели подвижности Дарвиша для описания токопереноса в наноразмерных моп-транзисторах // Доклады БГУИР. 2015. № 1 (87).
- 4 Салимова А.И. Использование полимеров в производстве нетканых материалов // Вестник казанского технологического университета. 2013.
- 5 <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stexdes.html>, дата обращения 25.06.2017 г.
- 6 <http://ru.dsplib.org/content/dft.html>, дата обращения 25.06.2017 г.
- 7 <http://nano.msu.ru/files/master/I/materials/electromolding.pdf>, дата обращения 25.06.2017 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Раил Н. Галиахметов д.т.н., профессор, инженерный факультет, кафедра технической химии и материаловедения, Башкирский государственный университет, ул. Мингажева, 100, г. Уфа, 450078, Россия, rail007@mail.ru

Азамат А. Басыров инженер, инженерный факультет, кафедра технической химии и материаловедения, лаборатория трехмерного прототипов, Башкирский государственный университет, ул. Мингажева, 100, г. Уфа, 450078, Россия, azabus1985@gmail.com

Рустам Р. Нагаев магистрант, инженерный факультет, кафедра технической химии и материаловедения, лаборатория трехмерного прототипирования, Башкирский государственный университет, ул. Мингажева, 100, г. Уфа, 450078, Россия, rustam.nagaev@gmail.com

Аннета А. Николаева студент, инженерный факультет, кафедра технической химии и материаловедения, лаборатория трехмерного прототипирования, Башкирский государственный университет, ул. Мингажева, 100, г. Уфа, 450078, Россия, nikolaevaanneta@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Раил Н. Галиахметов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Азамат А. Басыров обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Рустам Р. Нагаев консультация в ходе исследования

Аннета А. Николаева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.05.2017

REFERENCES

- 1 Sevost'yanova V.V., Golovkin A.S., Filip'ev D.E., Glushkova T.V., Borisov V.V., Burago A.Yu., Barbarash L.S. The choice of optimal parameters of electrospinning for making the vascular graft of small diameter of the polycaprolactone. Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. 2014. no. 10-1. pp. 180–184. (in Russian).
- 2 Abdulin M.I., Glazyrin A.B., Basyrov A.A., Tagirova Y.A., Atnabaev I.Y. Electrospinning of syndiotactic 1,2-polybutadiene. *European researcher. Series A*. 2012. vol. 33. no. 11. pp. 1820
- 3 Borovik A.M. Study of the significance of the model parameters mobility Darwish to describe the sign in a nanoscale MOSFET. *Doklady BGUIR [Reports BSUIR]*. 2015. no. 1 (87). (in Russian).
- 4 Salimova A.I. The use of polymers in the production of nonwovens. *Vestnik kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Vestnik Kazanskogo technological University]*. 2013. (in Russian).
- 5 URL: <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stexdes.html>, acceded at 25.06.2017 г.
- 6 URL: <http://ru.dsplib.org/content/dft.html>, acceded at 25.06.2017 г.
- 7 URL: <http://nano.msu.ru/files/master/I/materials/electromolding.pdf>, acceded at 25.06.2017 г.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Rail N. Galiahmetov doctor of technical sciences, professor, faculty of engineering, department of technical chemistry and materials science, Bashkir State University, Mingazheva, 100, Ufa, 450078, Russia, rail007@mail.ru

Azamat A. Basirov engineer, engineering department, chair of technical chemistry and materials science, laboratory of three-dimensional prototypes, Bashkir State University, Mingazheva str., 100, Ufa, 450078, Russia, azabus1985@gmail.com

Rustam R. Nagaev graduate student, engineering department, chair of technical chemistry and materials science, laboratory of three-dimensional prototypes, Bashkir State University, Mingazheva str., 100, Ufa, 450078, Russia, rustam.nagaev@gmail.com

Anneta A. Nikolaeva student, engineering department, chair of technical chemistry and materials science, laboratory of three-dimensional prototypes, Bashkir State University, Mingazheva str., 100, Ufa, 450078, Russia, nikolaevaanneta@gmail.com

CONTRIBUTION

Rail N. Galiahmetov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Azamat A. Basirov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Rustam R. Nagaev consultation during the study

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.27.2017

ACCEPTED 5.11.2017

Полимеризация виниловых мономеров в присутствии иницирующих каталитических комплексов «третичные оксипропилированные ароматические амины – перекись бензоила»

Гузалия Р. Хуснутдинова	¹	yarulinagr@mail.ru
Дмитрий Н. Земский	¹	Zemski08@pochta.ru
Ольга В. Карманова	²	karolga@mail.ru

¹ Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», пр-т Строителей, 47, г. Нижнекамск, 423570, Россия

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

Реферат. Иницирующие системы радикальной полимеризации, имеющие в своём составе несколько функциональных групп, представляют интерес в плане создания новых методов управления ростом полимерной цепи в условиях полимеризации, так как это дает возможность влиять на молекулярно-массовые характеристики продуктов, на кинетические параметры процесса, а в некоторых случаях на состав и структуру полимеров. В работе исследован процесс полимеризации виниловых мономеров в присутствии новых иницирующих комплексов: N,N'-диоксипропилированный анилин (ДОПА) + перекись бензоила, N,N'-диоксипропилированный толuidин (ДОПТ) + перекись бензоила) и выявлен механизм взаимодействия иницирующих агентов при образовании каталитического комплекса. При проведении экспериментов была использована dilatометрическая методика. Полимеризацию проводили при различных температурах (60, 80, 100 °C для стирола и 40, 60, 80 °C для ММА). Определение молекулярной массы стирола и ММА производили на основании измерений характеристической вязкости его растворов в толуоле. Проанализированы особенности кинетики радикальной полимеризации стирола и метилметакрилата в присутствии иницирующих агентов перекись бензоила и ДОПА, перекись бензоила и ДОПТ. Определены кинетические параметры полимеризации виниловых мономеров в присутствии новых каталитических систем. Скорость полимеризации существенно зависит от концентрации иницирующих агентов. При высоких концентрациях амина, которые превосходят содержание перекиси, происходит быстрое расходование перекиси бензоила. Установлено что третичные оксипропилированные ароматические амины влияют на увеличение скорости иницирования радикальной полимеризации при умеренно низких температурах. Предложен механизм радикальной полимеризации виниловых мономеров в присутствии иницирующей системы перекись бензоила ДОПТ.

Ключевые слова: радикальная полимеризация, виниловые мономеры, иницирующие агенты, N,N'-диоксипропилированный анилин, N,N'-диоксипропилированный толuidин

Polymerization of vinyl monomers in the presence of the initiating catalytic complexes “oxopropylidene tertiary aromatic amines – benzoyl peroxide”

Guzaliya R. Khusnutdinova	¹	yarulinagr@mail.ru
Dmitri N. Zemski	¹	Zemski08@pochta.ru
Olga V. Karmanova	²	karolga@mail.ru

¹ Nizhnekamsk Institute for Chemical Technology, Builders Av., 47, Nizhnekamsk, 423570, Russia

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

Summary. Initiator systems for radical polymerization, having in its composition of several functional groups of interest in terms of creating new methods to control the polymer chain growth in radical polymerization, as it gives the opportunity to influence the molecular-mass characteristics of the products, on the kinetic parameters of the process, and in some cases, the composition and structure of polymers. The work examines the process of polymerization of vinyl monomers in the presence of a new initiating complexes of N,N'-dioxaphosphorinanes aniline (DOPA) + benzoyl peroxide, N,N'-dioxaphosphorinanes toluidine (DOPT) + benzoyl peroxide) and identified the mechanism of interaction of the initiating agents in the formation of the catalytic complex. In experiments was used a dilatometric technique. The polymerization was carried out at different temperatures (60, 80, 100 °C for styrene and 40, 60, 80 °C for methyl methacrylate). Determination of molecular weight of the styrene and methyl methacrylate were produced on the basis of measurements of the intrinsic viscosity of its solutions in toluene. Analyzed kinetics of radical polymerization of styrene and methyl methacrylate in the presence of initiating agents, benzoyl peroxide and DOPA, benzoyl peroxide and DOPT. Determined kinetic parameters of the polymerization of vinyl monomers in the presence of new catalytic systems. The rate of polymerization significantly depends on the concentration of the initiating agents. At high amine concentrations that exceed the peroxide content, there is a rapid expenditure of benzoyl peroxide. Established that tertiary aromatic amines oxopropylidene affect the increase in the rate of initiation of radical polymerization at moderately low temperatures. The proposed mechanism of radical polymerization of vinyl monomers in the presence of initiating system benzoyl peroxide DOPT.

Keywords: radical polymerization, vinyl monomers, initiating agents, N,N'-dioxaphosphorinanes aniline, N,N'-dioxaphosphorinanes toluidine.

Введение

В практике синтеза полимеров актуальным является создание новых иницирующих добавок и регуляторов роста цепи, которые могут позволить проводить процесс полимеризации виниловых мономеров без гелевого эффекта вплоть до глубоких конверсий. В настоящее время известно множество групп инициаторов радикальной полимеризации

Для цитирования

Хуснутдинова Г. Р., Земский Д. Н., Карманова О. В. Полимеризация виниловых мономеров в присутствии иницирующих каталитических комплексов «третичные оксипропилированные ароматические амины – перекись бензоила» // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 165–169. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-165-169

виниловых мономеров, например, таких как комплексы хлорангидридов карбоновых кислот с третичными аминами [1]; металлокомплексы порфиринов [2] и др. В работе [2] показано влияние комплексов металлоорганических соединений на процесс полимеризации виниловых мономеров, которые применяются в качестве регуляторов роста цепи в радикальной

For citation

Khusnutdinova G.R., Zemski D.N., Karmanova O.V. Polymerization of vinyl monomers in the presence of the initiating catalytic complexes “oxopropylidene tertiary aromatic amines – benzoyl peroxide”. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol.79. no. 2. pp. 165–169. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-165-169

полимеризации с переносом атома (ATRP – Atom Transfer Radical Polymerization).

Применение иницирующих систем, имеющих в своём составе несколько функциональных групп, например, использование каталитических агентов на основе ароматических аминов и перекиси бензоила представляет интерес в плане создания новых методов управления ростом полимерной цепи в условиях радикальной полимеризации, так как это даёт возможность влиять на молекулярно-массовые характеристики продуктов, на кинетические параметры процесса, а в некоторых случаях на состав и структуру полимеров [2].

Радикальная полимеризация в присутствии третичных аминов типа $C_6H_5NR_2$ (где $R = CH_3, C_2H_5, C_2H_4OH$) протекает с высокой скоростью, а первичные и вторичные амины ингибируют этот процесс [2]. В ряде работ [3–7] при полимеризации виниловых мономеров в присутствии аминов обнаружено образование комплекса «третичный амин – перекись бензоила», с последующим переходом электрона от молекулы амина к молекуле пероксида. Можно отметить, что образующийся комплекс устойчив, и пероксид бензоила распадается медленно и не так сильно влияет на кинетические параметры полимеризации.

Цель работы – определение кинетических параметров процесса полимеризации виниловых мономеров в присутствии каталитических комплексов «N, N'-диоксипропилированный анилин (ДОПА) – перекись бензоила (ПБ)», «N, N'-диоксипропилированный толуидин (ДОПТ) – перекись бензоила (ПБ)», определение механизма взаимодействия иницирующих агентов при образовании каталитического комплекса.

Методика эксперимента

Для исследования радикальной полимеризации в присутствии иницирующих агентов, в качестве моделей были выбраны виниловые мономеры – стирол и метилметакрилат. Исследуемыми образцами являлись двухкомпонентные иницирующие системы ПБ-ДОПА, ПБ-ДОПТ с различными концентрациями обоих.

При проведении экспериментов была использована dilatометрическая методика. Стирол и ММА очищали 10% водным раствором КОН, промывали водой до нейтральной реакции, сушили $CaCl_2$ и перегоняли в вакууме. Пероксид бензоила перекристаллизовывали из метанола и сушили при комнатной температуре в вакууме до постоянной массы. ДОПА и ДОПТ готовили по методике [8].

Полимеризацию проводили при различных температурах 60, 80, 100 °C для стирола и 40, 60, 80 °C для ММА. Температурный режим поддерживался в циркуляционном термостате, температуру в котором поддерживали с точностью $\pm 0,05^\circ$.

Процесс проводили при различных концентрациях исследуемого каталитического комплекса. При проведении экспериментов был поставлен холостой опыт, в котором полимеризация проводилась без добавления инициатора, а также в присутствии чистой перекиси бензоила, без добавок.

Определение молекулярной массы стирола и ММА производили на основании измерений характеристической вязкости его растворов в толуоле при $25 \pm 0,05^\circ C$.

Обсуждение результатов

Ранее было показано [8], что взаимодействие перекиси бензоила с N,N'-диоксипропилированным анилином при радикальной полимеризации стирола сопровождается образованием первичного комплекса с переносом заряда (КПЗ). Стоит отметить, что скорость полимеризации существенно зависит от концентрации иницирующих агентов. При высоких концентрациях амина, которые превосходят содержание пероксида, происходит быстрое расходование ПБ. Поэтому принято анализировать процесс полимеризации виниловых мономеров, по соотношению исследуемый инициатор к ПБ 2:1.

На рисунках 1, 2 показаны кинетические зависимости полимеризации ММА и стирола в присутствии ПБ и ДОПА, ПБ и ДОПТ на начальной стадии превращения (до 15% конверсии). При введении иницирующего агента ПБ в полимеризационный процесс наблюдается индукционный период, который равен двум минутам, тогда как ДОПА и ДОПТ напротив, вызывают ускорение процесса полимеризации. Процесс полимеризации ММА при 80 °C протекал достаточно быстро при иницировании ПБ-ДОПА и ПБ-ДОПТ, за невозможностью наблюдения кинетических параметров данного процесса, выбранной температурой решено пренебречь и анализ проводить при 40 и 60 °C.

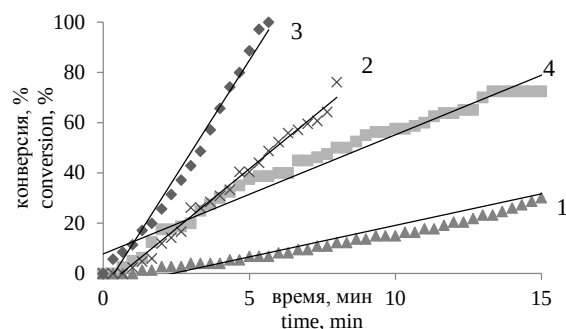


Рисунок 1. Зависимость конверсии от времени полимеризации метилметакрилата при различных температурах в присутствии ДОПА (1) 40 °C; (2) 60 °C и ДОПТ (3) 40 °C; (4) 60 °C

Figure 1. The dependence of conversion on time of polymerization of methyl methacrylate at different temperatures in the presence of N, N'-dioxaphosphorinanes aniline (1) 40 °C; (2) 60 °C and N, N'-dioxaphosphorinanes toluidine (3) 40 °C; (4) 60 °C

Полимеризация стирола в массе при различных температурах в присутствии каталитических систем ПБ-ДОПА и ПБ-ДОПТ протекает несколько иначе процесса полимеризации ММА.

Экспериментальные данные процесса полимеризации ММА в присутствии двухкомпонентных иницирующих систем ПБ-ДОПА и ПБ-ДОПТ показывают увеличение начальной скорости процесса по сравнению с процессом иницирования только в присутствии ПБ. Об этом свидетельствуют и показатели скорости реакции, которые представлены в таблице 1.

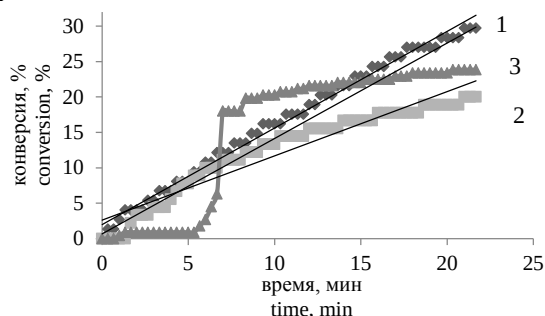


Рисунок 2. Зависимость конверсии от времени полимеризации стирола при различных температурах в присутствии ДОПТ (1) 60 °C; (2) 80 °C; (3) 100 °C

Figure 2. The dependence of conversion on time of polymerization of styrene at different temperatures in the presence of N, N'-dioxaphosphorinanes toluidine (1) 60 °C; (2) 80 °C; (3) 100 °C.

По представленным зависимостям констант скоростей, представленных в таблице 1 рассчитаны значения энергии активации процесса полимеризации стирола и ММА в присутствии исследуемых каталитических систем, которые составили 65 и 67 кДж/моль. В результате чего можно утверждать, что при более низких температурах реакции процесс полимеризации в присутствии исследуемых иницирующих систем протекает с большими скоростями.

Образцы полиметилметакрилата, полученные в присутствии ПБ-ДОПА, ПБ-ДОПТ однородные по структуре, не содержат пузырьков или других дефектов, имеют светло-молочную окраску, полистирол же в свою очередь прозрачный, не имеет окраску. Эти явления показывают положительные результаты экспериментальных исследований.

Молекулярная масса синтезированных полимеров в 2–3 раза больше по сравнению с контрольными образцами, синтезированными в присутствии только ПБ без аминной добавки. Значения молекулярных масс исследуемых образцов представлены в таблице 2.

Таблица 1.
Кинетические параметры полимеризации стирола и ММА в присутствии различных иницирующих систем, при различных температурах

Table 1.
Kinetic parameters of the polymerization of styrene and MMA in the presence of various initiating systems, at different temperatures

Иницирующая система (Initiation system)	Температура полимеризации (Polymerization temperature), °C	Скорость полимеризации (Polymerization rate), (мл/мин) (ml/min)	Константа скорости (Rate Constant), мин ⁻¹ (min ⁻¹)
СТ + ПБ Styrene + Benzoyl peroxide	60	0,000347	0,00194
	80	0,000544	0,00510
	100	0,002602	0,01315
СТ + ДОПА – ПБ Styrene + Benzoyl peroxide + N, N-dioxaphosphorinanes aniline	60	0,000277	0,01155
	80	0,000502	0,006
	100	0,000607	0,00835
СТ + ДОПТ – ПБ Styrene + Benzoyl peroxide + N, N-dioxaphosphorinanes toluidine	60	0,0001743	0,014894
	80	0,000198	0,011921
	100	0,000505	0,013239
ММА + ПБ Methylmethacrylate + Benzoyl peroxide	40	0,000244	0,002715
	60	0,000405	0,000829
ММА + ДОПА – ПБ Methylmethacrylate + Benzoyl peroxide + N, N-dioxaphosphorinanes aniline	40	0,000207	0,019516
	60	0,000735	0,089919
ММА + ДОПТ – ПБ Methylmethacrylate + Benzoyl peroxide + N, N-dioxaphosphorinanes toluidine	40	0,000477	0,264795
	60	0,00035	0,082192

Значения молекулярных характеристик исследуемых образцов полимерных материалов в присутствии различных инициаторов радикальной полимеризации виниловых мономеров

Table 2.

Molecular characteristics of investigated samples of polymeric materials in the presence of different initiators of radical polymerization of vinyl monomers

Полимеры + иницирующая система (Polymers + the originating system)	Характеристическая вязкость $[\eta]$ (intrinsic viscosity), $\text{см}^3/\text{г}$	Средневязкостная молекулярная масса (Average molecular weight), $\text{г}/\text{моль}$
СТ + ПБ Styrene + Benzoyl peroxide	1,034	298844,26
СТ + ДОПА – ПБ Styrene + Benzoyl peroxide + N, Ndioxaphosphorinanes aniline	1,355	437290,99
СТ + ДОПТ – ПБ Styrene + Benzoyl peroxide + N, Ndioxaphosphorinanes toluidine	1,452	481231,15
ММА + ПБ Methylmethacrylate + Benzoyl peroxide	0,982	67774,16
ММА + ДОПА – ПБ Methylmethacrylate + Benzoyl peroxide + N, Ndioxaphosphorinanes aniline	1,121	79657,79
ММА + ДОПТ – ПБ Methylmethacrylate + Benzoyl peroxide + N, Ndioxaphosphorinanes toluidine	1,202	86736,93

Кинетические исследования процесса полимеризации стирола и ММА в присутствии иницирующих систем на основе третичных аминов и ПБ (рисунок 3) позволяют предположить следующую схему взаимодействия ДОПТ и ПБ:

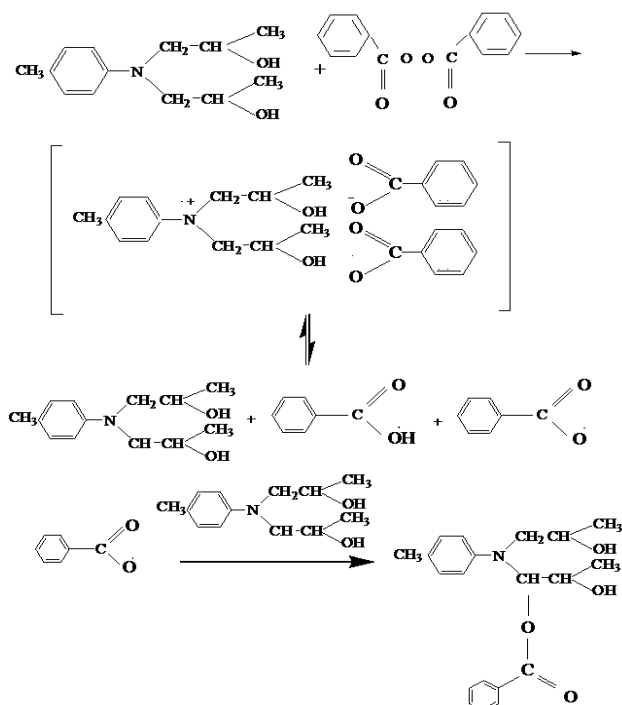


Рисунок 3. Механизм радикальной полимеризации виниловых мономеров в присутствии иницирующей системы ДОПТ-ПБ

Figure 3. The mechanism of radical polymerization of vinyl monomers in the presence of the initiating system N, N'-dioxaphosphorinanes toluidine-benzoyl peroxide

Выводы

В работе исследован процесс полимеризации виниловых мономеров в присутствии новых иницирующих комплексов ДОПА-ПБ и ДОПТ-ПБ.

Представлен механизм радикальной полимеризации виниловых мономеров в присутствии третичных оксипропилированных ароматических аминов и перекиси бензоила в качестве иницирующих агентов.

Рассмотрены кинетические закономерности процесса радикальной полимеризации виниловых мономеров. Установлено увеличение начальной скорости полимеризации в присутствии исследуемых иницирующих комплексов при умеренно низких температурах, по сравнению с образцами без использования третичных аминов.

На основании полученных данных можно заключить, что использование N,N'-диоксипропилированного анилина и N,N'-диоксипропилированного толуидина в составе иницирующих систем позволяет решать такие важные задачи при синтезе полимеров, как регулирование молекулярной массы, вырождение нежелательного эффекта автоускорения и термостойкости получаемых полимерных продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Исламова Р.М. О соединениях железа в контролируемой радикальной полимеризации (клатро) фелаты/порфирины // Журнал общей химии. 2016. Т. 86 (148). № 1. С. 133-154.
- 2 Заикина А.В., Ярмухамедова Э.И., Пузин Ю.И. Исследование полимеризации метилметакри N-диметиланилин-N бензиламин-пероксид бензоила // Химия и химическая технология. 2010. Т. 53. № 3. С. 86-89.
- 3 Marcelo Alexandre de Farias. Synthesis and applications of polystyrene-blockpoly (N-vinyl-2-pyrrolidone) copolymers // Polímeros. 2016. № 26(1). С.1-10
- 4 Fen Ran, Dan Li, Jiayu Wu. Constructing Functional Ionic Membrane Surface by Electrochemically Mediated Atom Transfer Radical Polymerization // International Journal of Polymer Science. 2016. Article ID 3083716, С. 9.
- 5 Bulgakova S.A. Iron(III)-Mediated AGET ATRP of Methyl Methacrylate in the Absence of Additional Ligand // Open Journal of Polymer Chemistry. 2012. № 3. Т. 2. С. 6.
- 6 Islamova R M, Nazarova S V, Koifman O I. Journal of Characterization and Development of Novel Materials; Hauppauge 6.2. 2014: С. 105-122.
- 7 Dagmar R.D'hooge. The strength of multi-scale modeling to unveil the complexity of radical polymerization // Progress in Polymer Science. Т. 58, 2016, С. 59-89.
- 8 Хуснутдинова Г.Р. Кинетика радикальной полимеризации стирола в присутствии иницирующей системы пероксид бензоила-NN'-диоксипропилированный анилин // Вестник КТУ. 2016. Т. 19. № 23. С. 21-25.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гузалия Р. Хуснутдинова старший преподаватель, кафедра химической технологии органических веществ, Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», пр-т Строителей, 47, г. Нижнекамск, 423570, Россия, yarulinagr@mail.ru
Дмитрий Н. Земский к. х. н., зав. кафедрой, кафедра химической технологии органических веществ, Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», пр-т Строителей, 47, г. Нижнекамск, 423570, Россия, Zemski08@pochta.ru
Ольга В. Карманова д.т.н., зав. кафедрой, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, karolga@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Гузалия Р. Хуснутдинова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, несёт ответственность за плагиат

Дмитрий Н. Земский консультация в ходе исследования
Ольга В. Карманова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2017

REFERENCES

- 1 Islamova R.M. About the iron compounds in a controlled radical polymerization (Claro) delete profile. *Zhurnal obshchei khimii* [Journal of General chemistry]. 2016. vol. 86 (148). no. 1. pp. 133-154. (in Russian).
- 2 Zaikina A.V., Yarmukhamedova E.I., Puzin Yu.I. A study of polymerization of methylmethane N-dimethylaniline-N benzylamino-benzoyl peroxide. *Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Chemistry and chemical technology]. 2010. vol. 53. no. 3. pp. 86-89. (in Russian).
- 3 Marcelo Alexandre de Farias. Synthesis and applications of polystyrene-blockpoly (N-vinyl-2-pyrrolidone) copolymers. *Polímeros*. 2016. no. 26(1). pp.1-10
- 4 Fen Ran, Dan Li, Jiayu Wu. Constructing Functional Ionic Membrane Surface by Electrochemically Mediated Atom Transfer Radical Polymerization. *International Journal of Polymer Science*. 2016. Article ID 3083716, pp. 9.
- 5 Bulgakova S.A. Iron(III)-Mediated AGET ATRP of Methyl Methacrylate in the Absence of Additional Ligand. *Open Journal of Polymer Chemistry*. 2012. no. 3. vol. 2. pp.6.
- 6 Islamova R M, Nazarova S V, Koifman O I. Journal of Characterization and Development of Novel Materials; Hauppauge 6.2. 2014. pp. 105-122.
- 7 Dagmar R.D'hooge. The strength of multi-scale modeling to unveil the complexity of radical polymerization // *Progress in Polymer Science*. vol. 58, 2016, pp. 59-89.
- 8 Khusnutdinova G.R. Kinetics of radical polymerization of styrene in the presence of initiating system benzoyl peroxide-NN'-dioxaphosphorinanes aniline. *Vestnik KTU* [Proceedings of KTU]. 2016. vol. 19. no. 23. pp. 21-25. (in Russian)..

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Guzaliya R. Khusnutdinova chief lecturer, chemical technology of organic substances department, Nizhnekamsk chemical-technological Institute (branch), Stroiteley, Av., 47 Nizhnekamsk, 394036, Russia, yarulinagr@mail.ru

Dmitri N. Zemski candidate of chemical sciences, head of department, chemical technology of organic substances department, Nizhnekamsk chemical-technological Institute (branch), Stroiteley Av., 47 Nizhnekamsk, 394036, Russia,, Zemski08@pochta.ru

Olga V. Karmanova doctor of technical sciences, head of department, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, karolga@mail.ru

CONTRIBUTION

Guzaliya R. Khusnutdinova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations, is responsible for plagiarism

Dmitri N. Zemski consultation during the study
Olga V. Karmanova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.28.2017

ACCEPTED 5.18.2017

Свойства эластомерных композиций, наполненных измельченным вулканизатом

Андрей В. Касперович ¹	andkasp@belstu.by
Вадим В. Мяделец ¹	myadelets@belstu.by
Анастасия С. Казакова ²	kastpp@inbox.ru

¹ Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, Минск, 220006, Республика Беларусь

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

Реферат. Утилизация резиновых отходов и повышение эффективности применения вторичных эластомерных материалов является важной технико-экономической задачей. Вулканизованные резиновые отходы наиболее трудно поддаются переработке. Одним из перспективных способов утилизации вулканизированных резиновых отходов является их измельчение и последующее применение полученных порошков в качестве наполнителя эластомерных композиций. В работе изучено влияние природы измельченного вулканизата (ИВ) на свойства эластомерных композиций на основе бутадиен-нитрильного каучука. Для исследований использованы ИВ двух типов: шинный – на основе неполярных каучуков общего назначения; из отходов производства резинотехнических изделий (РТИ) – на основе полярного бутадиен-нитрильного каучука. Размер частиц фракции ИВ, применяемого в работе, составлял 0,63–1,00 мм. ИВ вводился в ненаполненную модельную смесь на основе бутадиен-нитрильного каучука в дозировках 50, 100, 150 и 200 масс. ч. Установлено, что вязкость по Муни исследуемых эластомерных композиций возрастает в большей степени при использовании в качестве наполнителя ИВ из облоя РТИ, чем при использовании шинного. Скорость релаксации напряжений в невулканизированных композициях не зависит от природы ИВ. Проведены исследования кинетики вулканизации экспериментальных композиций. Время достижения оптимальной степени вулканизации у композиций, содержащих ИВ на основе полярного каучука, меньше, чем на основе каучуков общего назначения. Исследовано влияние природы и дозировки измельченного вулканизата на структуру вулканизационной сетки. С увеличением дозировки ИВ происходит уменьшение плотности поперечного сшивания вулканизатов. При использовании в качестве эластичного наполнителя ИВ, полученного из облоя РТИ, вулканизаты обладают более высокой плотностью сшивки, чем содержащие шинный ИВ.

Ключевые слова: измельченный вулканизат, бутадиен-нитрильный каучук, эластомерная композиция, вязкость, вулканизация, релаксация, вулканизационная сетка

Properties of elastomeric composition filled with ground vulcanizate

Andrei V. Kasperovich ¹	andkasp@belstu.by
Vadim V. Myadelets ¹	myadelets@belstu.by
Anastasia S. Kazakova ²	kastpp@inbox.ru

¹ Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a, Minsk, 220006, Belarus)

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

Summary. Recycling rubber waste and improving of the efficiency of the secondary elastomeric materials use is an important technical and economic challenge. Vulcanized rubber waste is the most difficult to recycle. One of the promising ways of recycling waste vulcanized rubber is their grinding and subsequent use of the obtained powder as a filler in elastomeric compositions. The influence of the nature of ground vulcanizate (GV) on the properties of elastomeric compositions based on nitrile-butadiene rubber is studied in the paper. GV of two types are used for the investigation. The first type is tire based on non-polar rubbers of general purpose. The second type is obtained from wastes of production of industrial rubber article (IRA) based on polar nitrile-butadiene rubber. Particle size of GV's fraction used in study is 0.63–1.00 mm. GV was input in unfilled model composition based on nitrile-butadiene rubber in dosages 50, 100, 150 and 200 phr. It is found that Mooney viscosity of the elastomeric compositions filled with GV of IRA wastes increases more than using the tire GV. The rate of stress relaxation in the uncured compositions are not depend on the nature of GV. The cure optimum of the composition containing GV-based on polar rubber smaller than GV based on general purpose rubbers is used. The influence of the ground rubber type and dosage on the cure network structure are investigated. the density of cross-linking of the vulcanizates decreases with increasing dosage GV. Vulcanizates filled with GV derived from IRA have higher cross-linking density than those containing tire GV.

Keywords: ground vulcanizate, nitrile rubber, elastomeric composition, viscosity, curing, relaxation, cure network

Введение

Эффективное использование вторичных полимерных материалов является важной технико-экономической и экологической проблемой. В отдельный класс полимерных отходов выделяют вулканизованные резиновые отходы (изношенные шины, отходы производства и т. д.), т. к. этот тип полимерных отходов особенно трудно

подвергается переработке [1]. Это связано с наличием трехмерной пространственной сетки, которая придает резинам высокоэластические свойства, а также стойкость к действию большинства растворителей. В связи с этим глубокая переработка и получение вторичных материалов из некачественных или вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий, а также вулканизованных отходов их производства требует

Для цитирования

Касперович А. В., Мяделец В. В., Казакова А. С. Свойства эластомерных композиций, наполненных измельченным вулканизатом // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 170–175. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-170-175

For citation

Kasperovich A. V., Myadelets V. V., Kazakova A. S. Properties of elastomeric composition filled with ground vulcanizate. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 170–175. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-170-175

применения специальных технологий и, соответственно, финансовых затрат. В настоящее время не выработано однозначного подхода к методу утилизации этого класса отходов [1]. Различные авторы [2–5] приводят преимущества регенерации, пиролиза, поверхностной девулканизации и других методов переработки. Наиболее полно структура резин сохраняется при механическом измельчении [1, 4], также этот метод не требует применения растворителей и агрессивных сред, повышенных температур и избыточного давления. Этот метод является более эффективным с экономической точки зрения, т. к. для большинства других способов переработки резин на начальной стадии технологического процесса требуется проводить измельчение резиновых отходов.

Основным источником вторичной резины являются изношенные шины, запасы которых во всем мире оцениваются миллионами тонн [2]. Сегодня шинные измельченные вулканизаты нашли широкое применение только при изготовлении различных неотчетственных изделий, таких как железнодорожные переезды, напольные покрытия и сельскохозяйственные плиты, а также в качестве материала для покрытий спортивных площадок, кровельных материалов и т. п. [1, 2].

Различными авторами проводились исследования влияния дисперсных вторичных резин на технологические и вулканизационные свойства эластомерных композиций на основе натурального [6, 7], бутадиен-стирольного [8] и этилен-пропиленового каучуков [9]. В этих работах показано существенное влияние дозировки, способа предварительной обработки и характеристик измельченного вулканизата, а также типа и дозировки компонентов вулканизирующей группы на время достижения оптимальной степени вулканизации, время начала вулканизации и скорость процесса, а также физико-механические свойства эластомерных композиций. В качестве объекта в этих работах использовались композиции, наполненные шинным измельченным вулканизатом.

Известно [1, 2], что наилучшая совместимость между частицами вторичной резины и эластомерной матрицей наблюдается при одинаковом (или близком) химическом строении каучуков, которые используются в качестве основы измельченного вулканизата (ИВ) и резиновой смеси, в которую он вводится. При этом в литературе отсутствуют систематические исследования по сравнению влияния измельченных вулканизатов, полученных из различных источников на свойства эластомерных композиций на основе бутадиен-нитрильного каучука.

Основная часть

Цель работы – исследовать влияние природы и дозировки измельченного вулканизата на технологические свойства эластомерных композиций на основе бутадиен-нитрильного каучука (БНК).

В качестве объектов исследования использовались измельченные вулканизаты различной природы: шинный ИВ на основе неполярных ненасыщенных каучуков общего назначения (ИВ-Ш), а также ИВ из облоя, образующегося при производстве РТИ, на основе полярного бутадиен-нитрильного каучука (ИВ-РТИ). Измельченные вулканизаты были получены на вальцах. Размер частиц фракции ИВ, применяемой в работе, составлял 0,63–1,00 мм. ИВ вводился в ненаполненную модельную смесь на основе БНК в дозировках 50, 100, 150 и 200 масс. ч. Эластомерные композиции изготавливались на лабораторных смесительных вальцах RC-WW 150/330 (Rubicon, Германия). Рецепт модельной эластомерной композиции приведена в таблице 1.

Для оценки взаимодействия измельченного вулканизата с несшитой эластомерной матрицей на вискозиметре Муни MV2000 (ф. Alpha Technologies, США) были проведены испытания по определению вязкости резиновых смесей. Также были проведены испытания по определению релаксации напряжений в невулканизированной эластомерной композиции.

Таблица 1.

Рецептура модельной эластомерной композиции на основе бутадиен-нитрильного каучука

Table 1.

The formulation of the model elastomer composition based on NBR

Ингредиент Ingredient	Дозировка, масс. ч. Dosage, phr
БНК-18А BNRS-18A	100,0
Оксид цинка Zinc Oxyde	3,0
Сера Sulfur	1,5
Стеариновая кислота Stearic acid	1,0
TBBS	0,7
Итого Total	106,2

Определение релаксационных характеристик эластомеров на вискозиметре Муни осуществляется за счет мгновенной остановки ротора после окончания опыта по определению вязкости по Муни, при этом продолжается запись величины крутящего момента (вязкости по Муни). При этом наблюдается постепенное снижение крутящего момента. Математически, это падение по степенному закону описывается уравнением (1):

$$M = k \cdot t^{-\alpha} \quad (1)$$

На основании полученных данных был рассчитан коэффициент релаксации (K_p) по уравнению (2):

$$K_p = \frac{k}{M_L(1+4)} \cdot 100\% \quad (2)$$

Тангенс угла наклона касательной к графику релаксации через 1 с после остановки ротора ($tg \alpha'$) или наклон кривой релаксации в логарифмических координатах (α), является мерой скорости релаксации. Для более точной характеристики релаксационных свойств используется также величина площади под кривой релаксации A .

Площадь под кривой релаксации A в интервале от $t = 1$ с до конечного времени $t_k = 60$ с рассчитывается как интеграл по уравнению (3):

$$A = \int M dt = k \int t^\alpha dt = k \cdot \frac{t_k^{\alpha+1} - 1}{\alpha + 1} \quad (3)$$

Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты исследования вязкости по Муни и релаксации напряжений невулканизованных эластомерных композиций

Table 2.

The results of the study in the Mooney viscosity and stress relaxation of uncured elastomer compositions

Дозировка ИВ, масс. ч. IV dosage, phr	Вязкость по Муни, усл. ед. Mooney viscosity, units	$tg \alpha'$	$K_p, \%$ $C, \%$	A , усл. ед. A , units
—	66,0	-0,330	57,9	856,2
ИВ-Ш IV-SH				
50	78,5	-0,362	56,1	908,3
100	93,8	-0,351	56,4	1114,5
150	103,1	-0,343	56,7	1267,7
200	106,8	-0,342	6,9	1320,9
ИВ-РТИ IV-RTI				
50	87,3	-0,365	54,8	979,3
100	102,5	-0,356	55,4	1190,5
150	118,9	-0,335	55,8	1469,0
200	128,8	-0,330	55,9	1613,8

Примечание: $tg \alpha'$ – тангенс угла наклона кривой релаксации; K_p – коэффициент релаксации

Для всех исследуемых композиций с увеличением дозировки измельченного вулканизата возрастает показатель вязкости по Муни. При этом в большей степени вязкость увеличивается при использовании ИВ на основе облоя РТИ. Так, при дозировке 50 масс. ч. для композиции наполненной ИВ-Ш этот показатель составляет 78,5 усл. ед. Муни, что на 11,2% ниже, чем для композиции с ИВ-РТИ, вязкость которой 87,3 усл. ед.; при дозировке 200 масс. ч. вязкость на 20,6% выше у смеси, содержащей полярный ИВ-РТИ, чем неполярный ИВ-Ш.

Из полученных данных видно, что тип измельченного вулканизата не оказывает значительного влияния на скорость релаксационных процессов в невулканизованной эластомерной матрице. Так, различия в значениях показателя скорости релаксации для смесей содержащих полярный и неполярный ИВ составляет 0,8–3,6%.

Следует отметить, что коэффициент релаксации K_p зависит от природы применяемого ИВ. Для композиций, содержащих ИВ на основе облоя РТИ, релаксация напряжений несколько затруднена, что подтверждается меньшим значением коэффициентов релаксации в сравнении с резиновыми смесями, которые наполнены ИВ-Ш. При этом с увеличением дозировки ИВ, независимо от его природы, K_p незначительно увеличивается.

Площадь A , ограниченная кривой релаксации увеличивается с ростом дозировки ИВ. При этом для композиций, содержащих ИВ из облоя РТИ, этот показатель выше, чем для наполненных шинным ИВ. Так, для композиции без добавок показатель A составляет 856,2 усл. ед., при дозировке 50 масс. ч. для шинного ИВ – 908,2 усл. ед., для ИВ из облоя РТИ – 979,3 усл. ед., что на 6,1% и на 14,4% соответственно выше, чем у исходной смеси. Разность между величиной площади под кривой релаксации A для композиции, содержащей ИВ из облоя РТИ и шинный ИВ, для этой дозировки составляет 71,0 усл. ед. или 7,8%. При дозировке ИВ 200 масс. ч. различия между показателями A в зависимости от типа ИВ еще более значительные. Так, для шинного ИВ этот показатель равен 1321,0 усл. ед., а для ИВ из облоя РТИ – 1913,8 усл. ед., разность между значениями составляет 292,8 усл. ед. или 22,2%.

Из результатов исследований видно, что эластические свойства композиций наполненных ИВ-РТИ выше, чем при использовании ИВ-Ш, что следует учесть при их переработке. Вероятно, применение в качестве наполнителя исследуемых композиций ИВ-РТИ приводит к затруднению молекулярных перестроений эластомерной основы в сравнении с ИВ-Ш, что выражается в большей вязкости по Муни, а также в замедлении релаксации напряжений в невулканизованных композициях [10].

Вулканизация является важнейшим технологическим процессом при производстве изделий из эластомеров. В ходе вулканизации образуется трехмерная пространственная сетка, которая обуславливает уникальные свойства резин как конструкционных материалов. Для исследования влияния природы и дозировки ИВ на процесс формирования пространственной сетки были проведены исследования кинетики процесса вулканизации. Испытания проводились

на реометре ODR 2000 (Alpha Technologies, США). Результаты исследований приведены в таблице 3.

Установлено, что с увеличением дозировки шинного измельченного вулканизата, время достижения оптимальной степени вулканизации практически не изменяется и меньше чем у образца сравнения на 43,5–45,2%.

Таблица 3.

Результаты исследования кинетики вулканизации (153 °С·45 мин) и плотности поперечного сшивания

Table 3.

The kinetics of vulcanization (153 °С·45 min) and the cross-linking density

Дозировка ИВ, масс. ч. IV dosage, phr	t ₉₀ , мин t ₉₀ , min	ΔM, дН·м ΔM, dN·m	v·10 ⁴ , моль/см ³ v·10 ⁴ , mole / sm ³
Без ИВ Without IV	20,26	18,20	0,561
Шинный ИВ Tyre IV			
50	11,29	13,07	0,224
100	11,28	10,22	0,139
150	11,45	9,65	0,123
200	11,10	9,92	0,084
ИВ из облоя РТИ IV from pressing wastes			
50	6,13	17,24	0,285
100	6,72	16,36	0,216
150	6,85	14,63	0,175
200	6,24	13,70	0,142

Примечание: t₉₀ – время достижения оптимальной степени вулканизации; Rh – скорость вулканизации; ΔM – разность максимального и минимального крутящих моментов

Для композиций, содержащих ИВ из облоя РТИ этот показатель имеет значения меньшие, чем у образца сравнения на 66,2–69,7%. Разность максимального и минимального крутящего момента ΔM уменьшается в сравнении с композицией без добавок, как в случае ИВ-Ш, так и в случае ИВ-РТИ. Следует отметить, что при использовании в качестве наполнителя эластомерной композиции ИВ-РТИ этот показатель на 31,9–38,1% выше, чем для композиций, содержащих ИВ-Ш.

Для исследования структуры пространственной сетки методом равновесного набухания была определена плотность поперечного сшивания исследуемых вулканизатов (таблица 3). Установлено, что все вулканизаты с ИВ в составе имеют более низкую плотность сшивки, чем модельная композиция без добавок. Так, при введении 50 масс. ч. ИВ-РТИ этот показатель выше, чем при использовании шинного ИВ на 27,2%; при дозировке 200 масс. ч. – на 69,1. Как следует из полученных данных, применение в качестве наполнителя измельченного вулканизата на основе облоя РТИ позволяет получать пространственную сетку с более высокой плотностью сшивки, в сравнении с резинами, которые наполнены ИВ-Ш.

Увеличение скорости процесса вулканизации может быть связано с наличием непрореагировавших компонентов вулканизирующей системы (ускорителей и активаторов), которые находились в ИВ и диффундировали в эластомерную матрицу [7, 11]. Снижение плотности поперечного сшивания, вероятно, связано с диффузией серы из эластомерной матрицы в ИВ [11], а также уменьшением содержания каучука в вулканизуемом образце, что приводит к снижению эффективного объема, в котором протекает процесс вулканизации значительно уменьшается с увеличением дозировки ИВ [12]. В связи с тем, что растворимость и диффузия серы в бутадиен-нитрильном каучуке меньше, чем в каучуках, которые используются для изготовления шин (натуральный, синтетический изопреновый и бутадиен-стирольный) [13], можно предположить, что в случае применения ИВ-Ш из эластомерной матрицы в измельченный вулканизат переходит большее ее количество, чем при использовании ИВ-РТИ. Это может объяснить меньшие значения плотности поперечного сшивания для вулканизатов, которые наполнены ИВ-Ш.

Заключение

Установлено, что уже на стадии получения невулканизованных композиций следует учитывать природу применяемого ИВ. Так, при использовании в качестве наполнителя ИВ на основе облоя РТИ наблюдается повышение вязкости в большей степени, чем при использовании шинного ИВ (на 9–21% в зависимости от дозировки). Исследования показали, что скорость процесса релаксации напряжений в невулканизованном эластомере, практически не зависит от природы измельченного вулканизата. Коэффициент релаксации для резиновых смесей несколько выше для композиций, содержащих шинный ИВ, а значения площади под кривой релаксации на 7,8–22,2% выше для композиций с ИВ из облоя РТИ. Таким образом, композиции наполненные шинным ИВ характеризуются лучшей перерабатываемостью, чем содержащие ИВ из облоя РТИ.

Установлено, что тип ИВ оказывает значительное влияние на процесс формирования пространственной сетки вулканизатов модельных смесей. Так, у композиций, содержащих полярный ИВ-РТИ время достижения оптимальной степени вулканизации на 40–46% ниже, чем при использовании неполярного ИВ-Ш. При этом тип ИВ оказывает влияние на процесс формирования и параметры пространственной сетки. С увеличением дозировки ИВ происходит уменьшение плотности поперечного сшивания вулканизатов. Следует отметить, что при использовании в качестве эластичного наполнителя ИВ, полученного из облоя РТИ, вулканизаты обладают более высокой плотностью сшивки, чем содержащие шинный ИВ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шведов Р.Е. Теория и практика рециклинга некондиционных резинотехнических изделий: монография / под общ. ред. проф. В.А. Струка. Гродно: ГрГУ, 2006. 319 с.
- 2 Karger-Kocsis J., Meszaros L., Barany T. Ground tyre rubber (GTR) in thermoplastics, thermosets, and rubbers // *J Mater Sci*, 2013, № 48. С. 1–38.
- 3 Miranda M., Pinto F., Gulyurtlu I., Cabrita I. Pyrolysis of rubber tyre wastes: A kinetic study // *Fuel*, 2013. Т. 103 С. 542–552.
- 4 Fukumori K., Matsushita M. Material Recycling Technology of Crosslinked Rubber Waste // *R&D Review of Toyota CRDL*, 2013. Т. 38. No. 1. С. 39–47.
- 5 Canhui Lu, Xinxing Zhang, Mei Liang. Mechanochemical Recycling and Processing of Waste Crosslinked Polymers: Waste Tire Rubber and Waste XLPE from Cable Scraps // *The 5th ISFR* (Окт. 11–14, 2009, Chengdu, China). С. 148–155.
- 6 Kim S.W., [и др.] Cure Characteristics and Physical Properties of Ground Rubber-Filled Natural Rubber Vulcanizates: Effects of the Curing Systems of the Ground Rubber and Rubber Matrix / *Journal of Applied Polymer Science*, 2007. Т. 105. С. 2396–2406.
- 7 Sombatsompop N., Kumnuantip C. Rheology, Cure Characteristics, Physical and Mechanical Properties of Tire Tread Reclaimed Rubber/Natural Rubber Compounds // *Journal of Applied Polymer Science*, 2003. Т. 87. С. 1723–1731.
- 8 Larissa N., [и др.]. Development and characterization of composites with ground elastomeric vulcanized scrap as filler // *Material Science and Engineering C*, 2009. Т. 29. С. 383–386.
- 9 Jacob, C., De, P.P., Bhowmick, A.K. and De, S.K. Recycling of EPDM waste. I. Effect of ground EPDM vulcanizate on properties of EPDM rubber // *J. Appl. Polym. Sci.*, 2001. Т. 82 С. 3293–3303.
- 10 Bristow G.M., The Mooney viscosity of raw natural rubber // *J. Nat. Rubber Res*, 1990. Т. 5 С. 182–198.
- 11 Gibala D., Hamed G.R.. Cure and Mechanical Behavior of Rubber Compounds Containing Ground Vulcanizates. Part I Cure Behavior // *Rubber Chemistry and Technology*: September 1994, Т. 67, №. 4. С. 636–648.
- 12 Молчанов, В.И. Карманова, О.В Паршута, Д.О. Разработка математической модели вулканизации двухфазных полимерных систем // *Вестник ВГУИТ*, 2013. № 1. С. 127–130.
- 13 Большой справочник резинщика. Ч. 1. Под.ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. М.: ООО "Издательский центр "Техноформ" МАИ", 2012. 744 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей В. Касперович к.т.н., зав. кафедрой, кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский государственный технологический университет, ул Свердлова 13а, г. Минск, 220006, Беларусь, andkasp@belstu.by

REFERENCES

- 1 Shvedov R.E. Theory and Practice of Recycling of Waste Industrial Rubber Articles. ed. by V.A. Struka. Grodno, GrGU, 2006. p. 319. (in Russian).
- 2 J. Karger-Kocsis, L. Meszaros, T. Barany. Ground tyre rubber (GTR) in thermoplastics, thermosets, and rubbers. *J Mater Sci*, 2013, № 48. pp. 1–38.
- 3 Miguel Miranda, Filomena Pinto, I. Gulyurtlu, I. Cabrita. Pyrolysis of rubber tyre wastes: A kinetic study. *Fuel*, 2013. Vol. 103 pp. 542–552.
- 4 K. Fukumori, M. Matsushita. Material Recycling Technology of Crosslinked Rubber Waste. *R&D Review of Toyota CRDL*, 2013. Vol. 38. No. 1. pp. 39–47.
- 5 Canhui Lu, Xinxing Zhang, Mei Liang. Mechanochemical Recycling and Processing of Waste Crosslinked Polymers: Waste Tire Rubber and Waste XLPE from Cable Scraps. *The 5th ISFR* (October 11–14, 2009, Chengdu, China). pp. 148–155.
- 6 Kim, S.W., et. al. Cure Characteristics and Physical Properties of Ground Rubber-Filled Natural Rubber Vulcanizates: Effects of the Curing Systems of the Ground Rubber and Rubber Matrix. *Journal of Applied Polymer Science*, 2007. Vol. 105. pp. 2396–2406.
- 7 Sombatsompop N., Kumnuantip C. Rheology, Cure Characteristics, Physical and Mechanical Properties of Tire Tread Reclaimed Rubber/Natural Rubber Compounds. *Journal of Applied Polymer Science*, 2003. Vol. 87. pp. 1723–1731.
- 8 Larissa N., et.al. Development and characterization of composites with ground elastomeric vulcanized scrap as filler. *Material Science and Engineering C*, 2009. Vol. 29. pp. 383–386.
- 9 Jacob, C., De, P.P., Bhowmick, A.K. and De, S.K. Recycling of EPDM waste. I. Effect of ground EPDM vulcanizate on properties of EPDM rubber. *J. Appl. Polym. Sci.*, 2001. Vol. 82 pp. 3293–3303.
- 10 Bristow G.M., The Mooney viscosity of raw natural rubber. *J. Nat. Rubber Res*, 1990. Vol. 5 pp. 182–198.
- 11 D. Gibala, G.R. Hamed. Cure and Mechanical Behavior of Rubber Compounds Containing Ground Vulcanizates. Part I Cure Behavior. *Rubber Chemistry and Technology*: September 1994, Vol. 67, No. 4. pp. 636–648.
- 12 Molchanov V.I., Karmanova O.V, Parshuta D.O. Mathematical modeling of the vulcanization of two-phase polymer system. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET], 2013. № 1. pp. 127–130. (in Russian).
- 13 Large Rubber Handbook P. 1. Under red. S.V. Reznichenko, U.L. Morozova. Moscow, Tehnoform MAI", 2012. 744 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrei V. Kasperovich candidate of technical sciences, head of department, technology of petrochemical synthesis and polymer materials, Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus, andkasp@belstu.by

Вадим В. Мяделец к.т.н., ассистент, кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский государственный технологический университет, ул Свердлова 13а, г. Минск, 220006, Беларусь, myadelets@belstu.by

Анастасия С. Казакова к.т.н., доцент, кафедры химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, kastpp@inbox.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Вадим В. Мяделец предложил методику проведения эксперимента

Анастасия С. Казакова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 23.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.03.2017

Vadim V. Myadelets candidate of technical sciences, assistant, technology of petrochemical synthesis and polymer materials, Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus, myadelets@belstu.by

Anastasia S. Kazakova candidate of technical sciences, associate professor, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, kastpp@inbox.ru

CONTRIBUTION

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

Vadim V. Myadelets proposed a scheme of the experiment

Anastasia S. Kazakova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.23.2017

ACCEPTED 3.24.2017

Определение эффективности тарельчатых массообменных аппаратов, применяемых в нефтехимическом производстве

Александр Б. Емельянов¹ okipr-mip@mail.ru
Максим В. Мальцев¹ max_proekt@mail.ru
Виктор Б. Попов¹

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

Реферат. Разработка эффективных схем разделения продуктов переработки нефти является актуальной задачей для современной промышленности. Чистые и сверхчистые материалы основное требование современных производств. Осуществление современных технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности требует высокоэффективных аппаратов, к которым предъявляются высокие требования по эргономичности, экономичности, технологичности и надежности. Эффективность работы массообменных аппаратов зависит от условий проведения технологического процесса, физических свойств контактных фаз, учитывая природу и количество механических примесей, циркулирующих в этой системе. Поэтому оценивание эффективности работы массообменных аппаратов с различными типами контактных устройств, с целью выявления их оптимальных технологических и конструктивных параметров – сложная практическая задача. Применение математического комплекса для оценки эффективности работы массообменных аппаратов позволяет подобрать оптимальные режимы работы и конструкцию колонного тарельчатого аппарата необходимого для эффективного разделения смеси. Представлены зависимости коэффициентов массоотдачи в газовой фазе и КПД ситчатой тарелки по Мерффи в зависимости от градиента при различных скоростях газа в колонном аппарате для ситчатой тарелки. Увеличение скорости газа уменьшает влияние неравномерности распределения жидкости и газа (пара) на коэффициент массоотдачи в газовой фазе, а при скорости газа 1,0 м/с и выше – отсутствует. Снижение на 40% коэффициента массоотдачи в газовой фазе наблюдается при скорости 0,2 м/с, а при 1,0 м/с – на 1%. Увеличение градиента увеличивает это влияние. Снижение эффективности тарельчатых массообменных аппаратов на 5–35%, применяемых в нефтехимическом производстве, обусловлено градиентом уровня жидкости, а также типом контактного устройства и скоростью газа.

Ключевые слова: продукты переработки нефти, массообменные аппараты, эффективность, режимы работы

Determination of the efficiency of the plate-type mass transfer apparatus used in petrochemical production

Aleksandr B. Emel'janov¹ okipr-mip@mail.ru
Maxim V. Maltsev¹ max_proekt@mail.ru
Viktor B. Popov¹

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

Summary. The development of effective separation schemes for oil refining products is an urgent task for modern industry. Clean and super pure materials are the main requirement of modern productions. The implementation of modern technological processes in the petrochemical and oil refining industry requires highly efficient devices, to which high demands are placed on ergonomics, economy, manufacturability and reliability. The effectiveness of the mass-exchange apparatus depends on the conditions of the technological process, the physical properties of the contact phases, taking into account the nature and amount of mechanical impurities circulating in this system. Therefore, the evaluation of the efficiency of mass-exchange devices with different types of contact devices, in order to identify their optimal technological and design parameters, is quite a difficult practical task. The application of a mathematical complex for the evaluation of the efficiency of mass exchanging apparatuses makes it possible to select the optimal operating modes and the design of a columnar disk apparatus necessary for efficient separation of the mixture. Dependences of the mass transfer coefficients in the gas phase and the efficiency of the Murphy sieve plate are presented, depending on the gradient at different gas velocities in a columnar apparatus for a sieve tray. An increase in the gas velocity reduces the effect of the uneven distribution of the liquid and gas (vapor) on the mass transfer coefficient in the gas phase, and at a gas velocity of 1 m/s and higher, there is no. A 40% reduction in the mass transfer coefficient in the gas phase is observed at a speed of 0.2 m/s, and at 1 m/s - by 1%. Increasing the gradient increases this effect. The decrease in the efficiency of the plate-type mass transfer apparatus by 5–35% used in petrochemical production is due to the gradient of the liquid level, as well as the type of contact device and the gas velocity

Keywords: products of oil refining, mass transfer devices, efficiency, operating modes

Введение

Высокий спрос на продукты нефтепереработки за последние годы привел к интенсивному росту нефтеперерабатывающей промышленности. В процессе переработки нефти получают продукты нефтепереработки, которые играют огромную роль в развитии всех отраслей промышленности.

Решением этих вопросов является модернизация существующих и разработка наиболее эффективных схем разделения исходной смеси на составляющие, создание новых перспективных типов контактных устройств, действующего технологического оборудования и промышленных технологий.

Для цитирования

Фамилия И.О., Фамилия И.О., Фамилия И.О., Фамилия И.О. Определение эффективности тарельчатых массообменных аппаратов, применяемых в нефтехимическом производстве // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 176–179. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-176-179

For citation

Lastname F.S., Lastname F.S., Lastname A.S., Lastname F.S. Determination of the efficiency of the plate-type mass transfer apparatus used in petrochemical production. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 176–179. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-176-179

Повышение требований к надежности и эффективности работы массообменных аппаратов, снижение их металлоемкости и габаритов приводит к постоянному усовершенствованию конструкций контактных устройств. Эффективность работы ректификационных колонн влияет на качество производимых продуктов переработки и технико-экономические показатели эксплуатации установок и заводов в целом [1–3].

Чистые и особо чистые материалы основное требование современной промышленности. В результате этого переработка материалов становится еще более важной, сложной и дорогостоящей, а технология по разделению веществ и очистке от примесей требует большего внимания.

Осуществление современных технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности требует высокоэффективные аппараты, к которым предъявляются высокие требования по эргономичности, экономичности, технологичности и надежности [4–8].

Эффективность работы массообменных аппаратов зависит и от условий проведения технологического процесса, физических свойств контактных фаз, учитывая природу и количество механических примесей, циркулирующих в этой системе. Поэтому оценивание эффективности работы массообменных аппаратов с различными типами контактных устройств, с целью выявления их оптимальных технологических и конструктивных параметров – сложная практическая задача.

Применение математического комплекса позволяет подобрать оптимальные режимы работы и конструкцию колонного тарельчатого аппарата необходимого для эффективного разделения смеси.

Общезвестное уравнение математической модели по жидкой фазе для каждой i -ой секции выглядит следующим образом:

$$u_i \frac{x_{i-1} - x_i}{\Delta l_i} = (ka)_i (x_i - x_i^*), \quad i = 1, 2, 3 \dots n \quad (1)$$

где x – концентрация компонента в жидкой фазе; x_i^* – равновесная концентрация жидкости к концентрации пара в секции $x_i^* = f(y_n)$, Δl_i – габарит секции в продольном сечении; n – количество секций; u_i – средняя скорость движения жидкости в секции, м/с.

Среднюю скорость движения жидкости в секции можно найти, учитывая градиент уровня жидкости, при этом принимая распределение от приемной до сливной планки за линейное.

$$u_i = \frac{L}{\rho_{ж} (h_{ст} + \Delta l_i) \xi_i} \quad (2)$$

где L – массовый расход жидкости на ситчатой тарелке, кг/с; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м³;

$h_{ст}$ – средняя высота статического столба жидкости, м; Δl_i – градиент уровня жидкости в каждой i -ой ячейке.

Концентрация пара, покидающая i -ю ячейку, находится по уравнению материального баланса:

$$G_i (y_i - y_n) = (x_{i-1} - x_i). \quad (3)$$

С учетом полного перемешивания пара в межтарельчатом пространстве колонны, уравнение (3) для всего контактного устройства будет иметь следующий вид:

$$G_i (y_k - y_n) = L (x_n - x_k). \quad (4)$$

Профиль концентрации в жидкой фазе по длине массообменного устройства и значение концентраций на выходе – (x_k, y_k) находятся решением систем уравнений (1–4) с учетом известных значений начальной концентрации в паре и жидкости (y_n, x_n) на входе ситчатой тарелки.

Из уравнений (1) и (2), учитывая, что $x^* = y / \bar{m}$ найдем концентрацию в каждой определенной i -ой ячейке:

$$x_i = \frac{x_i + b \frac{y_n}{\bar{m}} + b \frac{L x_{i-1}}{G \bar{m}}}{\left[b \bar{m} + 1 + b \frac{L}{G} \right]}, \quad i = 1, 2, 3 \dots n \quad (5)$$

где $b = \frac{(ka)_i \Delta l_i}{u_i \bar{m}}$, $\bar{m}$ – коэффициент распределения.

Полученное выражение в явном виде дает возможность определить концентрацию в жидкой фазе по всему пути жидкости на ситчатой тарелке.

По выражениям (6) и (7) найдем эффективность разделения смеси на ситчатой тарелке (КПД по Мерффи): в жидкой фазе

$$\eta_x = \frac{x_n - x_k}{x_n - x^*} \quad (6)$$

в паровой фазе

$$\eta_y = \frac{y_k - y_n}{y^* - y_n} \quad (7)$$

Оценим влияние режимов и конструктивных характеристик на процесс разделения смеси с учетом приведенной выше математической модели.

В выделенной секции гидравлическое сопротивление ситчатой тарелки связано с профилем скорости парового (газового) потока в поперечном сечении колонны. Меньшее значение скорости пара будет наблюдаться в секции у приемной планки из-за высокого значения столба жидкости, а максимальная скорость пара в секции у сливной планки прослеживается там, где минимальный столб жидкости. Максимальное значение этих неровностей наблюдается при

большом градиенте уровня жидкости на ситчатой тарелке. Монтаж контактного устройства выполненный с нарушением также может вызывать перераспределение парового потока.

На рисунках 1, 2 представлены зависимости коэффициентов массоотдачи в газовой фазе и КПД ситчатой тарелки по Мерффри в зависимости от градиента при различных скоростях газа в колонном аппарате для ситчатой тарелки. Таким же образом аналогично влияние увеличения градиента уровня жидкости на коэффициент массоотдачи в жидкой фазе.

Из графика, представленного на рисунке 1 для ситчатых тарелок следует, что со снижением скорости газа, увеличивается влияние неравномерности распределения жидкости и пара (газа) на коэффициент массоотдачи в газовой фазе. Увеличение скорости газа уменьшает влияние неравномерности распределения жидкости и газа (пара) на коэффициент массоотдачи в газовой фазе, а при скорости газа 1,0 м/с и выше – отсутствует. Снижение на 40% коэффициента массоотдачи в газовой фазе наблюдается при скорости 0,2 м/с, а при 1,0 м/с – на 1%. Увеличение градиента увеличивает это влияние.

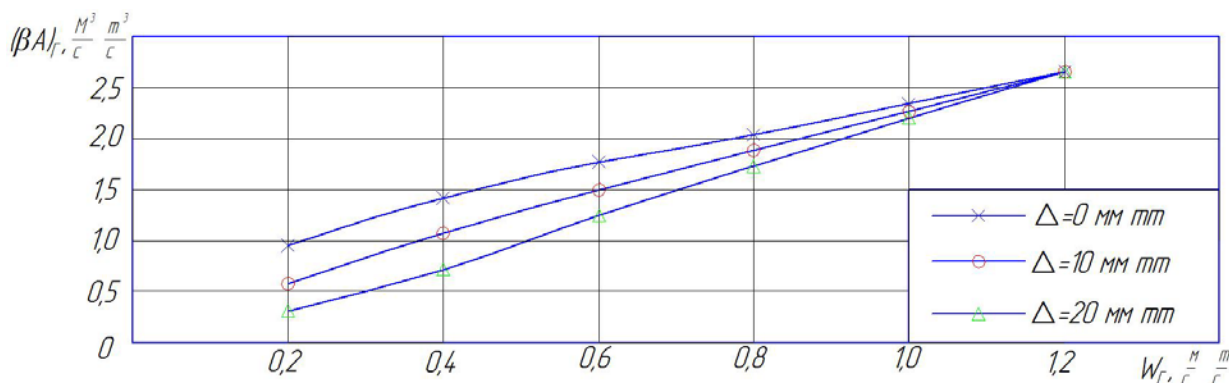


Рисунок 1. Зависимость коэффициента массоотдачи в газовой фазе от градиента уровня жидкости при различных скоростях газа на ситчатой тарелке

Figure 1. Dependence of the mass-transfer coefficient in the gas phase on the liquid-level gradient at various gas velocities on a perforated plate

На рисунке 2 приведена зависимость увеличения градиента уровня жидкости на КПД тарелки по Мерффри для ситчатых тарелок. Из графика следует, что уменьшение скорости газа от 1,0 до 0,2 м/с снижает КПД тарелки

по Мерффри на 1–15%, а увеличение градиента (от 10 до 20 мм) увеличивает это влияние. При скорости газа выше чем 1,0 м/с отсутствует влияние неравномерности распределения жидкости и пара (газа) [3].

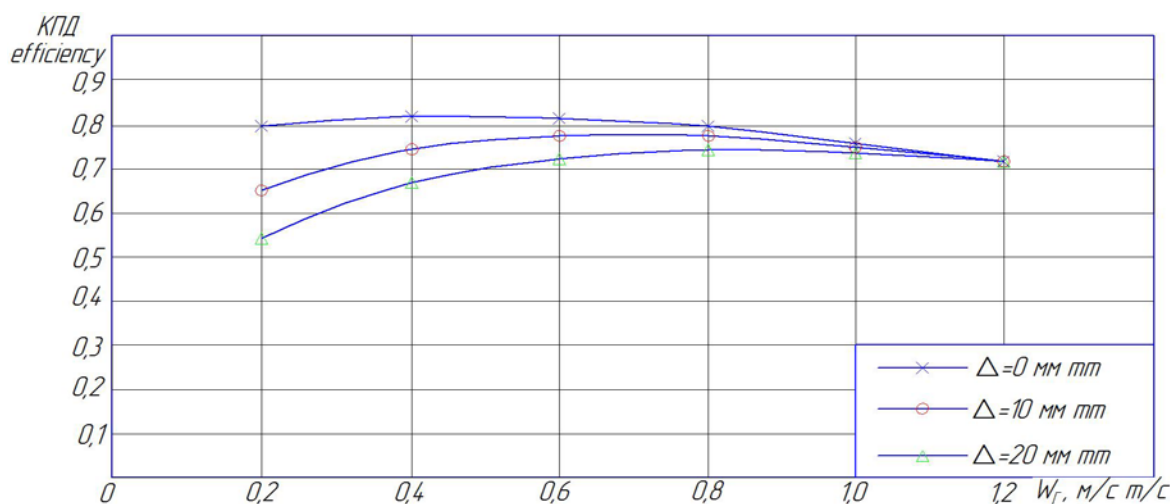


Рисунок 2. Зависимость КПД ситчатой тарелки по Мерффри от градиента уровня жидкости при различных скоростях газа

Figure 2. Dependence of Murphy's sieve plate efficiency on the liquid level gradient at different gas velocities

Закключение

Снижение эффективности тарельчатых массообменных аппаратов на 5–35%, применяемых

в нефтехимическом производстве, обусловлено градиентом уровня жидкости, а также типом контактного устройства и скоростью газа.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Башаров М.М., Зарипов Р.Т., Долгова А.Н. Повышение эффективности аппаратов и энергосбережение в производстве этилена // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2012. № 4(15). С. 16-25.
- 2 Шевцов А.А., Дерканосова А.А., Коротаева А.А., Муравьев А.С. Моделирование процесса распылительной сушки суспензии протеинового зеленого концентрата (ПЗК) // Вестник ВГУИТ. 2015. № 1(63). С. 51-57.
- 3 Лаптев А.Г., Минеев Н.Г., Мальковский П.А. Проектирование и модернизация аппаратов разделения в нефте- и газопереработке Казань, Печатный двор, 2002. 307 с.
- 4 Алтайулы С., Антипов С.Т., Павлов И.О. Нестационарный массообмен в вакуум ротационно-пленочном аппарате при влагоудалении из фосфолипидной эмульсии // Вестник ВГУИТ. 2012. № 1(58). С. 44-48.
- 5 Hong G. B. и др. Energy flow analysis in pulp and paper industry // Energy. 2011. Т. 36. № 5. С. 3063-3068.
- 6 Kiss A. A. Distillation technology – still young and full of breakthrough opportunities // Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 2014. Т. 89. № 4. С. 479-498.
- 7 Balaton M. G., Nagy L., Szeifert F. Operator training simulator process model implementation of a batch processing unit in a packaged simulation software // Computers & Chemical Engineering. 2013. Т. 48. С. 335-344.
- 8 Kakac S., Liu H., Pramuanjaroenkij A. Heat exchangers: selection, rating, and thermal design. CRC press, 2012.
- 9 Lam K. F., Sorensen E., Gavriilidis A. Review on gas-liquid separations in microchannel devices // Chemical Engineering Research and Design. 2013. Т. 91. № 10. С. 1941-1953.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Б. Емельянов к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, okipr-mip@mail.ru

Максим В. Мальцев к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, max_proekt@mail.ru

Виктор Б. Попов магистр, кафедра машин и аппаратов химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.04.2017

REFERENCES

- 1 Basharov M.M., Zaripov R.T., Dolgova A.N. Improving the efficiency of vehicles and energy efficiency in the production of ethylene. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta* [Proceedings of Kazan state power engineering University]. 2012. no. 4(15). pp. 16-25. (in Russian).
- 2 Shevtsov A.A., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Murav'ev A.S. The simulation of spray drying of a suspension of green protein concentrate (USC). *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 1(63). pp. 51-57. (in Russian).
- 3 Laptev A.G., Mineev N.G., Mal'kovskii P.A. *Proektirovanie i modernizatsiya apparatov razdeleniya v nefte- i gazopererabotke* [Design and modernization of separation apparatuses in oil and gas processing]. Kazan', Pechatnyi dvor 2002. 307 p. (in Russian).
- 4 Altauly S., Antipov S.T., Pavlov I.O. Nonstationary mass transfer in a vacuum rotary-film apparatus for the dripping of phospholipid emulsion. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2012. no. 1(58). pp. 44-48. (in Russian).
- 5 Hong G. B. et al. Energy flow analysis in pulp and paper industry. *Energy*. 2011. vol. 36. no. 5. pp. 3063-3068.
- 6 Kiss A. A. Distillation technology – still young and full of breakthrough opportunities. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2014. vol. 89. no. 4. pp. 479-498.
- 7 Balaton M. G., Nagy L., Szeifert F. Operator training simulator process model implementation of a batch processing unit in a packaged simulation software. *Computers & Chemical Engineering*. 2013. vol. 48. pp. 335-344.
- 8 Kakac S., Liu H., Pramuanjaroenkij A. Heat exchangers: selection, rating, and thermal design. CRC press, 2012.
- 9 Lam K. F., Sorensen E., Gavriilidis A. Review on gas-liquid separations in microchannel devices. *Chemical Engineering Research and Design*. 2013. vol. 91. no. 10. pp. 1941-1953.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr B. Emel'janov candidate of technical sciences, assistant professor, machines and apparatuses of chemical production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, okipr-mip@mail.ru

Maxim V. Maltsev candidate of technical sciences, assistant professor, machines and apparatuses of chemical production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, max_proekt@mail.ru

Viktor B. Popov master, machines and apparatuses of chemical production 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 3.27.2017

ACCEPTED 4.18.2017

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

Оригинальная статья/Original article

УДК 633.63:631.1

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-180-190>

Свеклосахарный комплекс России: состояние и направления развития

Людмила Н. Путилина	¹	lputilina@bk.ru
Евгений А. Дворянкин	²	vniiss@mail.ru
Игорь В. Апасов	²	
Максим А. Смирнов	²	

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

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», п. ВНИИСС, 86, Воронежская область, Рамонский район, 396030, Россия

Реферат. Проведена комплексная оценка состояния свеклосахарного комплекса Российской Федерации. Приводятся основные показатели производства и переработки сахарной свеклы такие как: посевная площадь, урожайность, валовой сбор, сахаристость, прогнозируемый сбор сахара, производство сахара из свеклы. Особое место уделено анализу свеклосахарного производства Центрального Федерального округа и его отдельных регионов. Установлен высокий потенциал развития сырьевой базы ЦФО и, в частности, Центрально-Черноземного региона. Так, в России ежегодно около 53% посевов сахарной свеклы размещено в ЦФО. В 2016 году в округе посевные площади под культурой составили 607,4 тыс. га или, в сравнении с 2015 годом, увеличились на 8,7%. В структуре валовых сборов ЦФО также имеет наибольший удельный вес, обеспечивая 58,5% общего объема производства, а непосредственно ЦЧР производит 88–89% валовых сборов сахарной свеклы округа. За период 2005–2014 гг. по сбору сахара с 1 га посева Центральный ФО превосходит Приволжский ФО на 23,3% и Сибирский ФО – на 25,3%, но незначительно уступает Южному ФО и Северо-Кавказскому ФО – на 3 и 12,6% соответственно. Этим достижениям способствовали благоприятные почвенно-климатические условия в период вегетации и уборки урожая сахарной свеклы, совершенство технологии возделывания культуры и техническое перевооружение сахарной промышленности. В целом Россия является лидером в производстве свекловичного сахара (5 млн тонн), что обеспечивает уровень самообеспечения на 90%. Приоритетными направлениями устойчивого развития свеклосахарного комплекса, в целях реализации политики импортозамещения, могут стать укрепление материально-технической базы, разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий.

Ключевые слова: свеклосахарный комплекс, сахарная свекла, сахар, производственный потенциал, продовольственная безопасность

Sugar-beet complex of Russia: state and directions of development

Ludmila N. Putilina	¹	lputilina@bk.ru
Evgeniy A. Dvoryankin	²	vniiss@mail.ru
Igor V. Apasov	²	
Maksim A. Smirnov	²	

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

² The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, 86, VNISS, Ramonsky district, Voronezh region, 396030, Russia

Summary. The complex estimation of state of sugar-beet complex of the Russian Federation has been made. The basic indices of sugar beet production and processing such as area under crop, yield, croppage, sugar content, forecasted sugar yield, and production of sugar from beet are presented. Particular attention has been given to the analysis of sugar-beet industry of the Central Federal District and its separate regions. A high potential of raw-material base development in Central Federal District and, in particular, Central Black-Earth Region has been revealed. Thus, in Russia, about 53% of sugar beet sown annually is located in Central Federal District. In the District, areas under the crop were 607.4 thousand hectares in 2016 and increased by 8.7% in comparison with 2015. Also, in the structure of croppages, Central Federal District has the greatest position as providing 58.5% of overall production, and the Central Black Earth Region produces 88–89% of the District sugar beet croppage. Over the period of 2005–2014, Central Federal District has surpassed Privolzhsky Federal District by 23.3% and Siberian Federal District by 25.3% in sugar yield per 1 hectare; but it is slightly inferior to Southern Federal District and North-Caucasian Federal District in this respect (by 3 and 12.6% accordingly). These achievements were promoted by favorable soil and environmental conditions during vegetation and harvesting of sugar beet, perfection of the crop cultivation technology and modernization of sugar industry. On the whole, Russia is the leader in beet sugar production (5 million tons) that provides 90% level of self-sufficiency. Strengthening of material and technical base, as well as development and introduction of resources-economy technologies can become the priority directions of the sugar-beet complex steady development in an effort to realize the policy of imported products substitution.

Keywords: sugar-beet complex, sugar beet, sugar, production potential, food safety

Для цитирования

Путилина Л.Н., Дворянкин Е.А., Апасов И.В., Смирнов М.А. Свеклосахарный комплекс России: состояние и направления развития // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 180–190. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-180-190

For citation

Putilina L.N., Dvoryankin E.A., Apasov I.V., Smirnov M.A. Sugar-beet complex of Russia: state and directions of development. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 180–190. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-180-190

Введение

Свеклосахарное производство является одной из главных составляющих АПК Российской Федерации. Свекловичный сахар – ценный высоко энергетический продукт питания, обеспечивающий необходимый баланс углеводов в организме человека. Ежегодное душевое потребление его составляет 38 кг или 1,6 нормы, что является одним из самых высоких показателей в мире. Кроме того, сахар используется в качестве сырья для кондитерской, хлебопекарной, фармацевтической, химической отраслей промышленности. На примере системного анализа свеклосахарного производства (в частности отдельных регионов) попытаемся рассмотреть его состояние и перспективы устойчивого экономического роста, что позволит повысить конкурентоспособность отечественной сельскохозяйственной продукции в целом.

Основная часть

Промышленное получение сахара в России осуществляется преимущественно из сахарной свеклы (90%). Основное производство культуры сосредоточено в Центральном, Южном, Северо-Кавказском, Приволжском и Сибирском федеральных округах. При этом такое территориальное размещения сахарной свеклы не случайно, а определено комплексом факторов: благоприятные природно-климатические и почвенные условия; обеспеченность трудовыми и материально-техническими ресурсами; наличие в зоне свеклосеяния производственных мощностей по переработке корнеплодов; экономический эффект возделывания и переработки этой сельскохозяйственной культуры.

Среди свеклосеющих регионов выделяется Центральный Федеральный округ (ЦФО), имеющий относительно развитую производственную базу в Центрально-Черноземном регионе (ЦЧР) и высокий потенциал развития отрасли в Центральном Нечерноземье – Орловской, Брянской, Рязанской и Тульской областях.

В настоящее время на продовольственном рынке России представляют интерес изменения, вызванные экономическим кризисом в 2008–2009 гг. и санкциями со стороны Евросоюза и других стран к России в 2014 г. Вынужденные ответные меры, принятые Правительством РФ с августа 2014 г. в качестве контрсанкций, направлены на импортозамещение сельскохозяйственной продукции, в том числе и сахара.

Для анализа современного состояния свеклосахарной отрасли в стране нами были

использованы основные статистические показатели производства сахарной свеклы и сахара в России и отдельных регионах в динамике за 2005–2015 гг. [2].

В постреформенный период в России выделяют несколько этапов развития рынка свеклосахарной продукции [3]. С 1991 г. по 2000 г. произошли резкий спад производства в свеклосахарной отрасли – сахарной свеклы в 2,5 раза, свекловичного сахара в 1,9 раза, что способствовало росту импорта сахара-сырца с 1,18 млн т до 3,64 млн т. В 2001–2005 гг. отмечалась стабилизация производства отрасли, а после 2005 г. наметился устойчивый подъем производства сахарной свеклы несмотря на экономический кризис 2008–2009 гг. и санкции с 2014 г.

Общую тенденцию изменения посевных площадей сахарной свеклы в России и ЦФО в 2005–2015 гг. можно проследить по данным, представленным на рисунке 1. Показатели посевных площадей сахарной свеклы в России колеблются по годам, что отражается как процессы стабилизации и роста, так и снижения производства данной сельскохозяйственной культуры [4]. Причины этих явлений лежат в разных плоскостях. Так, уменьшение посевных площадей в 2008–2009 гг. связано с нарастанием развития мирового экономического кризиса. Резкий спад посевных площадей сахарной свеклы после 2011 г. определен перепроизводством культуры и недостатком производственных мощностей для своевременной переработки свеклосырья в установленные сроки, что заметно увеличило его потери при поздней уборке и хранении во временных буртах. После 2013 г. в стране наметился очередной рост посевных площадей сахарной свеклы: в 2014 г. – на 1,6%, в 2015 г. – на 13,1% в сравнении с 2013 г. В 2016 г. посевы сахарной свеклы в РФ по предварительным данным возросли до 1104 тыс. га, т. е. рост посевных площадей составил 22,2% к 2013 г. и 8,0% к 2015 г.

Характер изменения посевных площадей сахарной свеклы по годам в ЦФО отражает фактическую ситуацию свекловодства России в целом за период 2005–2015 гг. (рисунок 1), но при этом доля посевных площадей округа неуклонно возрастала с 49,17% в 2005 г. до 55,69% в 2014 г. (рисунок 2). В 2015 г. доля посевов сахарной свеклы в ЦФО снизилась на 0,6% и составляла 55,10% общей площади посевов в стране. В 2016 г. посевы сахарной свеклы в ЦФО занимали 607,4 тыс. га, что на 8,7% больше, чем в 2015 г., при этом региональная структура посевных площадей в ЦФО существенно не изменилась.

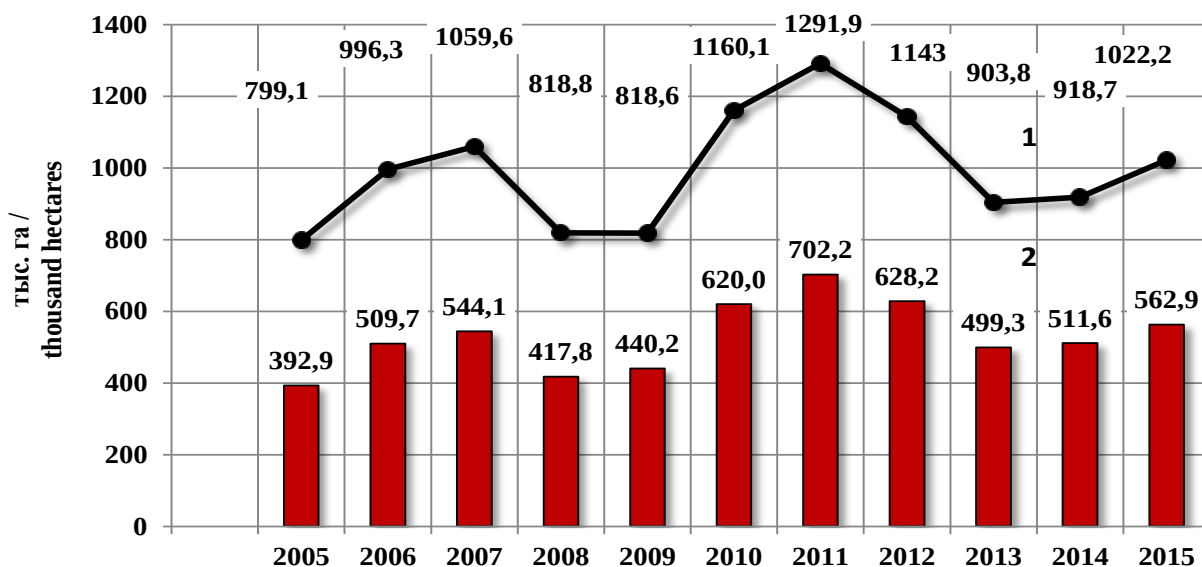


Рисунок 1. Динамика посевных площадей сахарной свеклы в Российской Федерации (1) и Центральном Федеральном округе (2)

Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России

Figure 1. The dynamics of areas under sugar beet in Russia Federations (1) and Central Federal District (2).

Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia

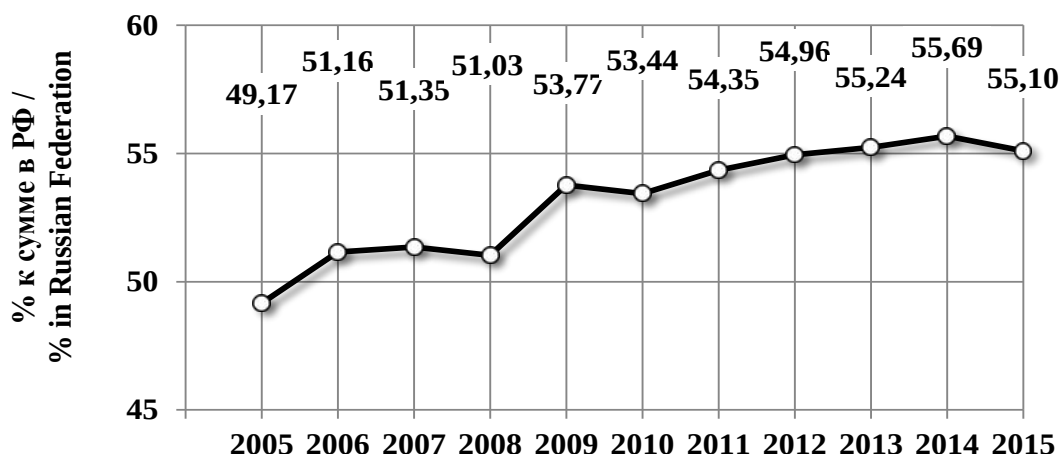


Рисунок 2. Доля посевных площадей сахарной свеклы Центрального Федерального округа в России.

Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России.

Figure 2. Percentage of areas under sugar beet of the Central Federal District in Russia.

Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia.

Центрально-Черноземный регион (ЦЧР) – важнейший агроэкономический регион ЦФО, располагающий большими возможностями производства сахарной свеклы и сахара [5, 6]. В его состав входят пять областей – Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская. Регион имеет среднеконтинентальный климат со среднегодовой температурой воздуха 5–6,4 °С. Сумма активных температур выше 10 °С на северо-западе составляет 2300–2800 °С, в южных районах – 2800–3000 °С. Годовое количество осадков в зоне лесостепи 500–550 мм, в зоне степи 450–490 мм. ЦЧР относят к регионам с недостаточным и неустойчивым увлажнением в период вегетации растений. Гидротермический коэффициент равен 0,9–1,2. Посевы

сахарной свеклы размещены на черноземах, которые имеют большой потенциал биологической продуктивности.

Центрально-Черноземный регион занимает важное место в структуре посевных площадей сахарной свеклы ЦФО – до 90%. За последние 10 лет отмечена тенденция уменьшения удельной доли посевных площадей в ЦЧР с 91% в 2005–2006 гг. до 87–88% в 2014–2015 гг. (рисунок 3). Этому способствовало расширение посевов в Центральном Нечерноземье, в частности в Орловской области (таблица 1). В 2016 г. в ЦЧР увеличилось количество посевных площадей на 8,8% в сравнении с 2015 г. и составило 534, 3 тыс. га по предварительным данным Минсельхоза.

В рассматриваемый период в структуре посевных площадей сахарной свеклы ЦЧР произошли некоторые изменения. Так, в Белгородской и Воронежской области доля посевных площадей культуры заметно снижалась, а в Курской и Липецкой – нарастала. В Тамбовской области

доля посевов сахарной свеклы существенных изменений не претерпела за исключением 2011 г. Это свидетельствует о том, что в этой области нарастание и снижение посевных площадей пропорционально совпало с колебаниями суммы посевных площадей в ЦФО и в целом по стране.

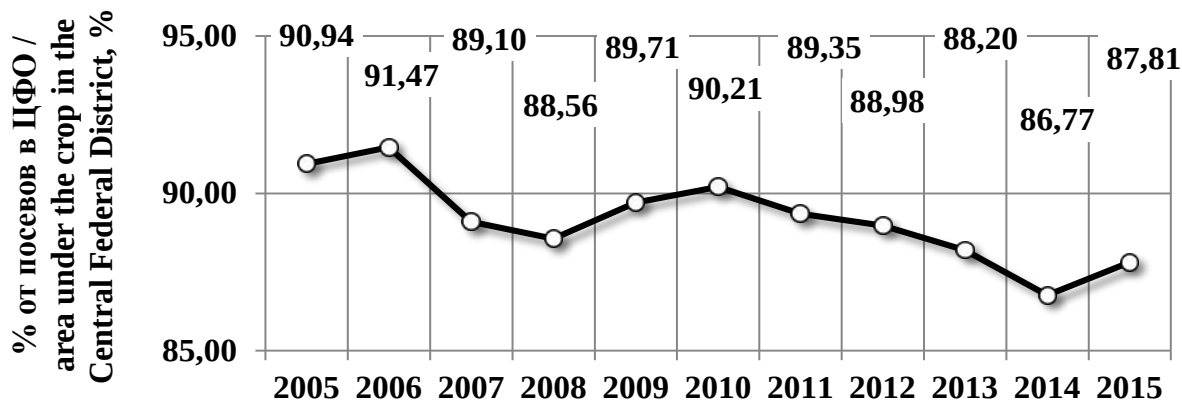


Рисунок 3. Доля посевных площадей сахарной свеклы в Центрально-Черноземном регионе.
Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России.

Figure 3. Percentage of areas under sugar beet in the Central Black-Earth Region
Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia.

Таблица 1.

Динамика посевных площадей сахарной свеклы в субъектах ЦФО, тыс. га

Table 1.

Dynamics of areas under sugar beet crop in the regions of the Central Federal District, thousand hectares

Регионы / Regions	Годы / Years						
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Белгородская область / Belgorod region	83,5	105,6	108,3	103,2	75,0	68,0	73,0
Брянская область / Bryansk region	3,5	3,7	3,9	4,4	3,8	3,8	4,0
Воронежская область / Voronezh region	110,1	167,1	191,4	148,9	102,2	101,1	114,3
Курская область / Kursk region	56,3	99,5	109,9	112,0	94,5	100,5	97,4
Липецкая область / Lipetsk region	46,3	78,0	89,2	84,1	81,6	88,5	107,6
Орловская область / Oryol region	15,2	32,3	41,9	45,2	45,4	49,5	52,8
Рязанская область / Ryazan region	8,6	14,9	17,5	13,5	6,3	7,5	6,5
Тамбовская область / Tambov region	61,1	109,1	128,6	110,8	87,2	85,8	98,7
Тульская область / Tula region	8,0	9,8	11,6	6,1	3,4	7,0	8,5

Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России.

Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia.

В 2010–2011 гг. во всех субъектах ЦЧР резко возросли посевные площади под сахарную свеклу (таблица 1). После экстремальной засухи в 2010 г. дальнейшее увеличение посевных площадей в 2011 г., совпавшее с благоприятными для роста и развития сахарной свеклы условиями погоды, позволило получить рекордный урожай корнеплодов, что привело к большим потерям свеклосырья. Поэтому в регионах Центрального Черноземья началось снижение площадей посевов культуры, которое завершилось для большей части субъектов в 2013 г. В 2014 и, особенно, в 2015 гг. в регионах ЦЧР заметно возросли посевные площади сахарной свеклы, а в 2016 г. тенденция роста посевов

культуры продолжилась: в Белгородской на 6,2; Воронежской – 7,2; Липецкой – 7,8; Курской – 18,8; Тамбовской – 4,0% в сравнении с 2015 г. Из остальных свеклосеющих регионов ЦФО наибольший интерес представляет Орловская область, где отмечена нарастающая динамика посевов сахарной свеклы от 15,2 тыс. га в 2005 г. до 52,8 тыс. га в 2015 г. В 2016 г. посевы сахарной свеклы в Орловской области увеличились до 56,2 тыс. га или на 6,4% в сравнении с 2015 г. Следует отметить, что в 2016 г. долевое распределение площади посевов в регионах ЦФО существенно не изменилось.

Валовой сбор сахарной свеклы в первую очередь зависит от площади посева и урожайности корнеплодов. Оптимальное сочетание этих двух показателей обеспечивает наиболее высокий сбор урожая, как, например в 2011 г., когда валовой сбор корнеплодов в России составил 47,6 млн т при средней урожайности по стране 392 ц/га (таблица 2).

Достижения современной селекции сахарной свеклы направлены прежде всего на повышение урожайности культуры в сочетании с высоким технологическим качеством корнеплодов, что позволяет с наименьшими затратами обеспечивать оптимальные объемы заготавливаемого свекловичного сырья при сокращении посевных площадей. Большинство специалистов в свеклосахарной отрасли отмечают, что в последние годы при сокращении посевных площадей относительно к 2011 г., несмотря на колебания валового сбора, сохраняется положительная динамика производства сахарной свеклы за счет роста урожайности и передовых технологий выращивания культуры [7, 8]. Достаточно обратить внимание на валовой сбор в регионах ЦФО

за 2012–2013 гг., отличающихся наиболее высокой урожайностью в период резкого снижения посевных площадей (таблица 3). Однако надо иметь в виду, что устойчивый подъем производства сахарной свеклы, который продолжился и в 2014–2015 гг., в значительной степени зависит от погодных условий, вследствие чего необходимы технологии, сочетающие раннеспелые и позднеспелые гибриды. Эти технологии позволяют решить многие вопросы поздней уборки и хранения корнеплодов. Увеличение сахаристости может быть достигнуто за счёт использования гибридов отечественной селекции, которые отличаются повышенной сахаристостью, пластичностью и лежкостью при хранении в буртах и кагатах.

В структуре валовых сборов наибольший удельный вес имеет ЦФО, обеспечивающий до 58,5% (2012 г.) общего объема производства, а непосредственно в округе – ЦЧР, реализующий 88–89% валовых сборов сахарной свеклы (таблица 4). Центральное Нечерноземье удерживает стабильные позиции в пределах 11–12% от «валовки» в ЦФО.

Таблица 2.

Динамика валового сбора сахарной свеклы в Российской Федерации и Центральном Федеральном округе, тыс. тонн

Table 2.

Dynamics of sugar beet croppage in Russian Federation and Central Federal District, thousand tons

Регионы / Regions	Годы / Years						
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Российская Федерация Russian Federation	21300	22300	47600	45100	39300	33500	39031
Центральный ФО Central Federal District	10859	10166	27292	26370	21969	18046	21724
Белгородская область Belgorod region	2519,2	1788,2	4335,3	4299,9	3057,0	2814,1	2738
Брянская область Bryansk region	71,4	103,0	136,0	182,8	175,5	131	158
Воронежская область Voronezh region	2946,2	1793,0	6991,6	6167,3	4455,7	3973,2	4916
Курская область Kursk region	1235,2	2161,6	4416,6	4739,8	3719,9	3326,9	3372
Липецкая область Lipetsk region	1666,4	1259,5	3498,8	4021,3	3729,4	2625,7	4067
Орловская область Oryol region	335,1	716,2	1716,2	1827,6	2022,9	1604,2	1734
Рязанская область Ryazan region	235,4	212,8	648,7	556,7	249,8	238,0	275
Тамбовская область Tambov region	1629,8	1905,9	5093,5	4304,4	4382,6	3122,9	4188
Тульская область Tula region	221,1	226,3	455,9	270,4	175,8	206,4	276

Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России.

Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia.

Таблица 3.

Динамика урожайности и сахаристости сахарной свеклы в Российской Федерации и Центральном Федеральном округе

Table 3.

Dynamics of sugar beet yield and sugar content in Russian Federation and Central Federal District

Регионы / Regions	Годы / Years						
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Урожайность, ц га / Yield, centner/ha							
Российская Федерация / Russian Federation	282	241	392	409	442	370	388
Центральный ФО / Central Federal District	293	204	407	431	445	355	391
Белгородская область / Belgorod region	311	181	407	424	414	415	379
Брянская область / Bryansk region	244	300	363	430	505	–	418
Воронежская область / Voronezh region	281	179	382	438	439	395	437
Курская область / Kursk region	253	228	414	426	404	335	352
Липецкая область / Lipetsk region	374	218	406	490	459	295	380
Орловская область / Oryol region	253	272	419	406	446	326	333
Рязанская область / Ryazan region	291	232	389	421	410	321	429
Тамбовская область / Tambov region	274	196	437	397	505	364	429
Тульская область / Tula region	276	231	470	461	519	296	367
Сахаристость, % / Sugar content, %							
Российская Федерация / Russian Federation	16,8	16,6	16,0	15,4	15,7	17,8	17,8
Центральный ФО / Central Federal District	17,5	17,6	16,2	16,0	15,9	18,8	18,4
Белгородская область / Belgorod region	16,7	16,2	16,3	15,4	15,5	18,7	18,1
Брянская область / Bryansk region	16,7	16,9	16,5	17,1	15,4	18,3	17,8
Воронежская область / Voronezh region	17,6	17,6	16,2	15,8	15,8	18,5	18,8
Курская область / Kursk region	16,8	17,4	15,7	16,0	16,1	17,9	17,2
Липецкая область / Lipetsk region	18,5	18,0	16,2	15,6	16,2	20,0	18,7
Орловская область / Oryol region	16,9	18,3	16,6	16,1	16,2	18,7	18,4
Рязанская область / Ryazan region	18,5	17,5	15,8	16,0	15,2	18,0	17,9
Тамбовская область / Tambov region	18,0	18,1	16,6	15,4	16,3	19,3	19,0
Тульская область / Tula region	16,8	–	–	16,1	16,3	18,6	18,0

Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России, Союзрассахара

Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia, Soyuzsakhara

Таблица 4.

Удельный вес Центрального Федерального округа в валовом сборе сахарной свеклы в России и его субъектов в округе, %

Table 4.

Position of the Central Federal District concerning sugar beet croppage in Russia and regions of the District, %

Регионы / Regions	Годы / Years								
	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Центральный ФО (9 областей) / Central Federal District (9 regions)	51,0	52,6	55,4	45,6	57,3	58,5	55,9	53,9	55,6
ЦЧР (5 областей) / Central Black-Earth Region (5 regions)	92,1	88,8	89,2	87,6	89,2	89,2	88,1	87,9	88,0
Другая часть округа (4 области) / Other part of the District (4 regions)	7,9	11,2	10,8	12,4	10,8	10,8	11,9	12,1	12,0

Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России.

Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia

По урожайности сахарной свеклы в исследуемый период (2005–2015 гг.) Центральный ФО уступает Южному ФО в среднем на 13,4 и Северо-Кавказскому ФО на 26,6%, но значительно превосходит Приволжский ФО и Сибирский ФО соответственно на 22 и 26,3%

(таблица 5). В то же время сахарная свекла в Южном ФО, Северо-Кавказском ФО и Приволжском ФО имеет более низкую сахаристость, чем в Центральном ФО: различия по средним многолетним данным достигают 1,6–1,9% в абсолютных показателях.

Таблица 5.
Продуктивность сахарной свеклы в федеральных округах России (среднее за период 2005–2015 гг.)

Table 5.

Sugar beet productivity in federal districts of Russia (average for the period of 2005–2015)

Регионы / Regions	Урожайность Yield		Сахаристость / Sugar content		Сбор сахара / Sugar yield	
	т/га t/ha	(±) отклонение от показателя ЦФО, % / (±) varia- tion from the value in Central Federal District, %	%	(±) отклонение от показателя ЦФО, % / (±) varia- tion from the value in Central Federal District, %	т/га t/ha	(±) отклонение от показателя ЦФО, % / (±) varia- tion from the value in Central Federal District, %
Центральный ФО/ Central Federal District	35,0	0	17,1	0	5,97	0
Южный ФО/ Southern Federal District	39,7	+13,4	15,5	-1,6	6,15	+3,0
Северо-Кавказский ФО / North-Caucasian Federal District	44,3	+26,6	15,2	-1,9	6,72	+12,6
Приволжский ФО / Privolzhsky Federal District	27,3	-22,0	16,7	-0,4	4,58	-23,3
Сибирский ФО / Siberian Federal District	25,8	-26,3	17,3	+0,2	4,46	-25,3

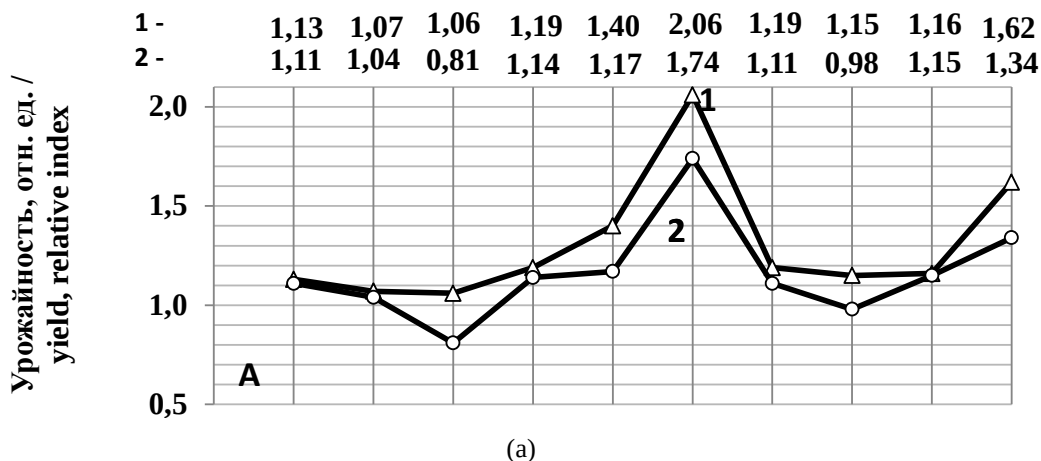
Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России, Союзрассахара

Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia, Soyuzsakhara

По сбору сахара с 1 га посева Центральный ФО превосходит Приволжский ФО на 23,3%, а Сибирский ФО на 25,3%. Низкая сахаристость в корнеплодах сахарной свеклы Южного и Северо-Кавказского округов заметно компенсирует различия в сборе сахара в сравнении с Центральным округом. Так, в Южном ФО сбор сахара был выше на 3%, а в Северо-Кавказском ФО на 12,6%, в сравнении с Центральным ФО.

Динамика показателей продуктивности сахарной свеклы свидетельствует, что основное

преимущество в сборе сахара в Южном и Северо-Кавказском округах получено в 2010 г., то есть в год экстремальной засухи в ЦЧР и отдельных регионах Нечерноземья, но не затронувшей южные регионы (рисунок 4). Если исключить показатели 2010 г. из выборки многолетних данных, то прогнозируемый сбор сахара с 1 га посева в Южном и Северо-Кавказском округах заметно не отличается от сбора сахара в Центральном ФО.



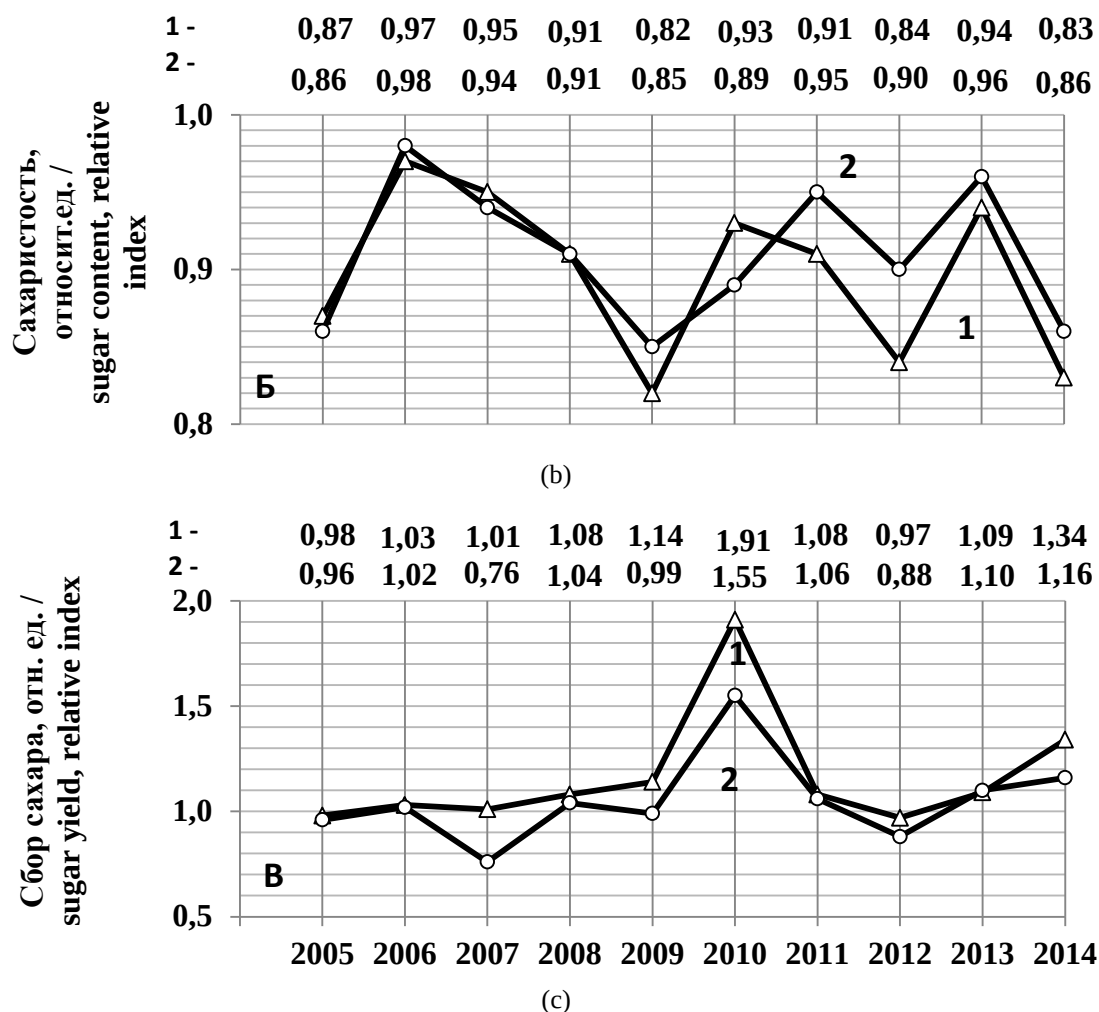


Рисунок 4. Урожайность (а), сахаристость (б) и прогнозируемый сбор сахара (с) сахарной свеклы в Северо-Кавказском (1) и Южном (2) федеральных округах относительно этих показателей в Центральном Федеральном округе за период с 2005 по 2014 год

Figure 4. Sugar beet yield (a), sugar content (b) and forecasted sugar yield (c) in North Caucasian (1) and Southern (2) Federal Districts in comparison with these indices in the Central Federal District for the period from 2005 to 2014

В 2015 г. в Центральном ФО прогнозируемый сбор сахара был ниже, чем в Южном и Северо-Кавказском округах на 5,7 и 5,3% соответственно. В то же время в отдельных регионах ЦФО, таких как Воронежская и Тамбовская области, сравнимых по сумме посевных площадей (212,8 тыс. га) с посевами в Южном и Северо-Кавказском округах вместе взятых (Краснодарский край + Ставропольский край + Карачаево-Черкесская республика + Чеченская республика + Ростовская обл. = 219,9 тыс. га) прогнозируемый сбор сахара был выше на 7,9%. Подтверждением этому служат данные производства свекловичного сахара в этих регионах в 2015 г. Так, в Воронежской и Тамбовской областях выработано в сумме 1201,9 тыс. т сахара, а в Южном и Северо-Кавказском округах – 1215,9 тыс. т (таблица 6). В результате с 1 га посева сахарной свеклы в Воронежской и Тамбовской

областях было выработано, в среднем, 5,65 т, а в Южном и Северо-Кавказском округах – 5,53 т белого сахара-песка.

В целом по России 2015 г. стал успешным для свеклосахарного комплекса. В сравнении с 2014 г. отмечен прирост посевных площадей сахарной свеклы до уровня 1022,2 тыс. га или на 11,3%, урожайности – до 388 ц/га или на 4,9%. Это обеспечило получение валового сбора культуры 39,03 млн т и выработку из него сахара в количестве 5,13 млн т [9]. Этим достижениям способствовала благоприятная погода в период вегетации и уборки урожая, а также совершенство технологии возделывания сахарной свеклы и модернизация сахарных заводов в России, позволившая провести переработку свеклосырья в наиболее сжатые сроки [10].

По состоянию на начало 2016 г. сахарная промышленность Российской Федерации представлена 72 действующими свеклоперерабатывающими предприятиями, из которых 41 размещены в ЦФО. В Центральном Черноземье располагается 34 сахарных завода. По информации Союзрассахара в 2015 г. общая производственная мощность сахарных заводов в стране составила 348, 86 тыс. т

переработки свеклосырья в сутки, тогда как в 2011 г. она была на уровне 304,94 тыс. т в сутки. В 2016 г. общая производственная мощность заводов возросла до 353,71 тыс. т в сутки. В сравнении с 2011 г. в 2015 г. общая производственная мощность сахарных заводов в ЦЧР увеличилась на 11,8%, а в 2016 – на 14,4% и составила 166, 35 тыс. т в сутки.

Таблица 6.

Производство свекловичного сахара в Российской Федерации и субъектах Центрального Федерального округа (тыс. тонн)

Table 6.

Production of beet sugar in Russian Federations and regions of Central Federal District (thousand tons)

Регионы / Regions	Годы / Years						
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Российская Федерация / Russian Federation	2503	2782	4753	4877	4468	4607	5133
Центральный ФО / Central Federal District	1371	1306	2575	2787	2569	2616	2969
Центрально-Черноземный регион / Central Black-Earth Region	1286	1129	2322	2428	2253	2267	2613
Белгородская область / Belgorod region	326,1	219,3	470,7	534,4	367,0	411,3	423,8
Брянская область / Bryansk region	7,2	13,6	20,0	23,4	20,9	18,4	26,3
Воронежская область / Voronezh region	311,9	213,6	619,8	572,8	494,9	574,4	649,3
Курская область / Kursk region	145,5	256,4	425,1	481,7	416,3	381,0	354,0
Липецкая область / Lipetsk region	232,1	218,2	411,9	425,4	512,3	461,3	632,8
Орловская область / Oryol region	52,6	149,2	211,8	291,3	259,7	297,9	284,0
Рязанская область / Ryazan region	13,7	9,9	21,1	29,5	17,5	22,0	21,4
Тамбовская область / Tambov region	270,0	221,2	394,2	413,7	462,4	438,7	552,6
Тульская область / Tula region	11,9	–	–	9,6	12,8	7,7	25,0

Источник информации: данные Росстата, Минсельхоза России, Союзрассахара

Source of information: data of Federal service of the state statistics, Ministry of Agriculture of Russia, Soyuzsakhara

Средняя производственная мощность одного сахарного завода в России увеличилась с 4,07 в 2011 г. до 4, 59 тыс. т переработки сахарной свеклы в сутки в 2015 г. (на 12,8%). Наиболее высокий рост средней производственной мощности одного сахарного завода прослеживался в Липецкой (на 32,2%) и Тамбовской (на 18,1%) областях. Увеличение производственной мощности сахарных заводов позволило в 2015 г. в оптимальные

сроки выработать из меньшего количества свеклосырья большее количества сахара, в сравнении с периодом 2011–2012 гг.

Представленный анализ свидетельствует, что ЦЧР является ведущим звеном свеклосахарного производства в ЦФО и России. Усиление роли ЦЧР окажет положительное влияние на развитие этой отрасли в ЦФО, имеющего значительный потенциал роста производства сахара (рисунок 5).

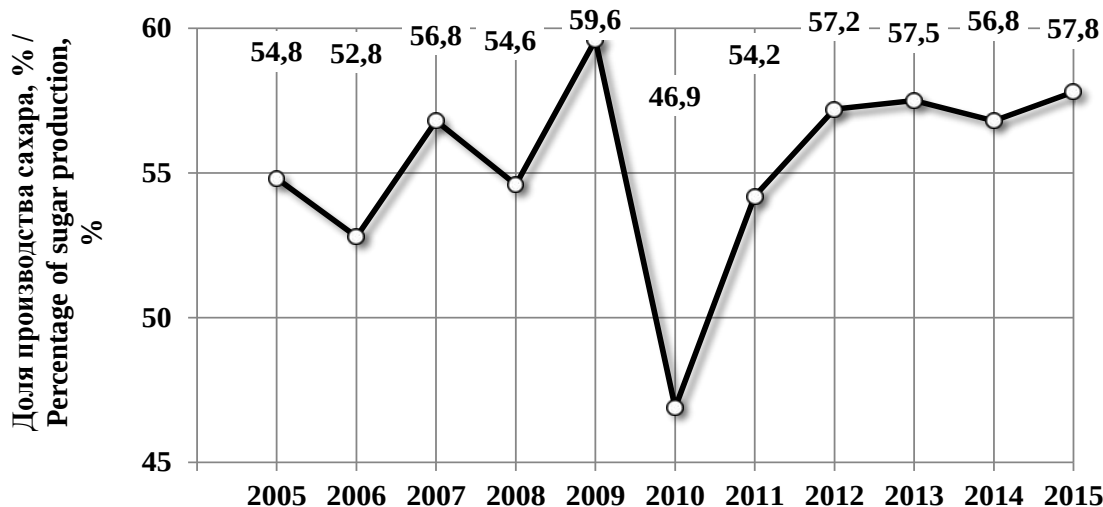


Рисунок 5. Доля производства свекловичного сахара в ЦФО в период 2005–2015 гг

Figure 5. Percentage of beet sugar production in the Central Federal District during 2005–2015

Таким образом, Россия является мировым лидером по производству сахара из свеклы, которое ежегодно составляет до 5 млн т. Для устойчивого роста эффективности свеклосахарного производства необходимо:

- создание новых высококонкурентных гибридов сахарной свеклы отечественной селекции на базе организации общероссийского селекционного центра;

- разработка и внедрение прогрессивных технологий семеноводства, обеспечивающих повышение эффективности производства за счет роста урожайности семенников, улучшения качества семян и снижения производственных расходов;

- разработка и внедрение современных технологий предпосевной обработки семян, способствующих реализации продуктивного потенциала гибридов;

- организация в стране специализированного машиностроения как для селекции и семеноводства, так и промышленного производства культуры;

- разработка и внедрение зональных ресурсосберегающих технологий производства

сахарной свеклы при сочетании принципов единства, экологической безопасности и экономической эффективности;

- модернизация действующих и строительство новых сахарных заводов;

- создание действенного механизма внутри- и межхозяйственных отношений, учитывающих интересы всех участников свеклосахарного производства;

- подготовка и переподготовка кадров;

- участие органов государственного управления АПК совместно с хозяйствующими субъектами в формировании стратегии устойчивого развития свеклосахарного производства.

Заключение

Настоящее исследование представляет практический интерес с позиции стратегического планирования развития свеклосахарного производства России. Предложенные направления развития позволят достичь долгосрочного синергетического эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бугаенко И.Ф. Принципы эффективного сахарного производств / Москва, Международная сахарная компания, 2003. 288 с.

2 Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 10.02.2017).

3 Журавская А.В. Развитие свеклосахарного подкомплекса в условиях членства России в ВТО // Экономика сельского хозяйства России. 2014. № 6. С. 35–45.

4 Соколова Ж.Е. Теория и практика развития мирового рынка продукции органического сельского хозяйств / Москва, Изд-во ИП Насирддинова В.В., 2012. 443 с.

5 Худякова Т.М., Кретирина О.А. Территориальная организация свеклосахарного производства Воронежской области, Воронеж, 2011. 108 с.

6 Худякова Т.М., Воинова Н.Е. Значение свеклосахарного производства для устойчивого развития экономики областей ЦЧР // Вестник ТГУ. 2013. Т. 18. № 2. С. 718–722.

7 Maitah M., Smutka L. Restoration and Growth of the Russian Sugar Market // Sugar Tech. 2016. Т. 18. №. 2. С. 115–123.

8 Libman A., Obydenkova A. International trade as a limiting factor in democratization: An analysis of subnational regions in post-communist Russia // Studies in comparative international development. 2014. Т. 49. №. 2. С. 168–196.

9 Краткие итоги производства свеклы, сахара и показатели работы сахарных заводов республики Армения, республики Беларусь, республики Казахстан, Кыргызской республики и Российской Федерации в 2015 г., Москва, ООО «Петровский парк», 2015. 70 с.

10 Тупикова О.А. Перспективы развития свеклосахарного подкомплекса России в условиях модернизации производства имееждународной интеграции // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 93 (09). С. 10–25.

REFERENCES

1 Bugaenko I.F. Printsipy effektivnogo sakharnogo proizvodstv [The principles of efficient sugar production]. Moscow, Mezhdunarodnaya sakharnaya kompaniya 2003. 288 p. (in Russian).

2 Federal service of state statistics. Available at: <http://www.gks.ru/> (accessed at: 10.02.2017).

3 Zhuravskaya A.V. The development of the sugar-beet industry in conditions of Russia's membership in WTO. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia]. 2014. no. 6. pp. 35–45. (in Russian).

4 Sokolova Zh.E. Teoriya i praktika razvitiya mirovogo rynka produktsii organicheskogo sel'skogo khozyaistv [Theory and practice of development of the world market of products from organic agriculture]. Moscow, 2012. 443 p. (in Russian).

5 Khudyakova T.M., Kretinina O.A. Territorial'naya organizatsiya sveklosakharnogo proizvodstva Voronezhskoi oblasti [Territorial organization of beet sugar production in Voronezh region]. Voronezh 2011. 108 p. (in Russian).

6 Khudyakova T.M., Voinova N.E. The value of beet sugar production for the sustainable development of the economy of regions Central Chernozem region. *Vestnik TGU* [Proceedings of TGU]. 2013. vol. 18. no. 2. pp. 718–722. (in Russian).

7 Maitah M., Smutka L. Restoration and Growth of the Russian Sugar Market. *Sugar Tech*. 2016. vol. 18. no. 2. pp. 115–123.

8 Libman A., Obydenkova A. International trade as a limiting factor in democratization: An analysis of subnational regions in post-communist Russia. *Studies in comparative international development*. 2014. vol. 49. no. 2. pp. 168-196..

9 Kratkie itogi proizvodstva svezkly, sakhara i pokazateli raboty sakharnykh zavodov respubliky Armeniya, respubliky Belarus', respubliky Kazakhstan, Kyrgyzskoi respubliky i Rossiiskoi Federatsii v 2015 g. [A brief summary of the production of beet sugar and the performance of the

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила Н. Путилина к. с.-х. н., доцент, кафедра технологий броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lputilina@bk.ru

Евгений А. Дворянкин д. с.-х. н., ведущий научный сотрудник, лаборатория интегрированных методов защиты растений, ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова», п. ВНИИСС, 86, Воронежская область, Рамонский р-н, 396030, Россия, vniiss@mail.ru

Игорь В. Апасов к. т. н., директор, ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова», п. ВНИИСС, 86, Воронежская область, Рамонский р-н, 396030, Россия

Максим А. Смирнов к. э. н., старший научный сотрудник, лаборатория хранения и переработки сырья, ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова», п. ВНИИСС, 86, Воронежская область, Рамонский р-н, 396030, 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 04.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2017

sugar factories of the Republic of Armenia, Republic of Belarus, Republic of Kazakhstan, the Kyrgyz Republic and the Russian Federation in 2015]. Moscow, Petrovskii park, 2015. 70 p. (in Russian).

10 Tupikova O.A. Prospects of development of sugar beet subcomplex Russia in the modernization of production also the international integration. *Nauchnyi zhurnal KubGAU* [The scientific journal of the Kuban state agrarian University]. 2013. no. 93 (09). pp. 10–25. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ludmila N. Putilina candidate of agricultural sciences, associated professor, fermentation and sugary industries technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lputilina@bk.ru

Evgeniy A. Dvoryankin doctor of agricultural sciences, leading research officer, integrated methods for plant protection laboratory, The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, 86, VNISS, Ramonsky district, Voronezh region, 396030, Russia, vniiss@mail.ru

Igor V. Apasov candidate of technical sciences, director, The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, 86, VNISS, Ramonsky district, Voronezh region, 396030, Russia

Maksim A. Smirnov candidate of economical sciences, senior research officer, row material storage and processing laboratory, The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, 86, VNISS, Ramonsky district, Voronezh region, 396030, 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 4.4.2017

ACCEPTED 5.18.2017

Влияние ферментных препаратов на основные показатели продуктов при разработке технологии переработки концентрированного сусла на этанол

Наталья В. Зуева	¹	Nataspirit30@yandex.ru
Геннадий В. Агафонов	¹	gvagafonov@mail.ru
Маргарита В. Корчагина	¹	rita.korchagina.97@mail.ru
Александр Н. Долгов	¹	vinodelvgta@mail.ru

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

Реферат. Среди приоритетных направлений развития спиртовой отрасли на первое место в настоящее время выдвигаются разработки, посвященные созданию энерго- и ресурсосберегающих технологий получения этанола из зерна. Для получения и сбраживания осахаренного зернового сусла необходимо крахмал и другие компоненты сырья перевести в растворённое состояние. Выбор режимов и технологических параметров получения осахаренного сусла при разработке новых технологий получения этанола базируется на экономических и аппаратно-технологических аспектах производства и во многом определяется свойствами перерабатываемого сырья. В связи с этим, необходимость в разработке новых технологий, учитывающих состав белковых веществ и некрахмальных соединений различных видов зернового сырья, с целью повышения эффективности биоконверсии всех составных частей зерна, позволяющих не только интенсифицировать процесс спиртового брожения и увеличить выход спирта, но и получать дополнительно кормовые белковые продукты является своевременной и актуальной. С целью получения высококонцентрированного сусла из водно-мучнистой суспензии пшеницы были проведены исследования влияния ферментных препаратов, содержащих ксиланазу, β -глюканазу и целлюлазу, а также разжижающего, осахаривающего и протеолитического действия на характеристики и вязкость сусла. Применение в качестве разжижающего препарата Термоферм 3500 L позволяет получить сусло с максимальной концентрацией сухих веществ, сбраживаемых углеводов и восстанавливающих сахаров. При этом показатель видимой доброкачественности сусла при использовании Термоферм 3500 L составил 85,8%. Изучена зависимость текучести крахмального сусла от продолжительности гидродинамической и ферментативной обработки на стадии механико-ферментативной обработки. В результате изучения реологических характеристик во время получения крахмального сусла можно был предложен эффективный, простой технологический прием для снижения вязкости сред, а именно, повышение температуры воды при замесе с 50 до 70 °C.

Ключевые слова: ферментные препараты, концентрированное сусло, этанол

Influence of enzyme preparations on the main product indexes in the development of technology for processing concentrated wort into ethanol

Natal'ja V. Zueva	¹	Nataspirit30@yandex.ru
Gennadij V. Agafonov	¹	gvagafonov@mail.ru
Margarita V. Korchagina	¹	rita.korchagina.97@mail.ru
Aleksandr N. Dolgov	¹	vinodelvgta@mail.ru

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

Summary. Among the priority directions of the alcohol-production industry, the development of energy- and resource-saving technologies for ethanol production from grain is currently in the forefront. To obtain and ferment sugared grain wort, starch and other components of the raw material must be transferred into a dissolved state. The choice of modes and technological parameters for obtaining sugared wort during the development of new technologies for ethanol production is based on economic and instrumental-technological aspects of production and is largely determined by the properties of the processed raw materials. In this regard, the necessity of developing new technologies taking into account the composition of protein substances and non-starch components of grain raw materials various types, with the purpose of increasing the efficiency of bioconversion of all grain constituents, which not only intensifies the process of alcohol fermentation and increase the yield of alcohol, but gives additional feed protein products is timely and relevant. To obtain a highly concentrated wort from an aqueous-powdery wheat suspension, we conducted studies of the effect of enzyme preparations containing xylanase, β -glucanase and cellulase, as well as the thinning, saccharifying and proteolytic effects on wort characteristics and viscosity. Application of Thermoferm 3500 L as a thinning preparation allows to obtain wort with the maximum concentration of solids, fermented carbohydrates and reducing sugars. At the same time, the indicator of apparent good quality of the wort when using Thermoferm 3500 L was 85.8%. The dependence of the flowability of starch wort on the duration of hydrodynamic and enzymatic treatment at the stage of mechanical-enzymatic treatment was studied. As a result of the study of rheological characteristics during the preparation of starch wort, an effective, simple technological method for reducing the viscosity of media, which consisted in raising the temperature of water during batching from 50 to 70 °C, was proposed

Keywords: enzyme preparations, Thermoferm 3500L, concentrated wort, ethanol, energy-saving technology

Для цитирования

Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Корчагина М.В., Долгов А.Н. Влияние ферментных препаратов на основные показатели продуктов при разработке технологии переработки концентрированного сусла на этанол // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 191–197. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-191-197

For citation

Zueva N.V., Agafonov G.V., Korchagina M.V., Dolgov A.N. Influence of enzyme preparations on the main product indexes in the development of technology for processing concentrated wort into ethanol. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 191–197. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-191-197

Введение

Одним из способов интенсификации процессов водно-тепловой обработки, осахаривания и сбраживания суслу является повышение концентрации сухих веществ в сусле. Повышение сухих веществ в сусле на 1,5–2%, может привести к увеличению производительности броидильного отделения на 10–15% без дополнительных капитальных затрат. Значительно уменьшить расход электроэнергии позволит снижение гидромодуля замеса, (на нагрев 1 кг зерна необходима лишь третья часть энергии, требуемой на нагрев 1 кг воды), что интенсифицирует спиртовое производство [1].

В спиртовой отрасли существуют приоритетные направления развития. Среди них: инновационные разработки по созданию энерго- и ресурсосберегающих технологий получения этанола из зерна. Для получения и сбраживания осахаренного зернового суслу необходимо основные нутриенты сырья перевести в растворенное состояние, и сделать их более доступными для действия ферментов. При разработке новых технологий производства этанола выбор режимов и технологических параметров получения осахаренного суслу базируется на аппаратурно-технологических и экономических аспектах. Немаловажную роль играют и свойства перерабатываемого сырья [2, 3, 8–10].

Однако при переходе на переработку сред повышенной концентрации наблюдается проблема повышенной вязкости замесов, что препятствует протеканию гидролиза крахмала и других биополимеров сырья, а также проведению последующих технологических операций: осахаривания, перекачивания, брожения.

От подвижности замеса зависит расход электроэнергии, возможность использования вторичного пара при подваривании и т. д. [4, 5].

Решение указанных проблем возможно при рациональном использовании комплексных ферментных препаратов с оптимальным составом ферментов для каждого вида сырья. Для гидролиза целлюлозы, гемицеллюлоз, β -глюкана, входящих в состав матрикса клеточных стенок, снижения потерь крахмала и деструкции некрахмальных полисахаридов, а также снижения вязкости в пищевой промышленности используют ферментные препараты целлюлолитического действия.

Снижение вязкости приводит к положительным эффектам в усовершенствовании технологии. Так, улучшаются условия проведения ферментативных реакций гидролиза водно-тепловой обработки замеса осахаривания, сокращается продолжительность брожения в результате влияния менее вязкой среды на физиологию дрожжей.

С целью получения высококонцентрированного суслу из водно-мучнистой суспензии пшеницы были проведены исследования влияния ферментных препаратов, содержащих ксиланазу, β -глюканазу и целлюлазу, а также разжижающего, осахаривающего и протеолитического действия на характеристики и вязкость суслу.

Ферментные препараты с целлюлазной активностью действуют на нерастворимые высокомолекулярные пентозаны, которые есть в пшеничном тесте, повышают долю низкомолекулярных пентозанов, при этом образуется более прочный клейковинный каркас. Доля связанной влаги в тесте увеличивается при внесении препаратов с гемицеллюлазной активностью. Увеличивается водопоглотительная способность полуфабрикатов и улучшаются структурно-механические свойства теста [6].

Материалы и методы

В качестве ферментных препаратов, разрушающих некрахмалистые полисахариды были выбраны: Висколаза 150 L (продуцентом является *Trichoderma longibrachitum*). Этот ферментный препарат содержит: β -глюканазная активность – 460 ед./см³, ксиланазная активность – 6400 ед./см³, и целлюлазная активность – 1600 ед./см³. А также ферментный препарат Целлюкласт 1,5 L. с β -глюканазной активностью – 3000 ед./см³, ксиланазной активностью – 728 ед./см³, и целлюлазной активностью – 1400 ед./см³.

На первом этапе работы основной задачей являлся выбор целлюлолитических ферментных препаратов и их оптимальных дозировок с целью деструкции некрахмальных полисахаридов и снижения вязкости как водно-мучнистой суспензии пшеницы, так и вязкости суслу с концентрацией сухих веществ 20–24% (концентрированного суслу).

Водно-мучнистую суспензию пшеницы получали следующим образом: очищенную от примесей пшеницу, размалывали на вальцовых станках в два этапа. Затем осуществляли 3-позиционный рассев, при этом отделяли часть отрубей, а полученную муку направляли в тестомеситель. Требования к помолу: проход через сита диаметром 0,16 мм – не менее 85%, 0,25 мм – 100%. В тестомеситель вносили муку и теплую воду, а также целлюлолитические ферментные препараты при оптимальных по литературным данным условиях их действия (T = 50 °C, pH 4,5–5,0). pH регулировали с использованием ацетатного буферного раствора. После чего в обработанной ферментными препаратами водно-мучнистой суспензии пшеницы определяли содержание крахмала, целлюлозы, растворимых углеводов, редуцирующих веществ [5]. Полученные данные представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1.
Влияние дозировки ферментного препарата Висколаза 150 L на содержание некоторых компонентов водно-мучнистой суспензии

Table 1.
Effect of the dosage of the enzymatic preparation Viscollase 150 L on the content of some components of the water-powdery suspension

Содержание исследуемых компонентов Content of test components	Дозировка Вискоказы 150 L, % к массе зерна The dosage of Viscose 150 L, % to the weight of the grain				
	0,005	0,01	0,02	0,03	Контроль
Крахмал, % Starch, %	61,09	60,97	59,7	58,7	62
Целлюлоза, % Cellulose, %	1,87	1,91	1,75	1,62	2,13
Редуцирующие вещества, г/100 см ³ Reducing substances, g/100 cm ³	7,73	7,95	8,28	8,96	7
Растворимые углеводы, г/100 см ³ Soluble carbohydrates, g/100 cm ³	9,6	11,3	11,43	11,51	7,06
Вязкость, Па·с Viscosity, Pa·s	124	88	81	74	145

Таблица 2.
Влияние дозировки ферментного препарата Целлюкласт 1,5 на состав водно-мучнистой суспензии

Table 2.
Effect of the dosage of the enzyme preparation Celluclust 1.5 on the composition of an aqueous-powdery suspension

Содержание исследуемых компонентов Content of test components	Дозировка Целлюкласт 1,5, % к массе зерна Celluclust 1.5, % to weight of grain				
	0,005	0,01	0,02	0,03	Контроль
Крахмал, % Starch, %	61,95	61,67	61,53	61,45	62
Целлюлоза, % Cellulose, %	2	1,99	1,84	1,78	2,13
Редуцирующие вещества, г/100 см ³ Reducing substances, g/100 cm ³	9,2	10,9	11,03	11,12	8,9
Растворимые углеводы, г/100 см ³ Soluble carbohydrates, g/100 cm ³	7,45	7,56	7,95	8,18	7
Вязкость, Па·с Viscosity, Pa·s	137	96	88	78	145

Результаты и обсуждение

Установлено, что ферментные препараты целлюлолитического действия оказали на углеводный комплекс зерна пшеницы неоднозначное влияние. По сравнению с контрольным вариантом под действием Вискоказы 150 L в дозе 0,005–0,3% к массе зерна количество редуцирующих сахаров увеличилось на 13–26%, а крахмала – снизилось на 1,5–5%, отмечается усиление гидролиза целлюлозы на 12–24%, возрастает количество растворимых углеводов – на 30–62%. Тогда как при использовании ферментного препарата Целлюкласт 1,5 L количество редуцирующих сахаров увеличилось на 10–21%, а крахмала – снизилось на 1–3%, целлюлоза гидролизовалась на 10–15%, возросло количество растворимых углеводов – на 20–50%.

Благодаря целлюлолитическим ферментным препаратам осуществляется последовательный гидролиз некрахмальных полисахаридов до низкомолекулярных углеводов (глюкозы), а также диспергирование крахмала и других высокомолекулярных веществ в составе зерна, что повышает количество сбраживаемых веществ и увеличивает количество получаемого спирта.

Более эффективное действие ферментных препаратов разжижающего действия и ферментных препаратов, гидролизующих некрахмалистые полисахариды, возможно благодаря высокой степени диспергирования сырья.

Вторым этапом исследований являлся выбор ферментных препаратов разжижающего действия; изучение возможности снижения норм дозирования, а также изучение реологических характеристик концентрированного сусла в зависимости от режимов водно-тепловой и ферментативной обработки.

Концентрированное сусло получали следующим образом: пшеницу дробили, просеивали на трехпозиционном рассеве, отделяли отруби, причем количество отрубей составляло 20% от массы перерабатываемого зерна, при этом крахмалистость отрубей составила 25%. Проход через сито $d = 0,16$ мм составил 8%; проход через сито $d = 0,20$ мм – 95%; проход через сито $d = 0,25$ мм – 100%. Пшеничную муку в количестве смешивали с водой температурой 50 °C в соотношении 1,5:1 в тестомесителе и вносили ферментный целлюлолитический ферментный препарат, а также протеолитический ферментный препарат. Водно-мучнистую суспензию (вмс)

гомогенизировали в гомогенизаторе. После чего на гидроциклоне разделяли на два потока.

Первый поток содержит А-крахмал и пищевые волокна, второй поток содержит глютен, В-крахмал, пентозаны и растворимые белки.

А-крахмал после гидроциклонов направляли на систему сит, где происходит его промывка. Глютен и В-крахмал разделяли с одновременной промывкой на барабанных ситах. Выделенный глютен высушивали. Выход глютена составляет 10% от массы перерабатываемого сырья, при этом содержание белка 75%, влажность не более 7%, содержание золы менее 1%. Сконцентрированный А-крахмал соединяли с В-крахмалом и получали замес с содержанием сухих веществ 20–24%. Разваривание концентрированного крахмального замеса осуществляли по механико-ферментативной схеме. Замес с содержанием сухих веществ 24% перекачивали в аппарат гидродинамической и ферментативной обработки первой ступени (ГДФО-1), добавляли термостабильную альфа-амилазу, выдерживали при температуре 75 °С

в течение 1 ч. Затем массу перекачивали в аппарат гидродинамической и ферментативной обработки второй ступени (ГДФО-2), доводили температуру до 85° С и в течение 1 ч осуществляли предварительный ферментативный гидролиз. После чего массу охлаждали до 58 °С и направляли в осахариватель, куда вносили осахаривающий ферментный препарат. Полученную массу осахаривали в течение 30 мин. И направляли на сбраживание [7].

В качестве разжижающих ферментных препаратов использовали: Термамил 120 L (продуцент – *Bacillus licheniformis*) и Термоферм 3500 L (продуцент *Bacillus subtilis*). Характеристика представленных ферментных препаратов приведена в таблице 3.

Дозировку разжижающих ферментных препаратов варьировали от 0,5 до 2,0 ед. АС/г условного крахмала сырья. Показатели качества осахаренного суслу в зависимости от дозировок амилазных ферментных препаратов разжижающего действия приведены в таблице 4.

Таблица 3.

Характеристика ферментных препаратов амилазного действия

Table 3.

Characteristics of enzyme preparations of amylolytic action

Название	Активность, ед. АС/см ³	Продуцент	Оптимальные условия действия	
			°С	рН
Термамил 120 L	700	<i>Bacillus licheniformis</i>	60–95	6,0–6,5
Термоферм 3500 L	3450	<i>Bacillus subtilis</i>	60–96	5,5–6,5

Таблица 4.

Показатели качества осахаренного суслу в зависимости от дозировок амилазных ферментных препаратов разжижающего действия

Table 4.

Quality indicators of sugared wort, depending on the dosages of amylolytic enzyme preparations of the diluting effect

Ферментный препарат Ferment	Образцы суслу Wort sample	Дозировка ФП, ед. АС/г условного крахмала Ferment dosage	Содержание в сусле Content in wort			Аминный азот, мг/100 см ³ Amine N	Видимая доброкачественность, % Visible good quality
			СВ, % мас.	ОПВ, г / 100 см ³	РВ, г / 100 см ³		
Термоферм 3500L	16–18%	2	17,8	12,5	8,6	13,4	68,8
	20–24%	0,5	23,8	13	7,6	17,2–21,4	58,5
		0,7		15,41	10,2		66,1
		1		20,63	17,6		85,3
		1,2		21,08	18,1		85,86
		1,5		21,12	18,3		85,9
	16–18%	2	17,6	12,5	8,5	13,2	68,0
Термамил 120L	20–24%	0,5	23,5	11	7,0	16,4–19,8	58,3
		0,7		13,46	8,9		66,1
		1		19,5	16,0		82,0
		1,2		19,8	16,2		81,8
		1,5		20,0	16,3		81,5
	16–18%	2	17,6	12,5	8,5	13,2	68,0

Использование в качестве разжижающего препарата Термоферм 3500 L в дозировке 0,5 ед. АС/г условного крахмала позволяет повысить содержание общих редуцирующих веществ по сравнению с суслом, полученным по стандартной технологии на 20–35%. Содержание редуцирующих веществ при дозировке 0,5 ед. АС/г условного крахмала составляет 13 г./100 см³, тогда как при дозировке 1 ед. АС/г у.с.к. – 20,6 г / 100 см³.

Вероятно, это связано с тем, что использование целлюлолитических ферментных препаратов на стадии получения интенсифицирует процесс гидролиза клеточных стенок и оболочек сырья, что улучшает доступ амилолитических ферментов к крахмалу и повышает степень его использования.

Дальнейшее увеличение дозировки ферментного препарата не приводит к значительному увеличению общих редуцирующих веществ.

При применении в качестве разжижающего ферментного препарата Термамил 120 L, максимальное содержание общих редуцирующих веществ наблюдали также при дозировке 1 ед. АС/г условного крахмала – 19,5 г/100 см³, при дальнейшем увеличении дозировки содержание общих редуцирующих веществ увеличилось незначительно на 1,5–2%.

Применение в качестве разжижающего препарата Термоферм 3500 L позволяет получить сусло с максимальной концентрацией сухих веществ,

сбраживаемых углеводов и восстанавливающих сахаров. При этом показатель видимой доброкачественности сусла при использовании Термоферм 3500 L составил 85,8%, что превышает соответствующие значения для Термамил 120 L. Максимальное содержание аминного азота сусла проявляется при использовании ферментного препарата Термоферм 3500 L при дозировке 1–1,2 ед. АС/г условного крахмала и составило 17–21 мг/100 см³, тогда как при использовании ферментного препарата Термамил 120 L количество аминного азота колеблется от 16,5 до 20 мг/100 см³.

Исходя из полученных результатов ферментный препарат Термоферм 3500 L будет использован нами в качестве разжижающего при переработке концентрированного сусла.

В качестве варьируемых факторов, выбранных в работе, для возможности решения проблемы нетехнологичности сред из крахмалистого сусла на паузе механико-ферментативной обработки сырья рассмотрены:

- сокращение первой паузы ($t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$) с 30 мин до 0 мин;
- сокращение второй паузы ($t = 70\text{--}75\text{ }^{\circ}\text{C}$) с 120 до 60 мин;
- сокращение третьей паузы ($t = 80\text{--}95\text{ }^{\circ}\text{C}$) с 60 до 30 мин.

Зависимость текучести крахмального сусла от продолжительности гидродинамической и ферментативной обработки представлена в таблице 5.

Таблица 5.

Зависимость текучести крахмального сусла от продолжительности гидродинамической и ферментативной обработки

Table 5.

The dependence of the flowability of starch wort on the duration of hydrodynamic and enzymatic treatment

Т _{общ.} , мин	Длительность пауз, мин Duration, min			Текучесть крахмального сусла, с Flowability of starch wort, s					
				Термоферм 3500L			Термамил 120L		
	Пауза 1 ($t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Пауза 2 ($t = 70\text{--}75\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Пауза 3 ($t = 80\text{--}95\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Пауза 1	Пауза 2	Пауза 3	Пауза 1	Пауза 2	Пауза 3
210	30	120	60	32,9	20,6	16,2	35,3	24,4	17,7
180	-	120	60		18,4	13,5		21,8	14,0
120	-	60	60		17,2	9,8		19,7	11,2
90	-	60	30		17,4	14,8		20,0	15,7

При изучении влияния первого фактора – сокращение паузы ($t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$), используемой для замеса, выявлено, что текучесть сред при 30 мин выдержки сусла при этой температуре составила 35,3 с при использовании Термамила 120 L и 32,9 с при применении Термоферма 3500 L. Вероятно, это связано с высоким содержанием сухих веществ сусла. Исключив эту паузу, мы получили более технологичные среды с текучестью 20–24 с. Пробы, полученные при $t = 70\text{--}75\text{ }^{\circ}\text{C}$, имеют показатель текучести

18–22 с. Причем сокращая вторую паузу ($t = 70\text{--}75\text{ }^{\circ}\text{C}$) с 120 до 60 мин текучесть сусла снижается до 17–19 с, что связано с процессом клейстеризации крахмала зерна. Применяя 60 мин выдержку сусла при температуре 70–75 °C, а также 60 мин выдержку сусла при 80–95 °C получаем текучесть сусла 11,2 с при использовании Термамила 120 L и 9,8 с при применении Термоферма 3500 L, что на уровне допустимых значений для технологичных сред.

Однако сокращение третьей паузы ($t = 80\text{--}95\text{ }^{\circ}\text{C}$) с 60 до 30 мин приводит к ухудшению реологических характеристик сред. Так, текучесть суслу составила 15–17 с.

В результате изучения реологических характеристик в ходе получения крахмального суслу можно предложить эффективный, простой технологический прием для снижения вязкости сред, а именно, повышение температуры воды при замесе с 50 до 70 $^{\circ}\text{C}$.

С целью сокращения продолжительности механико-ферментативной обработки высококонцентрированного крахмального суслу представляло

интерес изучить динамику накопления сухих веществ, сбраживаемых углеводов и восстанавливающих сахаров в процессе его приготовления (таблица 6).

Установлено, что наименьшее значение на основные показатели суслу оказывает длительность выдержки массы на первой паузе, осуществляемой при температуре 50 $^{\circ}\text{C}$. Так, сокращение этой паузы с 30 мин (О) сначала до 15 мин (О1), а затем и отсутствие выдержки (О2) приводит к незначительному снижению содержания ОРВ в сусле с 20,9 до 20,6%, и уменьшению РВ на 1,5%.

Таблица 6.

Зависимость основных показателей концентрированного суслу от продолжительности водно-тепловой обработки

Table 6.

Dependence of the main indicators of concentrated wort on the duration of water-heat treatment

№ п/п	$\tau_{\text{общ}}$, мин	Длительность пауз, мин Duration, min			Массовая доля в сусле, % Mass fraction in wort, %			
		Пауза 1 ($t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Пауза 2 ($t = 70\text{--}75\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Пауза 3 ($t = 80\text{--}95\text{ }^{\circ}\text{C}$)	СВ	ОРВ	РВ	Белок Protein
К	210	30	120	60	18,6	16,8	10,1	0,4
О	210	30	120	60	23,6	20,9	18,2	0,5
О1	195	15	120	60	23,6	20,8	17,8	0,5
О2	180	-	120	60	23,6	20,6	17,8	0,5
О3	180	-	90	90	23,6	20,6	17,9	0,6
О4	120	-	60	60	23,6	20,5	17,8	0,6
О5	120	-	30	90	22,8	15,1	8,4	0,38
О6	90	-	60	30	23,0	16,9	11,8	0,5
О7	90	-	30	60	22,8	20,3	18,0	0,4

В опытном варианте накопление сбраживаемых углеводов (O_2) и восстанавливающих сахаров (O_3) протекало значительно интенсивнее, чем в контрольном. С позиции сохранения восстанавливающих сахаров, следует рекомендовать: 1) исключение первой паузы водно-тепловой обработки при $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2) 60 мин выдержку при 70–75 $^{\circ}\text{C}$ и 60 мин выдержку при температуре 80–95 $^{\circ}\text{C}$. Увеличение паузы при данной температуре до 90 мин сопровождалось разрушением образовавшихся сахаров.

Выявлены режимы водно-тепловой обработки суслу (О3 и О4), характеризующиеся следующими физико-химическими показателями суслу: содержание ОРВ – 20,6%, РВ – 17,8%, растворимый белок – 0,6% при снижении общей продолжительности на стадии водно-тепловой и ферментативной обработки с 3,5 до 2 ч. Возможно применение ферментных препаратов целлюлолитического и протеолитического действия при получении концентрированного суслу способствует гидролизу некрахмалистых полисахаридов, таких, как целлюлоза, что позволяет получить дополнительный источник сбраживаемых углеводов. Воздействуя на растворимую фракцию гемицеллюлоз, можно снизить вязкость. При гидролизе клеточных стенок и оболочек сырья повышается

доступ амилолитических ферментов к крахмалу и степень его использования.

Заключение

Установлено, что под действием целлюлолитических ферментов происходит последовательный гидролиз некрахмальных полисахаридов до низкомолекулярных углеводов (глюкозы). Так при использовании ферментного препарата Целлюкласт 1,5 L количество редуцирующих сахаров увеличилось на 3–5%, крахмала снизилось на 1–3%, целлюлоза гидролизовалась на 10–15%, количество растворимых углеводов возросло на 2–5%.

Определены факторы, влияющие на процесс получения концентрированного суслу по предлагаемой технологии. Показано, что для достижения требуемых реологических характеристик суслу водно-тепловая обработка должна начинаться с 70 $^{\circ}\text{C}$. В качестве ферментного препарата разжижающего действия рекомендован ферментный препарат Термоферм 3500 L в дозировке 1 ед. АС/г условного крахмала. Выявлены режимы получения суслу, обеспечивающие снижение общей продолжительности стадий водно-тепловой и ферментативной обработки с 3,5 до 2 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1 Крикунова Л.Н., Рябова С.М. Низкотемпературный способ получения ржаного сусла // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2011. № 2. С. 14–16.

2 Баракова Н.В., Тишин В.Б., Леонов А.В. Влияние ферментных препаратов на вязкость высококонцентрированных замесов из ячменя при производстве этилового спирта // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2010. № 4. С. 24–26.

3 Романюк Т.И., Чусова А.Е., Агафонов Г.В. Получение осветленного сусла из зерна ржи и его сбраживание на этанол // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2013. № 4. С. 13–16.

4 Долгов А.Н., Агафонов Г.В., Зуева Н.В., Шенцева С.А. Выбор способа измельчения зернового сырья при разработке технологии получения этанола // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 8. С. 13–15.

5 Долгов А.Н., Агафонов Г.В., Н.В., Вертепова В.А., Рубцова М.О. Влияние технологических параметров на состав и реологические свойства замесов из пшеничной муки // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 9. С. 10–12.

6 Saha B. C. и др. Hydrothermal pretreatment and enzymatic saccharification of corn stover for efficient ethanol production // *Industrial Crops and Products*. 2013. Т. 44. С. 367–372.

7 Пат. РФ № 2586538 Способ переработки зернового сырья с получением этанолабелкового продукта и глютена / Долгов А.Н., Агафонов Г.В., Зуева Н.В., Веретенников С.А. Опубл. 17.05.2016

8 Gumienka M., Lasik M., Szambelan K., Czamecki Z. Reduction of water consumption in bioethanol production from triticale by recycling the stillage liquid phase // *Acta Scientiarum Polonorum*. 2011. Т. 10, № 4. С. 467–474.

9 Saha B. C. et al. Pilot scale conversion of wheat straw to ethanol via simultaneous saccharification and fermentation // *Bioresource technology*. 2015. Т. 175. С. 17–22.

10 Giese E. C. и др. Enzymatic saccharification of acid-alkali pretreated sugarcane bagasse using commercial enzyme preparations // *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2013. Т. 88. № 7. С. 1266–1272.

REFERENCES

1 Krikunova L.N., Ryabova S.M. Low-temperature method of producing rye wort. *Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdelii* [The production of alcohol and alcoholic beverages]. 2011. no. 2. pp. 14–16. (in Russian).

2 Barakova N.V., Tishin V.B., Leonov A.V. Effect of enzyme preparations on viscosity of highly concentrated mixtures of barley in the production of ethanol. *Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdelii* [The production of alcohol and alcoholic beverages]. 2010. no. 4. pp. 24–26. (in Russian).

3 Romanyuk T.I., Chusova A.E., Agafonov G.V. Obtaining the clarified wort from rye grain and its fermentation to ethanol. *Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdelii* [The production of alcohol and alcoholic beverages]. 2013. no. 4. pp. 13–16. (in Russian).

4 Dolgov A.N., Agafonov G.V., Zueva N.V., Shentseva S.A. The choice of method of grinding grain raw materials in the development of technology for production of ethanol. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural products]. 2014. no. 8. pp. 13–15. (in Russian).

5 Dolgov A.N., Agafonov G.V., N.V., Vertepova V.A., Rubtsova M.O. Influence of technological parameters on the composition and rheological properties of mixtures of wheat flour. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural products]. 2014. no. 9. pp. 10–12. (in Russian).

6 Saha B. C. et al. Hydrothermal pretreatment and enzymatic saccharification of corn stover for efficient ethanol production. *Industrial Crops and Products*. 2013. vol. 44. pp. 367–372.

7 Dolgov A.N., Agafonov G.V., Zueva N.V., Veretennikov S.A. Sposob pererabotki zernovogo syr'ya s polucheniem etanolabelkovogo produkta i glyutena [A method of processing grain raw materials to produce ethanol language product and gluten-free]. Patent RF, no. 2586538. Publ. 17.05.2016.

8 Gumienka M., Lasik M., Szambelan K., Czamecki Z. Reduction of water consumption in bioethanol production from triticale by recycling the stillage liquid phase. *Acta Scientiarum Polonorum*. 2011. vol. 10, no. 4. pp. 467–474.

9 Saha B. C. et al. Pilot scale conversion of wheat straw to ethanol via simultaneous saccharification and fermentation. *Bioresource technology*. 2015. vol. 175. pp. 17–22.

10 Giese E. C. et al. Enzymatic saccharification of acid-alkali pretreated sugarcane bagasse using commercial enzyme preparations. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2013. vol. 88. no. 7. С. 1266–1272.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Зуева к. т. н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Nataspirit30@yandex.ru

Геннадий В. Агафонов д. т. н., профессор, заведующий кафедрой технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gvagafonov@mail.ru

Маргарита В. Корчагина студент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rita.korchagina.97@mail.ru

Александр Н. Долгов к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vinodelvgt@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 02.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natal'ja V. Zueva candidate of technical sciences, assistant professor, fermentation technology and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Nataspirit30@yandex.ru

Gennadij V. Agafonov doctor of technical sciences, professor, head of Department of fermentation technology and sugar industries), Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gvagafonov@mail.ru

Margarita V. Korchagina student, fermentation technology and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rita.korchagina.97@mail.ru

Aleksandr N. Dolgov candidate of technical sciences, assistant professor, fermentation technology and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vinodelvgt@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.2.2017

ACCEPTED 5.11.2017

Изменение ферментативной активности безглютенового солода в процессе проращивания и сушки

Алла Е. Чусова¹ hycovai@mail.ru
Геннадий В. Агафонов¹
Анна В. Зеленкова²
Юлия В. Пожалова¹

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

² ООО «Профималт», Липецк, Россия

Реферат. Традиционными зерновыми культурами для получения солода являются рожь, ячмень и пшеница. К безглютеновым культурам относят гречиху и овес и рекомендуют к использованию в диетическом питании для больных с непереносимостью глютена. Увеличение ассортимента безглютеновых продуктов – одно из важнейших условий повышения уровня жизни людей, страдающих целиакией. В статье приводится влияние продолжительности проращивания и сушки на амилолитическую, осахаривающую, протеолитическую активность гречишного и овсяного солода с целью совершенствования технологии создания безглютенового продукта. У гречишного солода максимальное значение амилолитической способности (АС) составляет 21,2 ед./г, что на 6,0% выше, чем у зерна ржи. У овсяного солода АС составила 18,79 ед./г, что по сравнению с традиционной культурой на 6,0% ниже. Максимальное накопление осахаривающей способности (ОС) у всех солодов происходит на третьи сутки проращивания и достигает следующих значений: у ржаного солода – 5,1 ед./г, у гречишного – 2,9 ед./г, у овсяного 3,3 ед./г. По сравнению с традиционной культурой ОС гречихи ниже на 43,1%, овса на 35,3%. Максимальные значения протеолитической активности (ПА) солодов были достигнуты на третьи сутки проращивания: у ржаного – 23,2 ед./г, у гречишного – 26 ед./г, у овсяного – 16 ед./г. По сравнению с зерном ржи ПА гречихи выше на 12,0%, овса ниже на 31,0%. Установлено, что ферментативная активность солода, полученного из безглютенового сырья, ниже, чем у ржаного солода, поэтому полностью заменить традиционное сырье невозможно без дополнительного внесения ферментного препарата.

Ключевые слова: гречиха, рожь, солод, безглютеновое сырье, ферментативная активность

Change in the enzymatic activity of gluten-free malt during germination and drying

Alla E. Chusova¹ hycovai@mail.ru
Gennadij V. Agafonov¹
Anna V. Zelen'kova²
Julija V. Pozhalova¹

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

² JSG Profimalt, Lipetsk, Russia

Summary. The traditional crops for malt production are rye, barley and wheat. Buckwheat and oats are considered to be gluten-free and recommended for use in dietary nutrition for patients with gluten intolerance. Increasing the range of gluten-free products is one of the most important conditions for improving the people living standard that suffer from celiac disease. The article reveals the influence of the duration of germination and drying on the amylolytic, saccharifying, proteolytic activity of buckwheat and oat malt with the aim of improving the technology of creating a gluten-free product. In buckwheat malt, the maximum value of amylolytic ability (AA) is 21.2 units / g, which is 6.0% higher than that of rye grain. In the case of oat malt, AA was 18.79 units / g, which is 6.0% lower than in traditional crops. The maximum accumulation of saccharifying capacity (SC) in all malts occurs on the third day of germination and reaches the following values: in rye malt - 5.1 units / g, in buckwheat - 2.9 units / g, in oatmeal - 3.3 units / g. Compared with the traditional crops SC of buckwheat is lower by 43.1%, oats by 35.3%. The maximum values of proteolytic activity (PA) of malts were reached on the third day of germination: in rye - 23.2 units / g, in buckwheat - 26 units / g, in oats - 16 units / year. In comparison with the rye grain, buckwheat PA is higher by 12.0%, oats are lower by 31.0%. It was found out that the enzymatic activity of malt obtained from gluten-free raw materials is lower than in rye malt, therefore it is not possible to replace traditional raw materials completely without additional application of enzyme preparation.

Keywords: buckwheat, rye, malt, gluten-free raw materials, enzymatic activity

Для цитирования

Чусова А.Е., Агафонов Г.В., Зеленкова А.В., Пожалова Ю.В. Изменение ферментативной активности безглютенового солода в процессе проращивания и сушки // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 198–203. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-198-203

For citation

Lastname F.S., Lastname F.S., Lastname A.S., Lastname F.S. Change in the enzymatic activity of gluten-free malt during germination and drying. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 198–203. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-198-203

Введение

Традиционными зерновыми культурами для получения солода являются рожь, ячмень и пшеница.

Все чаще среди населения встречаются люди, которые страдают непереносимостью глютена, содержащегося в этих зерновых культурах. Таким образом, ассортимент пищевых продуктов у данной категории населения сильно ограничен, что не может не сказываться на качестве их жизни [1].

К безглютеновым культурам относят гречиху и овес и рекомендуют к использованию в диетическом питании для больных с непереносимостью глютена.

Белковый комплекс зерна овса состоит из растворимых в воде альбуминов (14%); из растворимых в водных растворах нейтральных солей глобулинов (20%); из проламинов (у овса это авенин), растворимых в спирте и синтезирующихся главным образом в семенах злаков (55%), и из глютелинов, не растворимых в воде, растворах солей, спирте, но растворимых в слабых щелочах и органических кислотах (14%). Основная масса белка находится в виде запасных веществ. Содержание белка колеблется у пленчатых сортов овса от 9,6 до 19,8%, у голозерных – от 14,8 до 21,0% [2].

Особенностью фракционного состава белка зерна гречихи по сравнению с белками злаковых является почти полное отсутствие проламинов, низкое содержание глютелинов и, напротив, преобладание глобулинов и альбуминов. Другой особенностью белков гречихи является их высокая биологическая ценность. Белки зерна гречихи характеризуются завышенным аминокислотным скором по триптофану (2,16), лимитирующим является треонин (0,80). По остальным незаменимым аминокислотам он близок к единице и при этом превосходит другие зерновые культуры по изолейцину, лизину, метионину и цистину [5–10].

При солодоращении зерна протекает ряд сложных биохимических процессов, изменяющих химический состав и свойства сырья. С целью совершенствования технологии солодоращения из безглютенового сырья было изучено влияние продолжительности проращивания и сушки на ферментативную активность (амилолитическую, осаживающую, протеолитическую) солодов.

Материалы и методы

В лабораторных условиях получали гречишный и овсяной солода. Проращивание данных культур проводили при температурном

режиме 12-18-13 °С. Зерно проращивали до накопления максимальной активности ферментов протеолитического и амилолитического действия. Во избежание подсыхания зерна его в процессе проращивания увлажняли проточной водой один раз в сутки в течение одной минуты. Для предотвращения слеживания солода его ворошили 2 раза в сутки.

Определение амилолитической способности (АС) свежепросоших солодов проводили колориметрическим методом.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлены зависимости величины АС гречишного и овсяного солодов от продолжительности проращивания по сравнению со ржаным солодом.

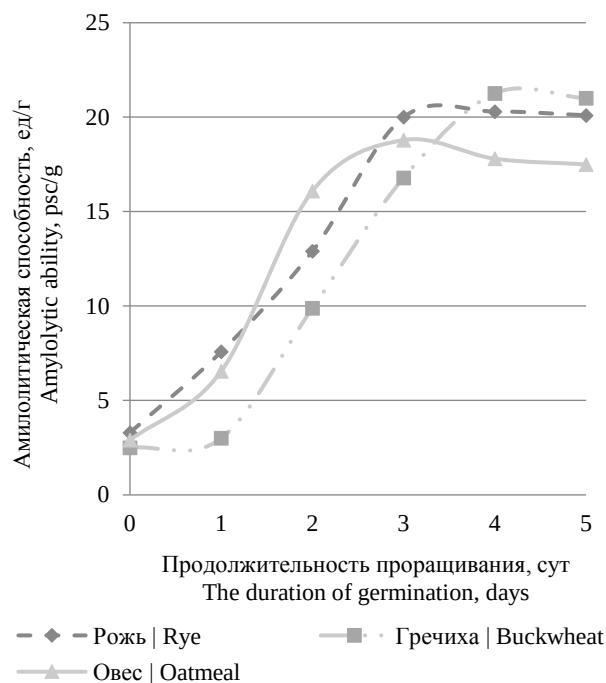


Рисунок 1. Динамика изменения амилолитической способности солодов

Figure 1. Dynamics of amylolytic ability change in malt

У гречишного солода максимальное значение АС наблюдается на 4 сутки ращения и составляет 21,2 ед./г. Это на 6,0% выше, чем у зерна ржи. У овсяного солода на 3 сутки ращения АС составила 18,79 ед/г, что по сравнению с традиционной культурой на 6,0% ниже. На 4–5 сутки у всех солодов наблюдается незначительное снижение АС.

Осахаривающую способность (ОС) определяли поляриметрическим методом. На рисунке 2 приведены значения ОС солодов.



Рисунок 2. Динамика осахаривающей способности солодов

Figure 2. Dynamics of the malodorous ability of malts

Из рисунка 2 видно, что максимальное накопление ОС у всех солодов происходит на третьи сутки проращивания и достигает следующих значений: у ржаного солода – 5,1 ед/г, у гречишного – 2,9 ед/г, у овсяного 3,3 ед/г. По сравнению с традиционной культурой ОС гречиши ниже на 43,1%, овса на 35,3%. На 4 сутки ОС овсяного солода остается на прежнем уровне, у гречишного снижается на 3,4%, у ржаного солода уменьшается на 1,9%.

На рисунке 3 приведена динамика протеолитической активности(ПА) солодов.

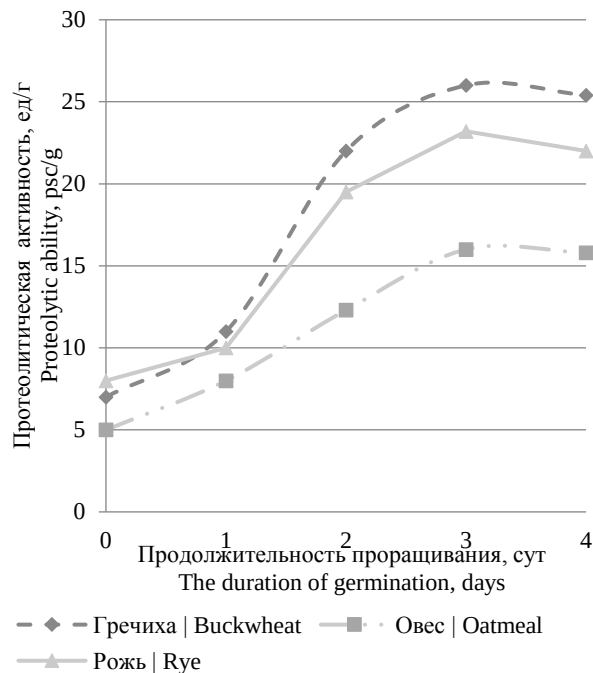


Рисунок 3. Величина протеолитической активности свежепросоших солодов

Figure 3. The amount of proteolytic activity of freshly grown malts

Максимальные значения ПА солодов были достигнуты на третьи сутки ращения: у ржаного – 23,2 ед/г, у гречишного – 26 ед/г, у овсяного – 16 ед/г. По сравнению с зерном ржи ПА гречиши выше на 12,0%, овса ниже на 31,0%. На 4 сутки ращения ПА незначительно снижается.

Цель сушки свежепросошеного солода – сохранить активность гидролитических ферментов. Сушку проводили в сушильной камере (рисунок 3) в течение 12 часов по температурному режиму:

- 1 стадия – 30–40 °С, продолжительность 5 ч;
- 2 стадия – 50–60 °С в течение 4 ч;
- 3 стадия – 60–68 °С, продолжительность 3 ч.

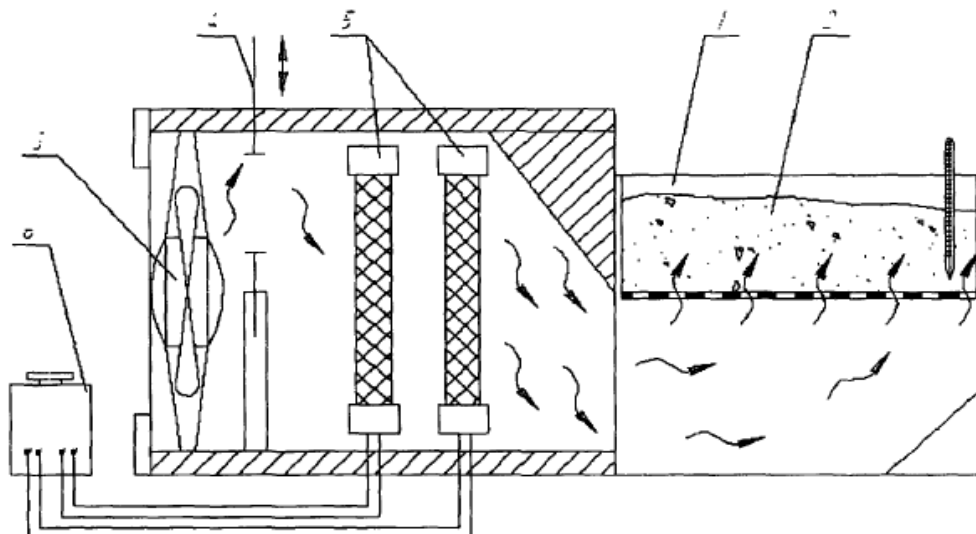


Рисунок 4. Схема экспериментальной установки для сушки солода

Figure 4. The experimental setup for drying malt

Экспериментальная сушильная установка состоит из камеры для солода 1 объёмом 2,5 дм³, в который погружается ящик 2 из стальной сетки с солодом. Подача воздуха осуществляется осевым вентилятором 3. Расход воздуха контролируется шиберной заслонкой 4 установленной на входе в камеру, где установлены термоэлектрические нагревательные элементы 5. Устройство для регулирования температуры 6 [4].

При сушке солода происходит снижение АС. Но в начале сушки отмечается некоторое увеличение активности, поскольку в первые часы сушки складываются благоприятные условия для протекания в солоде биохимических процессов. АС при температуре 45 °С значительно повышается.

При нагревании слоя солода до 60 °С наблюдается уменьшение активности амилолитических ферментов (рисунок 5): у гречишного солода на 34,7%, у овсяного на 44,3%, у ржаного на 38,9% по сравнению со свежепросошим солодом.

В процессе сушки происходит также и снижение ОС (рисунок 6), аналогично АС. Показатели ОС у гречишного солода снизились на 12,0%, у овсяного на 12,1%, у ржаного на 17,6% по сравнению со свежепросошим солодом.

Уменьшение ПА (рисунок 7) происходит равномерно на протяжении всего периода сушки солода: на 16,1% – у гречишного, на 20,6% – у ржаного, на 25,4% – у овсяного по сравнению со свежепросошим солодом.

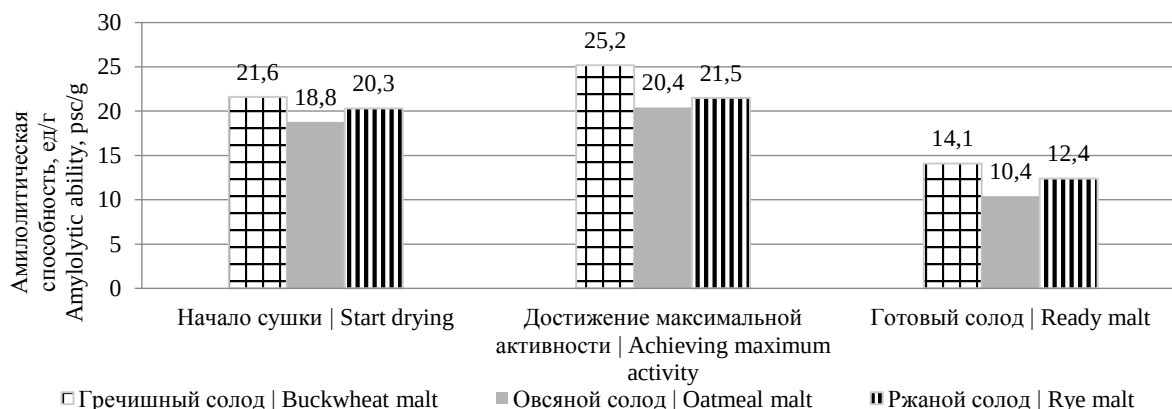


Рисунок 5. Изменение амилолитической активности в процессе сушки солода

Figure 5. Change in amylolytic activity in the process of malt drying

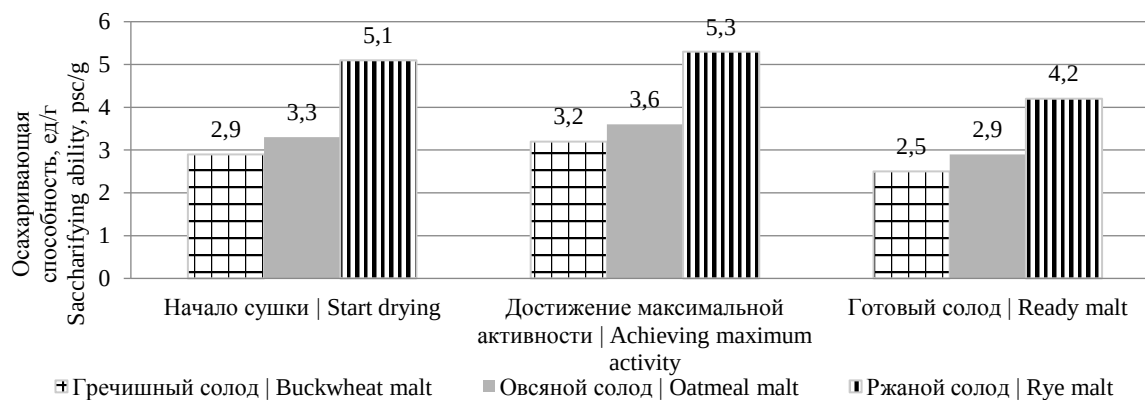


Рисунок 6. Изменение ОС солодов в процессе сушки

Figure 6. Change in the OS of malts during the drying process

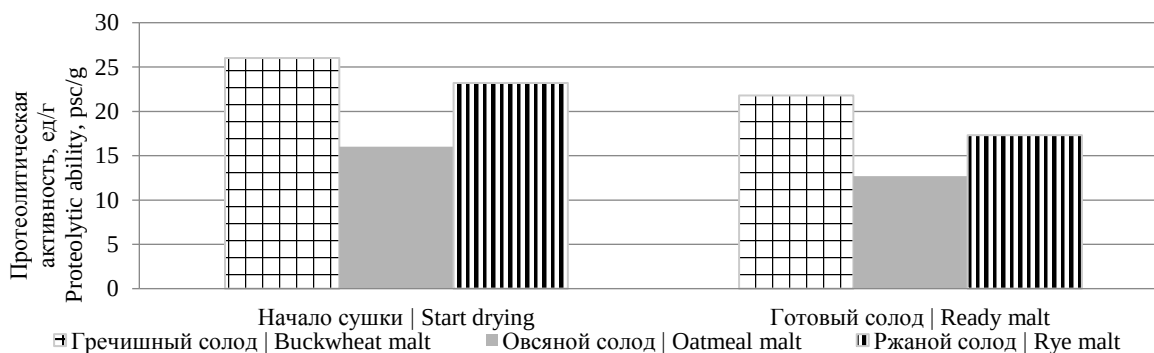


Рисунок 7. Изменение протеолитической активности солодов в процессе сушки

Figure 7. Change in proteolytic activity of malts during drying

Заключение

В ходе проведенных исследований было изучено изменение ферментативной активности солода в процессе его проращивания и сушки. Нужно отметить, что ферментативная активность солода, полученного из безглютенового сырья, ниже, чем у ржаного солода, поэтому полностью заменить традиционное сырье

не возможно без дополнительного внесения ферментного препарата, так как в состав овса и гречихи входит большое количество некрахмальных полисахаридов и белков, которые необходимо перевести в растворимое состояние, что в дальнейшем позволит повысить ферментативную активность гречишного и ржаного солода [1, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1 Троценко А.С., Танашкина Т.В., Корчагина В.П., Медведева А.А., Клыкков А.Г. Особенности технологии свежепоросшего гречишного солода // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 4. С. 10–13.

2 Чекина М., Баталова Г. Овес в качестве безглютенового сырья в напитках функционального назначения // Индустрия напитков. 2014. № 7. С. 16–21.

3 Киселева Т.Ф., Миллер Ю.Ю., Степанов С.В., Вдовкина И.А., Терентьев С.Е. Совершенствование технологии овсяного солода // Пиво и напитки. 2014. № 1. С. 28–30.

4 Коротких Е.А., Новикова И.В., Востриков С.В. Оптимизация условий солодоращения гречихи // Пиво и напитки. 2011. № 5. С. 16–17.

5 Коломникова Я.П., Дерканосова А.А., Мануковская М.В., Литвинова Е.В. Влияние нетрадиционного сырья на биотехнологические свойства и структуру сдобного теста // Вестник ВГУИТ. 2015. Т. № 3. С. 157–160.

6 Alekseev G.V., Derkanosova A.A., Leu A.G., Kharitonov D.V. Features of innovative transformation of the enterprise for processing of food raw materials. Russian // Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 64. № 4. С. 94–99.

7 Elkhaila A. E. O., Bernhardt R. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour // Food Chemistry. 2010. T. 121. № 2. С. 387–392.

8 Omary M. B. et al. Effects of germination on the nutritional profile of gluten-free cereals and pseudocereals: a review // Cereal Chemistry. 2012. T. 89. № 1. С. 1–14.

9 Chauhan A., Saxena D. C., Singh S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (Amaranthus spp.) flour // LWT-Food Science and Technology. 2015. T. 63. № 2. С. 939–945.

10 Gebremariam M. M., Zarnkow M., Becker T. Effect of drying temperature and time on alpha-amylase, beta-amylase, limit dextrinase activities and dimethyl sulphide level of teff (Eragrostis tef) malt // Food and Bioprocess Technology. 2013. T. 6. № 12. С. 3462–3472.

11 Зипаев Д.В., Кашаев А.Г., Рыбакова К.А. Разработка технологии пивного напитка с использованием солода из тритикале // Вестник Международной академии холода. 2016. № 1. С. 19–23.

REFERENCES

1 Trotsenko A.S., Tanashkina T.V., Korchagina V.P., Medvedeva A.A., Klykov A.G. Technology features svezheproshtitogo buckwheat malt. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural products]. 2012. no. 4. pp. 10–13. (in Russian).

2 Chekina M., Batalova G. Oats as a gluten-free raw materials in the drinks of a functional purpose. *Industriya napitkov* [Drinks industry]. 2014. no. 7. pp. 16–21. (in Russian).

3 Kiseleva T.F., Miller Yu.Yu., Stepanov S.V., Vdovkina I.A., Terent'ev S.E. Improved technology of oat malt. *Pivo i napitki* [Beer and drinks]. 2014. no. 1. pp. 28–30. (in Russian).

4 Korotkikh E.A., Novikova I.V., Vostrikov S.V. Optimization of conditions for malting of buckwheat. *Pivo i napitki* [Beer and drinks]. 2011. no. 5. pp. 16–17. (in Russian).

5 Kolomnikova Ya.P., Derkanosova A.A., Manukovskaya M.V., Litvinova E.V. Effect of non-conventional raw materials for the biotechnological properties and the structure of the pastry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 3. pp. 157–160. (in Russian).

6 Alekseev G.V., Derkanosova A.A., Leu A.G., Kharitonov D.V. Features of innovative transformation of the enterprise for processing of food raw materials. Russian. *Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017. vol. 64. № 4. pp. 94–99.

7 Elkhaila A. E. O., Bernhardt R. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour. *Food Chemistry*. 2010. vol. 121. no. 2. pp. 387–392.

8 Omary M. B. et al. Effects of germination on the nutritional profile of gluten-free cereals and pseudocereals: a review. *Cereal Chemistry*. 2012. vol. 89. no. 1. pp. 1–14.

9 Chauhan A., Saxena D. C., Singh S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (Amaranthus spp.) flour. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. vol. 63. no. 2. pp. 939–945.

10 Gebremariam M. M., Zarnkow M., Becker T. Effect of drying temperature and time on alpha-amylase, beta-amylase, limit dextrinase activities and dimethyl sulphide level of teff (Eragrostis tef) malt. *Food and Bioprocess Technology*. 2013. vol. 6. no. 12. pp. 3462–3472.

11 Zipaev D.V., Kashaev A.G., Rybakova K.A. Development of technology for beer beverage using malt from triticale. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of refrigeration]. 2016. no. 1. pp. 19–23. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алла Е. Чусова к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, hycovai@mail.ru

Геннадий В. Агафонов д.т.н., профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

Анна В. Зеленкова ген. директор, ООО «Профималт», г. Липецк, Россия

Юлия В. Пожалова студент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.04.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alla E. Chusova candidate of technical sciences, assistant professor, technology of fermenting and sugary production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, hycovai@mail.ru

Gennadij V. Agafonov doctor of technical sciences, professor, technology of fermenting and sugary production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,

Anna V. Zelen'kova CEO, JSG Profimalt, Lipetsk, Russia

Julija V. Pozhalova student, technology of fermenting and sugary production 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 2.28.2017

ACCEPTED 4.14.2017

Связь трансформации экономики с развитием и стимулированием инновационной деятельности

Оксана О. Лукина¹ oks.lukina@gmail.com

Владимир В. Дудчак¹ dudchak@sozvezdie.su

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Понятие трансформации экономики является актуальной задачей в условиях современной экономики. Зарубежные авторы используют различные подходы для определения понятия «инновационный менеджмент». Различные школы менеджмента по-разному оказывают влияние на процессы трансформации экономики. Школа научного менеджмента отражает достижения экономической трансформации, обоснованной разделением труда. Стимулирование использования идей инженерии позволило научно доказать преимущества интеллектуального управления в развитии административной школы. Теория человеческих отношений обосновывает понимание того, что труд, как неомогенный фактор развития производства, в условиях научно-технического прогресса является важнейшим фактором. Современные трансформации экономики, связанные с разделением труда, признанием развития научно-технического прогресса и внедрением передовой техники, способствуют увеличению количества продуктов труда и уменьшению стоимости, концентрации капитала, укрупнению производства, требующие планирования, организации и контроля (организации в широком смысле), а также развитию идей о значимости деятельности человека.

Ключевые слова: трансформация экономики, развитие школ менеджмента

Communication with the transformation of the economy development and stimulation of innovation

Oksana O. Lukina¹ oks.lukina@gmail.com

Vladimir V. Dudchak¹ dudchak@sozvezdie.su

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. The concept of transformation of economy is an urgent task in the conditions of modern economy. Various schools of management differently exert impact on processes of transformation of economy. The school of scientific management reflects achievements of the economic transformation proved by job specialization. Stimulation of use of the ideas of engineering allowed to prove scientifically benefits of intellectual management in development of administrative school. The theory of the human relations proves understanding that work, as not homogeneous factor of development of production, in the conditions of scientific and technical progress is the major factor. The modern transformations of economy connected with job specialization, recognition of development of scientific and technical progress and implementation of the advanced equipment promote increase in quantity of products of work and reduction of cost, concentration of the equity, the production enlargement requiring planning, the organization and control (the organization in a broad sense), and also to development of the ideas.

Keywords: transformation of the economy, the development of management schools

Введение

Объект экономической науки – общество и его развитие. Основоположники экономики, которые разработали методологию и содержательный анализ хозяйственной деятельности (А. Смит, Д. Риккардо, К. Маркс, Дж. Милль, А. Маршалл, Т. Веблен, Дж. Кейнс) связывают ее с логикой практических операций и поведением хозяйствующего субъекта.

Для цитирования

Лукина О.О., Дудчак В.В. Связь трансформации экономики с развитием и стимулированием инновационной деятельности // Вестник ВГУИТ. 2017. № 2. С. 204–209. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-204-209

Причинно-следственные зависимости, принципы рациональной человеческой деятельности, равновесие и саморегулирование рыночных процессов, дополняемых государственно-регуляторными инструментами, – это шаги развития экономической теории, которые повлияли на развитие управленческой деятельности. Особенность менеджмента инновационной деятельности заключается в том, что управление относится не только к традиционным,

For citation

Lukina O.O., Dudchak V.V. Communication with the transformation of the economy development and stimulation of innovation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. no. 2. pp. 204–209. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-204-209

но и к новационным видам, когда менеджмент как наука изучает вновь возникшие отношения между человеком и предметами и средствами труда. В отличие от объекта экономической теории (саморегулирование рыночных процессов), объектом трансформации в экономике служит хозяйствующая деятельность любого уровня, конечная цель которой – конкурентоспособность и эффективность.

Рыночная конкуренция является основой инновационной деятельности и ее стимулом, на который обратили внимание в свое время такие зарубежные авторы, как Й. Шумпетер, А. Эрроу [1]. Й. Шумпетер уже в 1942 г. выделял конкурентные стимулы для поддержки инновационной деятельности крупных компаний и доказал, что крупные фирмы заняли ведущее положение на рынке за счет инновационного поведения. А. Эрроу в 1962 г. подчеркивал тот факт, что мотивирует инвестора конкурентная деятельность. В дальнейшем Р. Гилберт и Д. Ньюбери [2], исследуя деятельность монополий, выявили более сильную мотивацию в инновационной деятельности, чем предприятий-новичков.

Управление инновационной деятельностью – это управление интеллектуальным потенциалом. Следовательно, необходима такая рыночная модель, которая учитывая экономические трансформации, предполагает развитие и стимулирование инновационной деятельностью, ориентированной на результат, т. е. конкурентоспособность и эффективность.

Экономические трансформации связаны с различными подходами в развитии и стимулировании инновационной деятельности. Так, школа научного менеджмента отразила достижения экономической трансформации, обоснованной разделением труда, а также признанием развития научно-технического прогресса и внедрением передовой техники, способствующих увеличению количества продуктов труда и уменьшению стоимости, а, следовательно, цены каждой их единицы. Этот подход ориентировал работников на мотивацию улучшения жизни собственников капитала, работников и потребителей при рациональном использовании капитала, труда, земли как факторов производства, о чем писали Ф. Тейлор, Г. Ганнт, Г. Эмерсон и др.

Стимулирование использования идей инженерии позволило научно доказать преимущества интеллектуального управления в низовом звене производства, однако, эти же идеи

продемонстрировали принципиальную ограниченность управленческой мысли в верхних слоях менеджмента, что потребовало развития административной школы управления. Было доказано, что экономические трансформации в области концентрации капитала, укрупнения производства требуют планирования, организации и контроля (организации в широком смысле). Монополии, как пишут А. Шаститко и А. Кудрин, являются «инструментом конкурентной политики для усиления стимулов к процессным нововведениям» [3]. Об организации работы на предприятии как таком же значимом факторе производства как земля, труд и капитал писали А. Файоль, Л. Урвик, М. Вебер. Теперь ученый стал основателем позитивной (чистой) и нормативной (прикладной) науки (economics).

Теория человеческих отношений базируется на исследованиях, связанных с пониманием того, что труд (как негомогенный фактор развития производства) в условиях научно-технического прогресса является намного важнее, чем другие факторы. Т. Веблен, как представитель этой школы, поставил в центр трансформации экономики идеи развития и стимулирования деятельности человека. В противовес классической экономике, которая денежный интерес признала равнозначным экономическому интересу, тем самым вывела человеческую личность из экономического анализа, институционалисты поставили человека в центр экономики. По Т. Веблену, «изучение поведения человека в его отношении к материальным средствам существования и есть исследование живой истории материальной цивилизации» [4].

Институциональный фактор трансформации экономики, исходя из развития на тот момент психологии и поведения человека, хозяйственную деятельность представляли как движимую лишь в направлении материальной полезности. Затем это положение дополняется моральными ценностями и отношениями между людьми как механизмов выполнения работниками производственных операций (Г. Мюнстерберг, М. Фолетт, Э. Мейо).

Дальнейшие трансформации в экономике связаны с развитием инновационной деятельности и управлением ею, которое ознаменовано привязкой к информатике (количественная школа). Так возникла новая методология анализа («ситуативный подход»), дополнившая системный анализ, существующий в предшествующих школах.

Современные трансформации экономики обусловлены положениями, отраженными на рисунке 1.

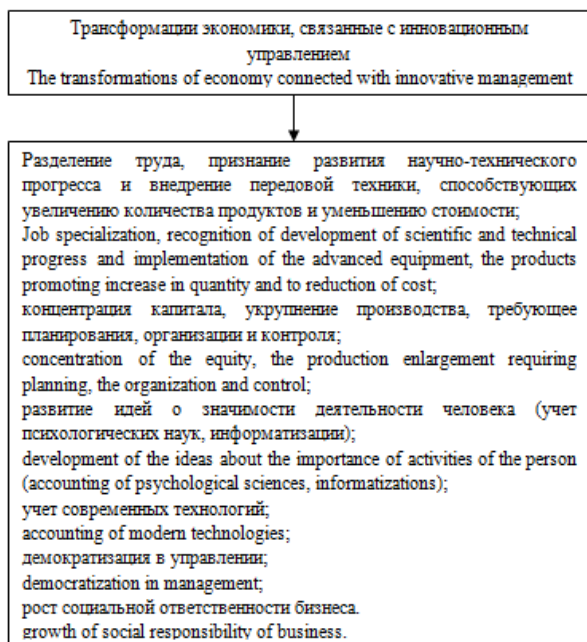


Рисунок 1. Трансформации экономики, связанные с управлением инновационной деятельностью

Figure 1. The transformations of economy connected with management of innovative activities

Развитие и стимулирование инновационной деятельности в современном менеджменте обосновано следующими положениями:

1) Наличие современных технологий, находящихся вне пределов предприятия (так, фармацевтическое производство не могло бы существовать без достижений генетики, биологии, медицинской электроники; автомобилестроение – без компьютерной промышленности, электроники; телефонные связи – без сталелитейной, целлюлозно-бумажной отраслей). Определяющий фактор современного менеджмента – развитие технологий различных отраслей, которые развиваются не параллельно, а взаимно дополняя и стимулируя друг друга. Не может быть неизменных и нестимулируемых технологий;

2) Усиливается внимание к организационной культуре и формам демократизации с учетом стимулирования интеллектуальной деятельности. Грань между начальниками и подчиненными сглаживается. Однако любая организация имеет свою специфическую структуру. Совершенная структура позволяет повысить производительность труда, однако без четкой иерархии, без единого руководства невозможно добиться цели.

Наличие своеобразной иерархии и связей между структурными элементами, определяемыми углублением знаний и специализацией работников, при которой руководитель не может знать тонкостей каждой специальности, и таким образом подчиненные и руководители становятся партнерами, меняет стиль и мотивацию управления (личное «я», по словам М. Фоллет, проявляется через «я» группы);

3) Становится более значимой социальная составляющая экономики, т. е. возрастает социальная ответственность бизнеса как стимулирующая роль инновационного поведения. Эта трансформация экономики влияет на жизнь общества, являясь объективной закономерностью общественного воспроизводства. Социальная ответственность менеджмента не только сохраняет, но и усиливает свое значение в XXI веке. Это вызвано необходимостью усложнения труда работников под влиянием закона перемены труда, вхождением экономик разных стран в глобальную экономику, что приведет к активизации стимулирования взаимодействия науки, образования и производства;

4) Глобализация экономики и интернационализация производства связана с расширением обмена, потребления товаров и услуг. На этом этапе стимулирующим фактором служат информационно-коммуникационные технологии, когда инновационная деятельность сопряжена с информатизацией и происходит интеграция и координация ряда новационных функций, связанных с довольно нечетким соблюдением правил и процедур;

5) Напряженность в экономике, вызванная напряженностью в обществе, приводит к необходимости стимулирования модернизационной интерактивной модели развития хозяйственной деятельности предприятий. Как пишут Н. Акиндинова и другие: «...структурные ограничения, вызванные санкциями, диагностированы российскими экспертами и экономическими чиновниками. Однако попытки повлиять на них мерами экономической политики не дали большого эффекта. В результате капитализация российских компаний, выросшая на волне увеличения сырьевых доходов в 2000-е годы, с 2011 г. неуклонно снижалась, несмотря на все усилия улучшить инвестиционный климат. С 2015 г. можно наблюдать слабый восстановительный рост капитализации» [5]. Напряженность обосновывает снижение конкурентоспособности, вызывает высокую концентрацию собственности в руках компаний с государственным участием, которые сочетаются, по мнению вышеуказанных авторов, «большой долей неформального сектора», снижая мотивационную составляющую.

Как видим, перечисленные направления в инновационном менеджменте коррелируют с изменениями, происходящими в экономике: они могут как стимулировать, так и влиять негативно на хозяйственную деятельность. К примеру, методологическое обновление исходных позиций анализа экономических процессов современной жизни обосновано актуализацией политической экономии. Так, санкции, применяемые в РФ, вызвали изменения в отдельных отраслях и привели к экономическим результатам. Усложнилась эта взаимосвязь также в результате:

- распада командно-административной системы хозяйствования;
- наличия трансформационных процессов в странах рыночной экономики.

В результате политические решения воздействуют на экономические системы и являются центром происходящих процессов между бизнесом и властью. Появляются инновационные процессы, решающие проблемы в неожиданных ситуациях (рисунок 2).

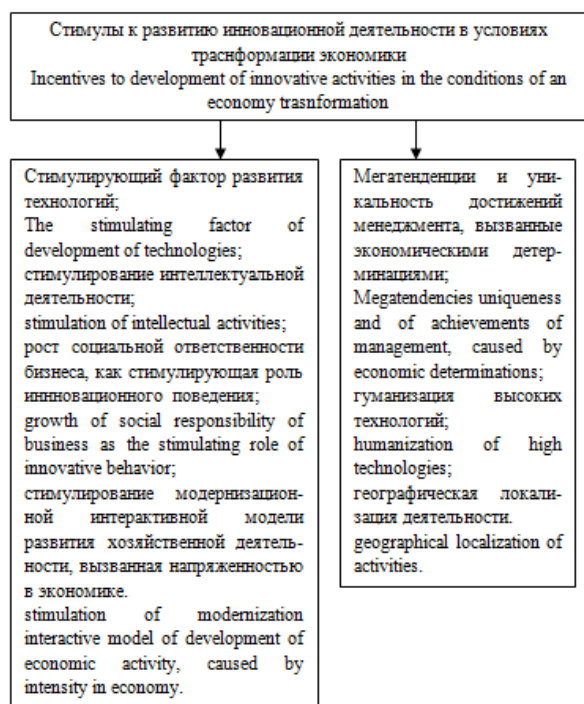


Рисунок 2. Инновационные процессы в условиях трансформации экономики

Figure 1. Innovative processes in the conditions of transformation of economy

Трансформация экономики дает возможность предвидеть влияние внешних и внутренних факторов на практику и научные исследования инновационного управления, выявлять отличительные черты в менеджменте и его носителях — менеджерах.

Мегатенденции, отмечаемые Дж. Нейсбиттом, обосновывают трансформации и в обществе, и в экономике (рисунок 3).

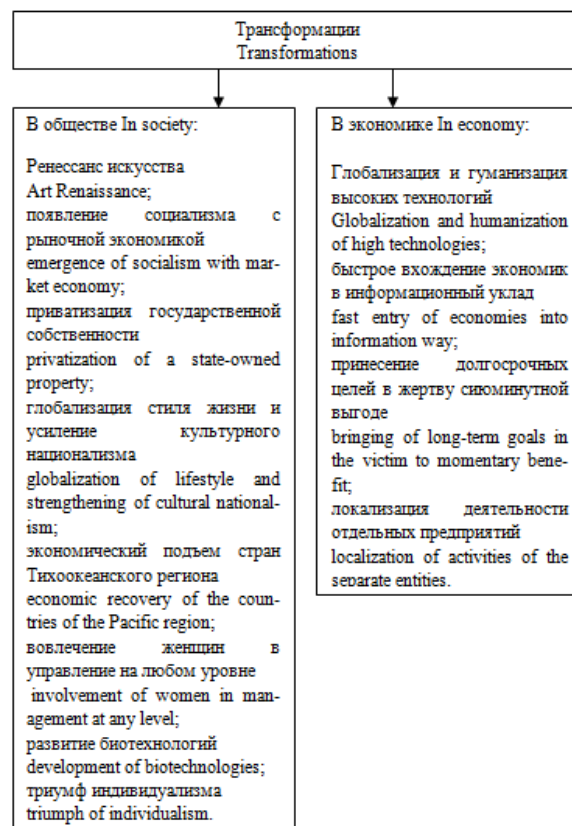


Рисунок 3. Сочетание трансформаций в обществе и экономике

Figure 2. The combination of transformation in society and the economy

Ученые-экономисты (Дж. Нейсбитт, П. Абурден) [6] выделяют трансформации будущего общества, с которыми связывают изменения в экономике разных стран. Выделяя «гуманизацию» высоких технологий и исследуя движение различных экономик к глобализации, Дж. Нейсбитт выделяет такой фактор трансформации экономики, как быстрое вхождение предприятий в новый (информационный) уклад.

Трансформации в экономике, называемые Дж. Нейсбиттом как мегатенденции, свидетельствуют о сиюминутности отдельных из них. В числе сиюминутных тенденций в трансформациях экономики выделим «принесение долгосрочных целей в жертву сиюминутной выгоде». Этому тезису противоречит включение инновационных проектов в практику многих организаций, а также желание повышать уровень знаний работников, чтобы разрабатывать и воплощать новые идеи.

Можно оспорить также такую тенденцию, как «локализация деятельности», действительно преследующую сиюминутную цель (из-за безопасности или для получения прибыли на географически локальных рынках). Эту

трансформацию экономики могут воплощать монопольные предприятия, чья деятельность обоснована целями различного уровня: государственного (национального), когда предприятия функционируют в поле безопасности (оборонной, к примеру); регионального (географического) – предприятия агропродовольственного комплекса, которые не «делятся» своими технологиями в целях сбережения чистоты продукта и т. д.

Современные исследования и опыт передовых предприятий, а также современные программы, предназначенные для систем образования и повышения квалификации менеджеров на основе оценки бизнеса с учетом развития информационных технологий, способствуют не только анализу социальной и экономической жизни (страны и предприятий), но и прогнозированию использования мировых, национальных и организационных тенденций для того, чтобы конкурировать во внутренней и внешней среде.

Необходимо, чтобы система инновационного управления была обоснована мотивациями, позволяющими преодолеть персональную фрустрацию для овладения инструкциями, законами, традициями, а также бюрократические препятствия в деятельности деловой элиты, учитывая глобальные перемены, инновационный менеджмент направляет действия высококлассных специалистов в область инновационной экономики. Для этого необходимы знания и опыт в мотивировании работников.

Знание менеджером законов диалектики в понимании того, что неопределенность и стандарты не являются противодействующими явлениями и организации должны внедрять инновации, подтверждает П. Друкер, когда пишет о том, что менеджер должен «...уравновешивать быстрые перемены определенной неизменностью. Это очень ценное и редкое искусство, роль которого в менеджменте будет неуклонно расти» [7].

Подчеркнем, что стимулирование инновационной деятельности, необходимо не только в менеджерских способностях (умение предвидеть), но и в маркетинговых функциях и умениях систематизировать информацию, а также в экономических планах, учитывающих разрозненную информацию и направление финансовых потоков в нужное русло.

Общественные тенденции в политической, социальной жизнедеятельности способствуют трансформации экономики, которые детерминируют управление инновационной деятельности на предприятиях; общественные институты определяют взаимоотношения между собственниками, производителями, потребителями. П. Друкер подчеркнул уникальность достижений менеджмента, вызванные экономическими детерминациями; он писал о том, что «...если

в XX в. уникальным достижением менеджмента было повышение в 50 раз производительности физического труда, то для XXI в. главным станет производительность труда умственного» [7]. Экономические трансформации в определении роли умственного труда в управлении и инновационной деятельности подтвердили Д. Рикардо, Ж.Б. Сэй и другие, когда рассматривали физический труд как «затратный производственный фактор».

Экономические трансформации послужили возведению человека умственного труда в доминирующий фактор экономики, отсюда – изменения в стимулировании и минимизации контроля над действиями специалистов и работников умственного труда. Управление инновационной деятельностью определяет пригодные для ее стимулирования функции, когда доминирующий фактор производства (знания) необходимо использовать таким образом, чтобы они возрастали. Особенность управления инновационной деятельностью – стимулирование эффективного труда человека – становится сложной, системной и противоречивой [8].

Сложность заключается в измененных требованиях к повышению производительности труда, т. к. они являются противоположными прежним. Если ранее на предприятиях доля умственного труда была основной (инновационные производства, НИИ, лаборатории и т. д.), то в настоящее время сочетание производительного труда с научным – требование ко всем предприятиям.

Системность заключается не только в единстве научного и производительного труда, но и в своеобразии стимулирования, поскольку ответственность самого специалиста за производительность труда лежит в области психологии [9]. Максимальная независимость работника, развитие инноваций за счет увеличения багажа знаний, то есть «учебы в течение всей жизни» не позволяет, с одной стороны, количественно измерять результаты такой деятельности и унифицировать процесс стимулирования таких работников, а с другой – определять место таких работников в системе организации.

Статусное планирование деятельности и карьеры этих специалистов затруднено такими факторами, как сами специалисты знают и определяют меру ответственности и вклада в организацию, тогда как менеджер не может определять продвижение таких сотрудников [10]. Из этого следует, что объективная потребность стимулирования работников умственного труда обоснована противоречиями: с одной стороны, учет доходов от деятельности работников умственного труда, с другой – пополнение знаний и постоянное обучение требуют затрат.

Заключение

Управление инновационной деятельностью развивается в тесной связи с экономическими трансформациями. Признанное одним из факторов производства, управление инновационной деятельностью в теоретическом плане представлено в различных концепциях и школах, которые основаны на достижениях экономической науки. В то же время экономические трансформации обогащают менеджмент. Для экономической

теории это влияние ценно тем, что менеджмент включает элементы общественных наук в предмет своего анализа. С другой стороны, именно экономическая наука в своем социально-экономическом аспекте существенно воздействует на менеджмент, дает возможность не только определять его тенденции в перспективе, но и выкристаллизовать черты этой деятельности, без которых ускорение общественного прогресса не будет достаточным.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Roldina E.S., Kalenskaya N.V., Novenkova A.Z., Ukpere W.I. Marketing foundation for retail and office center's tenant mix // Problems and perspectives in management. 2016. Т. 14. №. 1. С. 228-234
- 2 McKenzie B., Dukeov I. Retail strategy and policy in Russia // Retailing in emerging markets: a policy and strategy. 2014. С. 176-199.
- 3 Шаститко А, Кудрин А. Стимулы к процессным инновациям в дискретных структурных альтернативах конкурентной политики // Вопросы экономики. 2016. № 4. С. 58.
- 4 Akmaeva R.I., Mineva O.K., Lunev A.P. Peculiarities of staff performance appraisal with the use of balanced scorecard in the area of public and corporate management // Asian social science. 2015. № 11. С. 160-164
- 5 Акиндинова Н., Кузьминов Я., Ясин Е. Экономика России: перед долгим переходом // Вопросы экономики. 2016. № 6. С. 9.
- 6 Senior D., Start-up Nation, 2016. 198 с.
- 7 Kihn M. House of lies: how management consultants steal your watch and then tell you the time. 2012. С. 24-25.
- 8 Овчинникова Т. И., Коломывцева О. Ю., Колесникова Е. Ю. Устойчивое развитие на основе инноваций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 1. С. 237-243.
- 9 Лукина О. О. Смена парадигмы управления инновационной деятельностью в условиях трансформации экономики // Вестник ВГУИТ. 2016. № 1. С. 345-349.
- 10 Жанказиев А. Х. Экономика знаний: особенности и издержки познания // Креативная экономика. 2012. № 3. С. 100-105.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана О. Лукина ассистент, кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, oks.lukina@gmail.com
Владимир В. Дудчак д. э. н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, dudchak@sozvezdie.su

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Оксана О. Лукина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Владимир В. Дудчак консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.02.2017

REFERENCES

- 1 Roldina E.S., Kalenskaya N. V., Novenkova A.Z., Ukpere W.I. Marketing foundation for retail and office center's tenant mix. *Problems and perspectives in management*. 2016. vol. 14. no. 1. pp. 228-234
- 2 McKenzie B., Dukeov I. Retail strategy and policy in Russia. *Retailing in emerging markets: a policy and strategy*. 2014. pp. 176-199.
- 3 Shastitko A, Kudrin A. Incentives for process innovations in a discrete structural alternatives of competition policy. *Voprosy ekonomiki* [Economic issues]. 2016. no. 4. pp. 58. (in Russian).
- 4 Akmaeva R.I., Mineva O.K., Lunev A.P. Peculiarities of staff performance appraisal with the use of balanced scorecard in the area of public and corporate management. *Asian social science*. 2015. no. 11. pp. 160-164
- 5 Akindinova N., Kuz'minov Ya., Yasin E. Russia's economy: prepare for a long transition. *Voprosy ekonomiki* [Economic issues]. 2016. no. 6. pp. 9. (in Russian).
- 6 Senior D., Start-up Nation, 2016. 198 p.
- 7 Kihn M. House of Lies: how management consultants steal your watch and then tell you the time. 2012. pp. 24-25.
- 8 Ovchinnikova T. I., Kolomytseva O. Yu., Kolesnikova E. Yu. Sustainable development through innovation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 1. pp. 237-243. (in Russian).
- 9 Lukina O. O. The paradigm shift of the innovation activity management in the conditions of transformation economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 1. pp. 345-349. (in Russian).
- 10 Zhankaziev A. Kh. Economics of knowledge: characteristics and costs of knowledge. *Kreativnaya ekonomika* [Creative economy]. 2012. no. 3. pp. 100-105. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana O. Lukina assistant, accounting and budgeting department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, oks.lukina@gmail.com
Vladimir V. Dudchak doctor of economical sciences, professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, dudchak@sozvezdie.su

CONTRIBUTION

Oksana O. Lukina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Vladimir V. Dudchak consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.29.2016

ACCEPTED 2.3.2017

Оценка индивидуальной конкурентоспособности участников рынка труда, основанная на теории латентных переменных

Татьяна В. Сабетова¹ tsabetova@mail.ru
Сергей И. Моисеев² mail@moiseevs.ru

¹ Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

² Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394030, Россия

Реферат. В статье предлагается оригинальная модель к оценке степени конкурентоспособности, успешности субъектов на рынке труда. Авторы указывают, что универсальный комплексный показатель конкурентоспособности индивида на рынке труда не выделяется. Однако оценку такой конкурентоспособности можно достаточно точно провести на основании некоторых переменных, различающихся для внутреннего и внешнего рынка труда. В основе предложенного подхода лежит модель оценивания латентных переменных по методу Раша. Модель оценивания позволяет получать объективные обобщенные оценки конкурентоспособности субъектов по линейной безразмерной шкале на основании частных оценок по выбранным критериям. Произвольный выбор критериев позволяет применять модель в различных сегментах рынка труда. В работе приведено математическое обоснование модели, методология выбора оценочных критериев, методика получения оценок в среде MS Excel, проанализированы свойства полученных оценок и проведено их сравнение с оценками, полученными по классическим методикам. Предложенная авторами модель позволяет ввести в качестве переменной любую количественную характеристику конкурентоспособности после анализа факторов, влияющих на нее. Эти факторы в своей количественной оценке станут критериями модели, точность же оценки при этом не изменится.

Ключевые слова: рынок труда, конкурентоспособность индивида, сегмент рынка труда, математическая модель, латентная переменная, метод Раша

Labour market participants' competitiveness assessment based on latent variables theory

Tatiana V. Sabetova¹ tsabetova@mail.ru
Sergey I. Moiseev² mail@moiseevs.ru

¹ Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia

² Voronezh branch of Plekhanov Russian University of Economics, Karl Marx Str., 67a, Voronezh, 394087, Russia

Summary. The article suggests innovative model for assessment of labour market subjects' competitiveness, or successfulness. The authors state that general complex indicator for individual competitiveness within the labour market cannot be identified. Instead, precise enough assessment of such competitiveness can be based on some variables, though different for in-house and external labour market. The model of latent variables' assessment based on Rasch's method was selected as the base for the suggested method. The assessment model gives unbiased generalized values of subjects' competitiveness on the linear non-dimensional scale based on the partial estimates of the selected criteria. The free choice of these criteria allows the model's appliance for various labour market segments. The article demonstrates the mathematical grounding for the model; methodic of the assessment criteria selection; the way of assessment performance using MS Excel. It also analyses the features of the obtained estimates and shows their comparison with the estimates obtained by traditional methods. The model suggested by the authors can introduce any quantitative parameter of competitiveness as a variable after analysis of the factors affecting it. The quantitative estimates of these factors become the model's criteria, but the assessment precision does not alter.

Keywords: labour market, individual competitiveness, labour market segment, mathematical model, latent variable, Rasch's method

Introduction

Here we suggest innovative approach to assessment of qualitative indicators describing the degree of success of labour market subjects. This approach is based on mathematical model of latent variables, particularly, on Rasch's method developed in the second half of the twentieth century and recently often applied for similar problems in various fields of science.

Problem statement and the way of its solution

Based on the results of our research we can state, that general complex indicator for quantitative assessment of individual competitiveness

within the labour market cannot be identified either in general or for specific individual cases. However, precise enough assessment of such competitiveness can be based on some variables, though different for in-house and external labour market. The task was to obtain unbiased estimation of individual competitiveness parameter for an arbitrary subject within a certain labour market segment.

For such tasks in various fields of science researchers recently use mathematic approach based on latent variables' theory. Mathematics and statistics define the term 'latent variable' (or implicit variable) as such a variable that cannot be directly measured. Such variables may be estimated only by

Для цитирования

Сабетова Т.В., Моисеев С.И. Оценка индивидуальной конкурентоспособности участников рынка труда, основанная на теории латентных переменных // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 210–218. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-210-218

For citation

Sabetova T.V., Moiseev S.I. Labour market participants' competitiveness assessment based on latent variables theory. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. T. 79. no. 2. pp. 210–218. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-210-218

means of some mathematical models as the functions of a number of observable variables. These directly measurable observable variables are called indicator variables and the estimation of the latent variables is performed on their basis.

In our case the parameter describing an individual's competitiveness within the labour market is typical latent variable. In order to measure it one uses measurable indicator variables describing the latent one from some or other point of view.

For the external labour market such variables include the degree of individual unemployment risk and its duration as well as wealth achieved through employment. For the labour market within a company the size and structure of the labour remuneration may also be an indicator of competitiveness, but this parameter is often distorted by the factors external to the employer. We accept that the more relevant indicators are the duration of employment within the company and the speed of the vertical career.

A certain individual at the end of his working life can analyze his competitiveness in retrospect and estimate the stated parameters. However, there is almost no practical use in such analysis because of volatility of all external factors and the ways an economic individual adapts to them. In other words, it is easy to find out what made the father successful but this knowledge cannot help the son as the latter lives and acts under completely different conditions. Therefore, the need for prospective individual competitiveness assessment is great in the labour market, and this can be performed based on the forecast of the quantitative success parameters we have indicated.

After studying the designed methods for competitiveness assessment for both economic subjects – companies and individuals, we came to the opportunity to suggest our own method of estimation of the individual's labour market competitiveness parameters based on the latent variables' measurement theory.

The first logically completed theory for latent variable measurement was latent-structural analysis [1]. However, latent-structural analysis had considerable limitations in terms of practical appliance, and by now it is used in few scientific areas like sociology, psychology, etc.

The pioneer of the contemporary theory of latent variables' measurement is Georg Rasch. Rasch's model [2–4], unlike the other approaches to latent variable's measurement, obtains the estimates in a linear scale and in non-dimensional units called logits. It presents a number of advantages:

1. Rasch's model allows to transform the indicator variable measurements in dichotomous, attributive, or continuous scales into linear measurements, thus enabling qualitative data adaptation for qualitative analyzing methods.

2. As the measurement scale for Rasch's model is linear and non-dimensional, whole wide variety of statistic procedures and data processing methods can be applied to the obtained results.

3. Subject's latent parameter estimates do not depend on the indicator variables, but are the individual characteristics of each subject.

4. Along with the subject's estimates the model provides the estimation of the features of the indicator variables' themselves, and these estimates also do not depend on the set of the estimated subjects, but are their individual characteristics.

5. Due to rather simple structure of the estimation model there are convenient computing procedures for obtaining the estimates which may be implemented for PC using available software.

If we use Rasch's model to assess subjects' competitiveness within the labour market based on certain estimation criteria (indicator variables), this helps to fulfill the achieve the following objectives:

1. To obtain unbiased estimation of competitiveness for each subject within a certain group on a linear interval scale. Such estimates allow ranging of these subjects in the group which, in its turn, enables the researcher or manager to make some decisions concerning, for instance, personnel improvement, employment, risk-management, etc.

2. To obtain the criteria feasibility estimates based on the whole group of subjects, enabling analysis of the general conformance to some or other criteria and requirements, for example, in the area of professional aptitude, educational standards, motive and stimuli for the whole group which can be a company's staff, a university students, etc.

The structural scheme of the model's performance is shown in the figure 1.

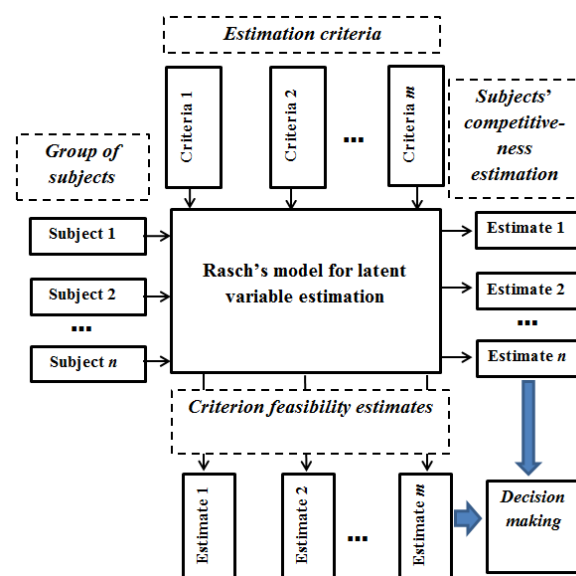


Figure 1. The structural scheme of the model for individual's competitiveness assessment

Let us see its appliance for an example. Suppose, there is a company in need of recruiting of one or more employees. Each candidate is assessed individually along with the others and in accordance with the selected criteria. The results are processed using Rasch's method. As a result every participant gets certain complex estimate of his suitability for the position. Based on these estimates one may make the decision to include the candidates into the company's staff or replacement of the already hired people. Simultaneously, we obtain the estimates of the criteria feasibility, and if some of them demonstrate low values, this may bring about some measures aimed at improvement of the general situation with these criteria.

As we can see from the general structure of the model, its key point is the selection of the estimation criteria.

Estimation criteria selection

As an example let us choose such characteristic of an individual's competitiveness as his personal risk of unemployment. First of all we need to detect the factors affecting this characteristic. According to the figure 2, these factors can be divided into three groups.

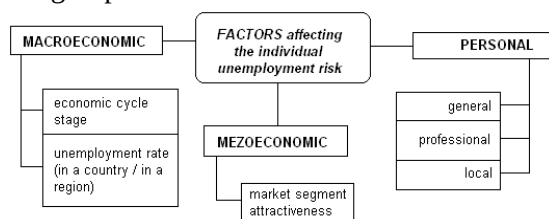


Figure 2. Factors defining the individual unemployment risk

Macroeconomic factors consist of the influence of the macro environment upon the labour market, its specific segment and particular individual. First of all, they include two factors: the observed stage of the economic cycle (out of the existing four stages we are most interested in two – growth and depression as they demonstrate the clearest dynamics of indexes) and the unemployment rate estimated based on the ILO procedure at the national or regional level. Taking into account only two stages of the economic cycle, we may suggest to unite the two stated criteria into one – ‘dynamics of the unemployment rate’ calculated as the difference between the unemployment rate for the current and previous period. During depression this difference would take negative value, and during growth – positive value.

Mezoeconomic factors describe a certain segment of the labour market available for an individual or a group of them, this segment being limited with just one or a number of characteristics such as region, profession, branch of economy, etc. The key factor here is segment attractiveness, or the level of competition within it which, in its turn, cannot be directly measured quantitatively, as,

even though one can define the number of vacancies existing at a certain moment of time, the change of this parameter in time also should be taken into consideration. Besides, it is impossible to find the exact number of applicants for those vacancies, as not all of them undertake any activities to get the position. We suggest to use the following indicators as the criteria for this factor:

i) ratio of the average wage within the market segment of within the region or national economy as a whole, per cent;

ii) the share of students of professional education organizations studying to get the professions useful for this segment, in the total number of students at the moment, per cent.

And finally, the main group of factors are personal factors. We name this group as the main one not because the importance of their influence is greater than that of the others groups. For many situations such statement would be completely wrong. However, the first two group of factors affect the results of individuals' comparison when we consider indirect competitors, for instance, applicants for similar positions in different companies, regions or countries, fields of business, etc., in other words, acting within different segments of the labour market. But in case of comparison within the same segment all macro – and mezoeconomic criteria are the same for all participants, and the individual competitiveness is defined by the factors of the third group only.

The quantitatively measurable criteria for our example, where the applicants aspire the same position in the same company, we suggest those shown in the table 1.

Table 1.
Criteria, units, and scales for personal factors measurement

Criterion	Estimate	Scale, units
1	2	3
Educational level – ‘K1’		Points, 1 to 10
	Master, specialist	10
	Bachelor	9
	Secondary vocational	7
	Elementary vocational	5
Education compliance to the position profile – ‘K2’	Basic (no professional training)	1
		Points, 1 to 5
	Exact compliance	5
	Major	4
Working experience with the same or similar job description – ‘K3’	Field of study	3
	No compliance	1
	0, 1, 2... n	Years
Unemployment duration up to the present moment – ‘K4’		Points, 1 to 5
	Never worked before	2
	Over a year	3
	Over three years	1
	Less than a year	5

Continuation of Table 1

1	2	3
Age – ‘K5’		Points, 1 to 5
	Younger than 30	4
	30–40	5
	40–50	3
	Older than 50	1
Capacity degree – ‘K6’		Points, 1 to 10
	Employable	10
	Pensioner	4
	Youngster	1
	Disabled	5
Demographic criterion – ‘K7’		Points, 1 to 10
	Single man	9
	Married man	10
	Married man with little child/children	6
	Single woman	10
	Married woman	8
	Married woman with child/children	5
	Married woman with little child/children	1

Let us stress out, that the demonstrated list of criteria is selected for the abstractive example. If a specific vacancy is studied, the model admits of replacement or addition of any number of criteria without reduction of adequacy or accuracy of the assessment. The scales and units for the criteria also can be arbitrary: interval or semi-interval scales; natural or analogue quantities; dichotomous or polytomous data.

Mathematical justification of the model validity

Let us consider the mathematical justification of the Rasch’s model validity for the given problem.

Suppose there are N subjects whose competitiveness within the labour market is to be estimated: $A_1, A_2, \dots, A_N$ and L criteria for the estimation: $K_1, K_2, \dots, K_L$. Let U_{ij} denote the estimate of the i -th subject based on the j -th criterion. As stated before, these estimates can be of various nature and dimensionality. To bring the estimates to the same scale one is to apply normalization procedure. It means that the estimates U_{ij} are converted to the scale from 0 to 1 by means of linear operators. Let u_{ij} denote normalized estimates obtained using the formula:

$$u_{ij} = \frac{U_{ij} - U_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}}, \quad (1)$$

where $U_{\max}$ and $U_{\min}$ – maximum and minimum values for the estimates among the possible ones

for the given criterion, generally $U_{\min} = 0$ and the normalization formula specializes $u_{ij} = \frac{U_{ij}}{U_{\max}}$.

Suppose the estimate of the n -th subject based on the j -th criterion is u_{nj} . Then the simplest way to assess the competitiveness of this subject is the additive method as the sum of the partial estimates:

$$X_n = \sum_{j=1}^L u_{nj}, \quad (2)$$

which is usually done. However, such estimates are not responsive enough, non-linear, they depend on the set of assessment criteria and the multitude of the subjects. All these deficiencies are eliminated in Rasch’s method for latent variables estimation which is demonstrated hereafter [5–7].

For its reasoning we apply probabilistic approach. Let us consider the possible estimates of the subjects of numbers n and m . Let P_{nj} denote the probability or measure of the situation that n -th subject suits some abstractive employer in terms of j -th criterion. The term ‘suits’ should be interpreted as the presence of the possibility that the employer may choose this subject, that is there is probability but not the guarantee of such choice. Thus, the subject is acceptable for the employer. Then, the probability of the same subject’s being unacceptable for the employer equals $(1 - P_{nj})$. Let us accept the same suggestions for the m -th subject.

Let us denote: N_{11} – the number of criteria based on which the both subjects suit the employer; N_{10} – the number of criteria based on which only the m -th subject suits the employer; N_{01} – the number of criteria based on which only the n -th subject suits the employer; N_{00} – the number of criteria based on which none of subjects suit the employer.

From the point of view of the said two subjects, only indicators N_{10} and N_{01} can be considered informative. In their turn, the indicators N_{11} and N_{00} do not form any idea about which of the subjects has better chance for employment. Parameter N_{10} , characterizing the degree of the A_m subject’s attractiveness, according to the probability multiplication theorem, being linearly proportional to the product probability $P_{mj}(1 - P_{nj})$. Similarly, parameter N_{01} is linearly proportional to the product probability $(1 - P_{mj})P_{nj}$. Thus, the formula defining the ratio of parameters N_{10} and N_{01} :

$$\frac{N_{10}}{N_{01}} \sim \frac{P_{mj}(1 - P_{nj})}{(1 - P_{mj})P_{nj}}. \quad (3)$$

If we take infinite number of criteria L , it helps to find the difference of the estimates for the

subjects n and m . As no limitations was imposed on the criteria, the obtained formula does not depend on any characteristics of the criteria themselves. Considering another subject with the number k , similar formula was obtained. The estimates ratio for the subjects remains the same. Consequently, we can write the following for criteria k and j :

$$\frac{P_{mj}(1-P_{nj})}{P_{nj}(1-P_{mj})} = \frac{P_{mk}(1-P_{nk})}{P_{nk}(1-P_{mk})}. \quad (4)$$

In its turn, this formula leads to the following:

$$\frac{P_{nj}}{1-P_{nj}} = \frac{P_{nk}}{1-P_{nk}} \cdot \frac{1-P_{mk}}{P_{mk}} \cdot \frac{P_{mj}}{1-P_{mj}}. \quad (5)$$

For practical use of the described method we need the results of the n and m subjects' competitiveness comparison to be unbiased. In its turn this requirement means the ratio of any number of the k and j subjects should be correct for any criteria. In order to provide for this requirement, the initial points for the comparative analysis were accepted as the estimates of some subject with 0 index, and some criterion with 0 index. Besides, unified measurement scale is required, uniting the competitiveness degree of the subjects and the importance (feasibility) of the criteria, the convenient initial point being the mentioned indicators with 0 index, which are considered equivalent. So, the value of the P_{00} parameter equals 0.5. Applying this, we come to the following formula:

$$\frac{P_{nj}}{1-P_{nj}} = \frac{P_{n0}}{1-P_{n0}} \cdot \frac{1-P_{00}}{P_{00}} \cdot \frac{P_{0j}}{1-P_{0j}} = \frac{P_{n0}}{1-P_{n0}} \cdot \frac{P_{0j}}{1-P_{0j}}. \quad (6)$$

It is necessary to note, that in the formula (6)

the value $\left(\frac{P_{n0}}{1-P_{n0}}\right) = d_n$ – is the indicator of competitiveness of the n -th subject, which is his unique indicator, $\frac{P_{0j}}{1-P_{0j}} = \frac{1}{b_j}$ – is the value reciprocal to the feasibility, or importance degree, for the j -th criterion, which is the unique feature of this criterion. Thus, we get:

$$\frac{P_{nj}}{1-P_{nj}} = \frac{d_n}{b_j}. \quad (7)$$

On that basis, it is possible to calculate the probability of the situation when the j -th subject suits the employer comparing the applicants based on the n -th criterion. Such probability is defined by the ratio of a subject's competitiveness to the criterion's feasibility.

Using the formula (7) above, and having taken the logarithm of its part we get:

$$\ln \frac{P_{nj}}{(1-P_{nj})} = \ln \frac{P_{n0}}{1-P_{n0}} + \ln \frac{P_{0j}}{1-P_{0j}} = \ln(d_n) - \ln(b_j).$$

$$\text{Denoting} \quad \ln d_n = \ln \frac{P_{n0}}{1-P_{n0}} = \theta_n, \quad \text{and}$$

$$\ln \frac{P_{0j}}{1-P_{0j}} = \ln b_j = \beta_j \text{ we get:}$$

$$\ln \frac{P_{nj}}{(1-P_{nj})} = \theta_n - \beta_j.$$

Which is equivalent to

$$\frac{P_{nj}}{1-P_{nj}} = e^{\theta_n - \beta_j}.$$

On that basis, renaming the indices for convenience we can calculate the probability P_{nj} :

$$P_{ij} = \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}}. \quad (8)$$

These probabilities can be interpreted as normalized estimates of the subjects based on criteria u_{ij} .

The received formula is similar to Rasch's formula developed for estimation of latent variables [2].

In order of practical appliance of (8) we need to find the estimates of attractiveness of the subjects θ_i and feasibility degree of criteria β_j based on the known estimates of the subjects with criteria u_{ij} , obtained a posteriori.

If we consider the classic Rasch's model for latent variables estimation [1–3], there θ_i and β_j are found by maximum likelihood method (ML-method) [8]. However, such model requires the initial data u_{ij} to be only dichotomous, which means they can take only two values – 0 or 1. This does not suit the requirements described in this article, which demand that the data can adopt any value from arbitrary, including continuous range from 0 to 1. Due to this, in [9] it was suggested to apply the least square method, which use for similar problems is described in [5–7]: parameters θ_i and β_j of the model (8) are selected so that the sum of squared deviations of the empirical evidence u_{ij} from the calculated probabilities (8) is the least possible. Mathematically it comes to the optimization task:

$$\begin{aligned} S(\theta_i, \beta_j) &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (u_{ij} - P_{ij})^2 = \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(u_{ij} - \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \right)^2 \rightarrow \min \end{aligned} \quad (9)$$

Estimates θ_i and β_j , obtained from this model, will be measured in interval scales, the initial point for calculation being indeterminate. Zero reading of the scales can be selected so that all estimates are nonnegative. Then the optimization problem (9) will have the addition of normalization requirement:

$$\theta_i \geq 0; \beta_j \geq 0; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad (10)$$

The presented mathematical model for estimation (9) and (10) suggests, that all the criteria have the same importance and add equal contribution to the final estimation of subjects' competitiveness. If the criteria's importance varies, and their contribution to the final estimation should reasonably be proportional to their importance, then criterion weight shall be applied. Suppose the value w_j equals the weight of the j -th criterion. Suppose the weight varies along the scale between 0 and 1 (which is not necessary), and the bigger the weight, the greater contribution to the final estimation of subjects' competitiveness the criterion adds. To take the weights into consideration is minimization of the residual sum, each summand (9) shall be taken into account in proportion to its weight, and instead of (9), we get the optimization problem as follows:

$$S(\theta_i, \beta_j) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j \cdot (u_{ij} - P_{ij})^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j \cdot \left(u_{ij} - \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \right)^2 \rightarrow \min \quad (11)$$

Solution of the optimization problems (9) and (10), or (11) and (10) may be performed using various software, for example, MS Excel with the help of customization Solver [8, 9]. Let us demonstrate the method of estimate calculation on some general example.

Competitiveness estimates calculation using MS Excel

To perform practical calculations and solution of the optimization problem one can use a variety of software, most available among them is MS Excel with customization Data Analysis [5, 6, 9]. To describe the method of the given problem solution let us consider some example.

For 10 subjects estimation of their competitiveness within the labour market is performed based on 7 criteria described in the table 1. Suppose each of them received some estimates of every criterion, as stated in the table 2. Besides, the decision was made to set different importance of the criteria and set weights stated in the same table.

Table 2.

The results of the subjects' estimation based on the criteria and the criteria's weights

Sub- jects	Criteria						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
C1	5	3	5	2	4	10	5
C2	7	4	8	3	1	10	8
C3	1	1	12	1	3	10	10
C4	9	1	3	2	1	10	6
C5	7	3	0	3	5	1	9
C6	5	5	18	5	3	4	6
C7	7	4	0	2	1	10	1
C8	9	4	1	5	5	10	9
C9	10	1	0	2	3	10	8
C10	1	1	0	5	4	5	10
Weight	0.8	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.5

In order to apply Rasch's method to process the data of the table 2, it is necessary to perform normalization procedure in accordance with the formula (1). Normalized data for individual subjects' estimates are shown in the table 3.

Table 3.

The results of the normalized subjects' estimations based on the criteria

Sub- jects	Criteria						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
C1	0.5	0.6	0.28	0.4	0.8	1	0.5
C2	0.7	0.8	0.44	0.6	0.2	1	0.8
C3	0.1	0.2	0.67	0.2	0.6	1	1
C4	0.9	0.2	0.17	0.4	0.2	1	0.6
C5	0.7	0.6	0	0.6	1	0.1	0.9
C6	0.5	1	1	1	0.6	0.4	0.6
C7	0.7	0.8	0	0.4	0.2	1	0.1
C8	0.9	0.8	0.06	1	1	1	0.9
C9	1	0.2	0	0.4	0.6	1	0.8
C10	0.1	0.2	0	1	0.8	0.5	1

Next we open an MS Excel book, feed the data in accordance to the figure 3 (the topmost table). Below the probabilities (8) are calculated. For this we dedicate the cells for the latent variables θ_i (range A17-A26) and β_j (range B16-H16). First of all, let us input some arbitrary data, for instance, 1, into these cells. For the calculations in accordance with the formula (8) into B17 we feed =EXP(\$A17-B\$16)/(1+EXP(\$A17-B\$16)) and then automatically spread it to the whole range of B17-H26. To calculate the summands of the formula (11) we feed into B29 to formula =B\$13*(B17-B3)^2 and automatically spread it to the whole range B29-H38. The objective function itself (11), optimization of which is to be performed, is fed into the cell D40 as a formula =CYMM(B29:H38). The results of the data preparation for the spreadsheet are shown in the figure 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Исходные данные						
2		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
3	C1	0,5	0,6	0,28	0,4	0,8	1	0,5
4	C2	0,7	0,8	0,44	0,6	0,2	1	0,8
5	C3	0,1	0,2	0,67	0,2	0,6	1	1
6	C4	0,9	0,2	0,17	0,4	0,2	1	0,6
7	C5	0,7	0,6	0	0,6	1	0,1	0,9
8	C6	0,5	1	1	1	0,6	0,4	0,6
9	C7	0,7	0,8	0	0,4	0,2	1	0,1
10	C8	0,9	0,8	0,06	1	1	1	0,9
11	C9	1	0,2	0	0,4	0,6	1	0,8
12	C10	0,1	0,2	0	1	0,8	0,5	1
13	Вес	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7	0,5
14		Матрица вероятностей (8)						
15	θ / β	1	1	1	1	1	1	1
16	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
17	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
18	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
19	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
20	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
21	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
22	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
23	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
24	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
25	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
26	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
27		Слагаемые целевой функции (11)						
28		0	0,007	0,039506	0,006	0,063	0,175	0
29		0,032	0,063	0,002469	0,006	0,063	0,175	0,045
30		0,128	0,063	0,022222	0,054	0,007	0,175	0,125
31		0,128	0,063	0,088889	0,006	0,063	0,175	0,005
32		0,032	0,007	0,2	0,006	0,175	0,112	0,08
33		0	0,175	0,2	0,15	0,007	0,007	0,005
34		0,032	0,063	0,2	0,006	0,063	0,175	0,08
35		0,128	0,063	0,158025	0,15	0,175	0,175	0,08
36		0,2	0,063	0,2	0,006	0,007	0,175	0,045
37		0,128	0,063	0,2	0,15	0,063	0	0,125
38		Целевая функция (11):						
39		5,909111						

Figure 3. Input data for MS Excel

Then we call up MS Excel customization Solver, feed in the customization parameters according to the figure 4.

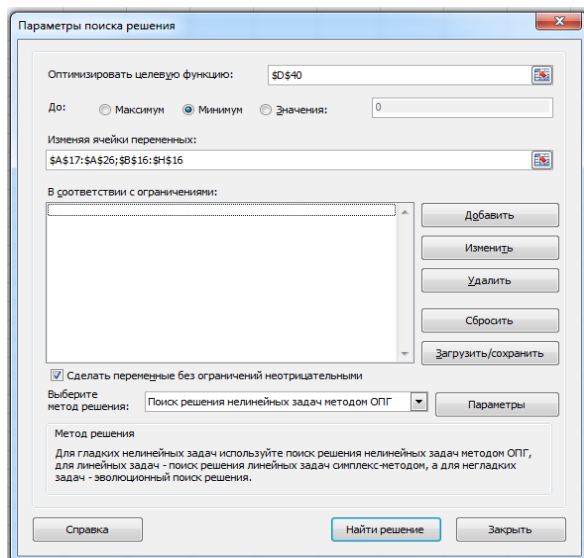


Figure 4. Solver customization parameters

We press the key Найти решение (Solve) and see the result shown in the figure 5. The estimates of the subjects' competitiveness are demonstrated in the cells A17-A26, and the estimates of the criteria feasibility are shown in the cells B16-H16.

		Матрица вероятностей (8)						
16	θ / β	1,517652	2,080859	4,077441	1,818875	1,632149	0	0,951604
17	2,061312	0,632664	0,495113	0,11752	0,560314	0,605674	0,887086	0,752075
18	2,337186	0,694138	0,563733	0,149281	0,626753	0,669304	0,91191	0,799886
19	1,40399	0,471615	0,336961	0,064558	0,397742	0,443206	0,802816	0,611206
20	1,613589	0,523966	0,385262	0,078431	0,448858	0,49536	0,833909	0,659706
21	2,348671	0,696571	0,566556	0,150745	0,629436	0,671841	0,912829	0,801718
22	10,40929	0,999862	0,999759	0,998224	0,999814	0,999846	0,99997	0,999922
23	1,580939	0,515816	0,377559	0,076104	0,440795	0,4872	0,829337	0,652338
24	3,266152	0,851764	0,765898	0,307616	0,809579	0,836717	0,963249	0,910075
25	2,037395	0,627088	0,489136	0,115062	0,554414	0,599947	0,884668	0,747588
26	1,719169	0,55021	0,41055	0,08641	0,475094	0,521741	0,848022	0,682994
27		Слагаемые целевой функции (11)						
28		0,01408	0,007701	0,020546	0,01542	0,026434	0,008925	0,031771
29		2,75E-05	0,039075	0,069697	0,000429	0,154172	0,005432	6,5E-09
30		0,110478	0,013131	0,290028	0,023461	0,017209	0,027217	0,07558
31		0,113121	0,024026	0,006228	0,001432	0,061066	0,01931	0,001782
32		9,41E-06	0,000783	0,018179	0,00052	0,075382	0,462483	0,00483
33		0,19989	4,08E-08	2,52E-06	2,07E-08	0,111914	0,251975	0,079969
34		0,027139	0,124919	0,004633	0,000999	0,057739	0,020388	0,152539
35		0,001861	0,000814	0,050828	0,021756	0,018663	0,000945	5,08E-05
36		0,111251	0,05852	0,010591	0,014306	1,95E-09	0,009311	0,001374
37		0,162151	0,031032	0,005973	0,165316	0,0542	0,084783	0,050246
38		Целевая функция (11):						
39		3,626044						

Figure 5. The calculation results in MS Excel

We compare the results with the results obtained by the additive method (2), but using the formula taking the weights into consideration

$$X_n = \sum_{j=1}^L w_j u_{nj}.$$

For that purpose the both estimates we normalize into the scale, so that the sum of the estimates was 1. The results of the estimates are shown in the table 4 and figure 6–7 shows the same estimates without weights, for comparison. We can see, that the estimates correlate with each other quite well, but there are certain differences. For example, the biggest estimate obtained from the additive method belongs to the subject C8, while the one obtained from the Rasch's method it belongs to C6. This happened due to completely different approaches to the estimates calculations.

Table 4.
Normalized estimates of the subjects' competitiveness obtained from additive and Rasch's method for latent variable estimation

Subjects	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Additive	0.101	0.111	0.090	0.086	0.092	0.126	0.081	0.136	0.097	0.080
Rasch's	0.072	0.081	0.049	0.056	0.082	0.362	0.055	0.113	0.071	0.060

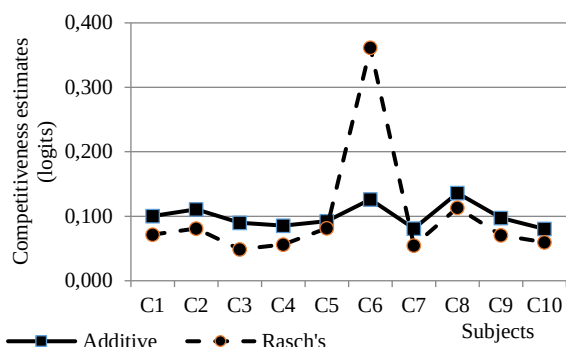


Figure 6. Normalized estimates of the subjects' competitiveness taking the criteria's weights based on additive and Rasch's methods for latent variables estimation

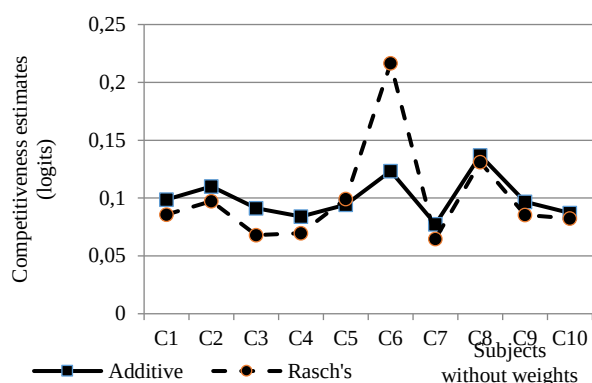


Figure 7. Normalized estimates of the subjects' competitiveness without weights based on additive and Rasch's methods for latent variables estimation

Table 5 demonstrates the criteria feasibility estimates. We can see, that the least feasible (problematic) criterion for this group of subjects is K3, and the most successful is criterion K6. We should note, that in accordance with (6) and (7), the higher is the criterion's estimate, the less feasible it is.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гибсон У. Факторный латентно-структурный и латентно-профильный анализ // Математические методы в социальных науках. Москва. Прогресс, 1997.
- 2 Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. Copenhagen, Denmark: Danish Institute for Educational Research, 1960. 160 с.
- 3 Andrich D. Rasch Models for Development. London, Sage Publications, inc., 1988. 94 с.
- 4 Маслак А. А., Моисеев С. И. Модель Раша оценки латентных переменных и ее свойства. Монография Воронеж: НИЦ Научная книга, 2016. 177 с.
- 5 Моисеев С. И., Зенин А. Ю. Методы принятия решений основанные на модели Раша оценки латентных переменных // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. № 2.3 (16). С. 368–375.
- 6 Смотров Т. И., Моисеев С. И. Маркетинговая модель оценки привлекательности торговых центров // Интернет-журнал НАУКОВЕДЕНИЕ. 2015. № 6. <http://naukovedenie.ru/PDF/21EVN615.pdf> (доступ свободный).
- 7 Баркалов С. А., Киреев Ю. В., Кобелев В. С., Моисеев С. И. одель оценивания привлекательности альтернатив в подходе Раш // Системы управления и информационные технологии. 2014. Т. 57. № 3. С. 209–213.

Table 5.

Criteria feasibility estimates (absolute and normalized to the sum of 1)

Criterion	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Absolute	1,518	2,081	4,077	1,819	1,632	0,000	0,952
Normalized	0,126	0,172	0,338	0,151	0,135	0,000	0,079

Conclusion

Let us stress out, that the suggested model allows introduction of any quantitative characteristic of competitiveness as the estimated variable after analyzing the factors affecting it. Such factors in their quantitative estimation become the models' criteria, and the estimation accuracy does not change anyway.

The variants for this model appliance are the following:

- i) comparison of the applicants for the same vacancy;
- ii) comparison of a company's, or department's employees;
- iii) comparison of the individual within a group, for example, graduates of the same educational organization or the same educational programme;
- iv) comparison of competitiveness of the same individual during the different periods of his/her work life, etc.

This fact considerably increases the area of the model's use which is not limited to the labour market competitiveness of individuals, but can be applied for companies' competitiveness within it.

8 Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика Москва. Высшая школа, 2003.

9 Моисеев С. И. Модель Раша оценки латентных переменных, основанная на методе наименьших квадратов // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. № 2.1 (16). С. 166–172.

10 Ишевский А. Л. Перспективы развития и безопасности продовольственного рынка России в условиях глобального продовольственного кризиса // Вестник Международной академии холода. 2010. № 3. С. 3–7.

REFERENCES

- 1 Gibson U. Faktornyi latentno-strukturnyi i latentno-profil'nyi analiz. Matematicheskie metody v sotsial'nykh naukakh [Factor latent structure and latent profile analysis. Mathematical methods in the social Sciences]. Moskva. Progress 1997. (in Russian).
- 2 Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. Copenhagen, Denmark: Danish Institute for Educational Research, 1960. 160 p.

3 Andrich, D. Rasch Models for Development. London, Sage Publications, inc., 1988. 94 p.

4 Maslak A. A., Moiseev S. I. Model' Rasha otsenki latentnykh peremennykh i ee svoistva. Monografiya [The Rasch model estimates the latent variables and its properties. Monograph]. Voronezh: NPTs Nauchnaya kniga 2016. 177 p. (in Russian).

5 Moiseev S. I., Zenin A. Yu. Restionaceae making methods on Rasch model estimates of latent variables. *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya* [Economics and management control systems]. 2015. no. 2.3 (16). pp. 368–375. (in Russian).

6 Smotrova T. I., Moiseev S. I. Marketing model for evaluating the attractiveness of shopping centres. *Internet-zhurnal NAUKOVEDENIE* [The Internet journal of the sociology of SCIENCE]. 2015. no. 6. (in Russian). <http://naukovedenie.ru/PDF/21EVN615.pdf> (access granted).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна В. Сабетова к.э.н., доцент, кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, tsabetova@mail.ru

Сергей И. Моисеев к.ф.-м.н., доцент, кафедра информационных технологий в экономике, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394030, Россия, mail@moiseevs.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна В. Сабетова обобщила материал, построила выводы и несет ответственность за плагиат

Сергей И. Моисеев систематизировал информацию, написал рукопись

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.02.2017

7 Barkalov S. A., Kireev Yu. V., Kobelev V. S., Moiseev S. I. hotel evaluation of the attractiveness of alternatives in the approach of the rush. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii* [Control systems and information technology]. 2014. vol. 57. no. 3. pp. 209–213. (in Russian).

8 Gmurman V. E. Teoriya veroyatnostei i matematicheskaya statistika [Probability theory and mathematical statistics]. Moscow. Vysshaya shkola 2003. (in Russian).

9 Moiseev S. I. Rasch model estimates of latent variables based on the method of least squares. *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya* [Economics and management control systems]. 2015. no. 2.1 (16). pp. 166–172. (in Russian).

10 Ishevskii A.L. Prospects for the development and security of the food market of Russia in conditions of global food crisis. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of refrigeration]. 2010. no. 3. pp. 3–7. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatiana V. Sabetova candidate of economical sciences, assistant professor, management and marketing in agro-industrial complex department, Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia, tsabetova@mail.ru

Sergey I. Moiseev candidate of physical-mathematical sciences, assistant professor, information technologies in economics department, VVoronezh branch of Plekhanov Russian University of Economics, Karl Marx Str., 67a, Voronezh, 394087, Russia, mail@moiseevs.ru

CONTRIBUTION

Tatiana V. Sabetova integrated the information, drew results and is responsible for plagiarism

Sergey I. Moiseev organized the information, wrote the manuscript

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.20.2017

ACCEPTED 2.1.2017

Учет особенностей мотивации персонала проектной организационной структуры в системе кадровой безопасности

Татьяна И. Овчинникова, ¹	mih.goz@gmail.com
Ирина Н. Булгакова ²	Bulgakova-I-N@yandex.ru
Оксана О. Лукина ¹	oks.lukina@gmail.com

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394006, Россия

Реферат. В статье рассмотрено понятие «мотивация эффективной деятельности» персонала, под которым авторы имеют в виду активность сотрудников, нацеленную на достижение личных и организационных потребностей. Авторы различают понятия «стимул» и «мотив», при этом под первым определением имеют в виду достижение целей «здесь и сейчас». Рассмотрены различные подходы к теории мотивации, свидетельствующие о необходимости их учета в производственной деятельности и в системе кадровой безопасности, а также разноуровневые классификации мотивации работников, такие как ядерная – особо важная и сиюминутная потребность работника, компенсирующая – важная, но не приоритетная для работника, организационная, объединяющая первые два, фоновая – важная для организации, но отдаленная по времени для работника. Предложена модель распределения работников, участников проектной организации в зависимости от исполнения деятельности по этапам с учетом трех критериев – материальное стимулирование (ядерная потребность), компетентность исполнителя (компенсирующая потребность), мотивация временем (фоновая потребность). Анализ обоснован влиянием мотивов разноуровневого порядка, отражающегося на росте производительности труда, сокращении административно-управленческих расходов, повышении вовлеченности работников в деятельность, связанную с улучшением условий труда, доступности управленцев к более широкой базе талантливых специалистов, возможности принимать на работу людей, проживающих в отдаленных местах. Указано, что отдаленная по времени мотивация может отвечать не только сиюминутным потребностям сотрудника, но и являться фоновой потребностью, когда, не имея возможности увеличить зарплату работнику, руководитель может мотивировать сотрудника удобным режимом труда. О необходимости учета фоновых потребностей свидетельствуют исследования. Получена матрица интегральных коэффициентов, элементы которой свидетельствуют о необходимости использования в проектной деятельности организации дифференциации уровней мотивации каждого сотрудника. Авторами доказано, что необходимо выделить приоритеты ядерной, компенсирующей и фоновой потребностей, которые служат основой мотивационного профиля сотрудника, он индивидуален для каждого работника.

Ключевые слова: мотивация, эффективность, производительность труда

Accounting of features of motivation of personnel of a project organizational structure in system of personnel safety

Tatjana I. Ovchinnikova, ¹	mih.goz@gmail.com
Irina N. Bulgakova ²	Bulgakova-I-N@yandex.ru
Oksana O. Lukina ¹	oks.lukina@gmail.com

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

² Voronezh state university, Universitetskaja square, 1, Voronezh, 394006, Russia

Summary. The article deals with the concept of *motivation of effective activity* of the staff, under which the authors have in the form of activity of employees, aimed at achieving personal and organizational needs. The authors distinguish between the concepts of *stimulus* and *motive*, while under the first definition they mean the achievement of *here and now* goals. Different approaches to the theory of motivation are considered, which testify to the need to take them into account in production activities and in the system of personnel security, as well as different levels of employee motivation classification, such as nuclear – an especially important and immediate need of the employee, compensating – an important but not a priority for the employee, organizational. Combining the first two, the background one is important for the organization, but remote in time for the employee. The model of distribution of employees, participants of the project organization depending on the performance of activities on the stages, taking into account the three criteria – material incentive (nuclear demand), competency of the performer (compensating need), time motivation (background requirement) is offered. The analysis is justified by the influence of motives of a different-level order, reflected in the growth of labor productivity, the reduction of administrative and managerial expenses, increased involvement of workers in activities related to improving working conditions, the accessibility of managers to a broader base of talented professionals, the ability to employ people living in remote places. It is pointed out that a long-term motivation can meet not only the immediate needs of the employee, but also be a background requirement, when, without having the opportunity to increase the salary to the employee, the head can motivate the employee with a convenient working regime. Studies on the need to take account of background needs. A matrix of integral coefficients has been obtained, the elements of which indicate the need to use differentiation in the project activity of the organization for the levels of motivation of each employee. The authors proved that it is necessary to prioritize nuclear, compensating and background needs, which serve as the basis for the employee's motivational profile; he is individual for each employee.

Keywords: motivation, efficiency, productivity

Для цитирования

Овчинникова Т.И., Булгакова И.Н., Лукина О.О. Учет особенностей мотивации персонала проектной организационной структуры в системе кадровой безопасности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 219–224. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-219-224

For citation

Ovchinnikova T.I., Bulgakova I.N., Lukina O.O. Accounting of features of motivation of personnel of a project organizational structure in system of personnel safety. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 219–224. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-219-224

Введение

Кадровая безопасность – важнейшая часть экономической безопасности предприятия, так как персонал, кадры первичны для любой ее составляющей. При всем многообразии существующих подходов к проблеме управления кадровыми процессами наиболее общими тенденциями являются следующие: формализация методов и процедур отбора кадров, разработка научных критериев их оценки, научный анализ потребностей в управленческом персонале, выдвижение молодых и перспективных работников, повышение обоснованности кадровых решений и расширение их гласности [1].

Целью учета особенностей мотивации является повышение эффективности работы сотрудников, что, в свою очередь, ведет к увеличению производительности труда.

Одним из продуктивных средств управления эффективными развивающимися системами, которые характеризуются нестабильностью и неопределенностью внешней и внутренней среды, является методология управления проектами. Проектирование предполагает инновационную, ограниченную по продолжительности и объему, хозяйственную деятельность крупной организации, обусловленную особенностями мотивации персонала и взаимодействиями в коллективе.

Основная часть

Известно, что эффективность достигается повышением производительности труда работников, основу которого составляет удовлетворение

потребностей, поэтому формулу эффективности организации с учетом мотивов работников можно отобразить следующим образом:

$$\text{Эффективность} = \text{Продуктивность} + \\ + \text{Удовлетворение работника}$$

Продуктивность рассматриваем как производительность сотрудника, которую можно выразить в количественных показателях, объемах выработки и прочее. Удовлетворенность – как мотивацию сотрудника, включающую его моральную и материальную удовлетворенность, которая движет его деятельность к достижению целей. Различные ученые рассматривают мотивацию с разных сторон: мотив – фактор деятельности [13, 14], способ повышения производительности труда [2, 5, 14], движущая сила к достижению целей работника и организации [7, 10] и др.

В настоящем исследовании рассмотрим особенности мотивационного профиля сотрудника, участника проектной деятельности, различающиеся по степени важности и соотношению ценностных составляющих организации и сотрудника. Опираясь на исследование Н. Самоукиной [12], определим структуру мотивации, которая состоит из мотивов первого, второго и третьего уровней. При этом первым уровнем по значимости для сотрудника является т. н. ядерная потребность или стимул (отличие «стимула» от «мотивации» заключается в том, что стимул наиболее значим «здесь и сейчас»); на втором уровне находится компенсирующая потребность, на третьем – фоновая потребность (рисунок 1).

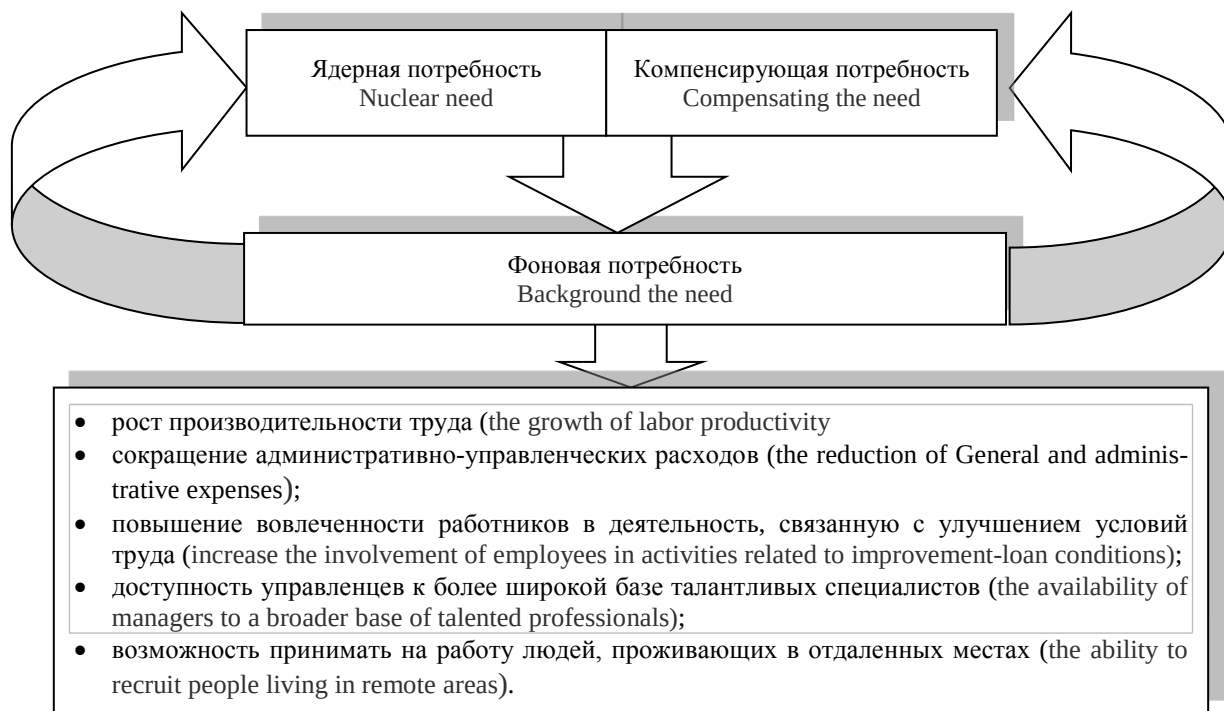


Рисунок 1. Уровневые особенности потребностей работников

Figure 1. Level features of needs of workers

Ядерная, доминирующая, «горячая» потребность стоит по значимости для работника на первом месте, имеет весомое принципиальное значение для конкретного сотрудника. Ее содержание зависит от того, к чему работник стремится в настоящий момент, что ему необходимо получить срочно и обязательно. К этой потребности можно отнести материальное стимулирование. Материальная мотивация является наиболее универсальной, так как, вне зависимости от занимаемого положения, работники больше ценят денежные поощрения и возможность распоряжаться полученными средствами. В некоторых случаях работники даже готовы променять любые методы нематериального поощрения на их денежные эквиваленты.

Компенсирующая потребность тоже является важной для человека, но ее значимость ниже значимости ядерной потребности и ее достижение отдалено по времени. Она представляет собой то, что хочет человек, ему это нужно, но его желание не такое приоритетное, как желание относительно удовлетворения первой, ядерной потребности. Компенсирующей потребностью, например, может выступать потребность в обучении или в работе в сплоченной команде. Одним из факторов, влияющих на уровень мотивации, является процесс развития профессиональной компетентности персонала. Этот процесс развития и совершенствования понимается как целенаправленная деятельность сотрудника по приобретению определенных компетенций в соответствии с современными условиями труда и предъявляемыми профессиональными требованиями. Чрезвычайно важным фактором мотивации является возможность повышать свою профессиональную квалификацию полностью за счет компании или частично.

Фоновая потребность является важной для человека, но по степени значимости занимает в его сознании третье место; однако для организации этот мотив наиболее важен. Этот вид потребности представляет для работника наиболее интересные виды деятельности, которые являются важными, но тем не менее в списке приоритетов работников фоновая потребность третья.

Отдаленная по времени мотивация (первого и второго уровней) может отвечать не толькосиюминутным потребностям сотрудника, но и являться фоновой потребностью. К примеру, не имея возможности увеличить зарплату работнику, руководитель может мотивировать сотрудника удобным режимом труда. О необходимости учета фоновых потребностей свидетельствуют исследования, проведенные компанией Regus (17 тыс. предприятий из 80 стран), 60%

респондентов считают, что гибкий график рабочего времени обходится работодателям дешевле, чем фиксированные часы офисной работы.

По данным того же исследования, влияние мотивов разного уровня отражается на:

- росте производительности труда;
- сокращении административно-управленческих расходов;
- повышении вовлеченности работников в деятельность, связанную с улучшением условий труда;
- доступности управленцев к более широкой базе талантливых специалистов;
- возможности принимать на работу людей, проживающих в отдаленных местах [3].

Сочетание двух уровней потребностей на фоне третьего (отсутствие жестких временных рамок для начала и окончания работы) – распространенное преимущество, предоставляемое многими современными отечественными компаниями, в которых проектная команда формируется из сотрудников разных специальностей, обладающих техническим опытом и различной функциональной ориентацией. Предположим, что в процессе распределения трудовых ресурсов между этапами проекта требуется найти решение, позволяющее увеличить эффективность работы сотрудников с учетом имеющихся ограничений на трудовые, финансовые, временные ресурсы.

Предлагаем модель распределения исполнителей по этапам выполнения проекта с учетом трех критериев – материальное стимулирование (ядерная потребность) c_{ij} (матрица C), компетентность исполнителя (компенсирующая потребность) q_{ij} (матрица Q), мотивация временем (фоновая потребность) t_{ij} (матрица T) [4, 13].

Учитывая, что значения критериев имеют различные единицы измерения, приведем их к безразмерному виду и произведем свертку с учетом важности каждого критерия. В итоге получим матрицу интегральных коэффициентов IK , элементы которой можно получить по следующей формуле:

$$ik_{ij} = \alpha_1 \frac{c_{ij} - \min_{i,j} c_{ij}}{\max_{i,j} c_{ij} - \min_{i,j} c_{ij}} + \alpha_2 \frac{q_{ij} - \min_{i,j} q_{ij}}{\max_{i,j} q_{ij} - \min_{i,j} q_{ij}} + \alpha_3 \frac{t_{ij} - \min_{i,j} t_{ij}}{\max_{i,j} t_{ij} - \min_{i,j} t_{ij}},$$

где $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коэффициенты важности соответствующих критериев, причем $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$.

Модель распределения исполнителей с учетом мотивационного воздействия будет иметь вид:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m ik_{ij}x_{ij} \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq k_i, i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = \overline{1, m}, \quad (3)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}; \\ 1, & \end{cases} \quad (4)$$

где k_i – количество возможных этапов проекта, на которых может работать i -й исполнитель [9].

Рассмотрим количественное обоснование принимаемого решения в зависимости от приоритетов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ исполнителей проекта. В качестве примера возьмем следующие данные: материальное стимулирование (руб.) (таблица 1), компетентность (баллы) (таблица 2), время выполнения работы (условные единицы) (таблица 3).

Таблица 1.

Материальное стимулирование участников проекта при выполнении соответствующих этапов

Table 1.

Material stimulation of participants of the project when performing corresponding stages

Этапы Stage	Исполнители Contractor	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6
III		12000	11000	50000	20000	17000	10000
И2		20000	10000	40000	15000	15000	18000
И3		30000	13000	25000	16000	10000	16000
И4		34000	10000	49000	16000	12000	15000
И5		21000	17000	31000	11000	14000	12000

Таблица 2.

Компетентность участников проекта при выполнении соответствующих этапов

Table 2.

Competence of project participants in case of accomplishment of the corresponding stages

Этапы Stage	Исполнители Contractor	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6
III		9	5	8	2	4	8
И2		8	8	4	6	5	5
И3		3	5	9	2	5	6
И4		9	8	9	7	8	9
И5		8	9	9	9	9	7

Таблица 3.

Время, затраченное участниками проекта на выполнение соответствующих этапов

Table 3.

Time spent by participants of the project for performance of the corresponding stages

Этапы Stage	Исполнители Contractor	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6
III		50	10	9	20	14	5
И2		45	5	8	20	20	8
И3		33	3	10	35	20	7
И4		65	20	4	43	30	5
И5		70	6	7	42	20	8

Таблица 4.

Матрица интегральных коэффициентов при материальном стимулировании как наиболее приоритетном факторе

Table 4.

Matrix of integrated coefficients at material stimulation as the most priority factor

Этапы Stage	Исполнители Contractor	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6
III		0,400	0,154	0,866	0,175	0,207	0,260
И2		0,470	0,260	0,543	0,272	0,229	0,256
И3		0,388	0,174	0,535	0,138	0,154	0,267
И4		0,753	0,283	0,886	0,364	0,327	0,378
И5		0,522	0,409	0,621	0,373	0,385	0,252

Рассмотрим ситуацию, когда наиболее важным для участников проекта является материальное стимулирование. Этот приоритет отразим критериями $\alpha_1 = 0,6$, $\alpha_2 = 0,3$, $\alpha_3 = 0,1$. Матрица интегральных коэффициентов будет иметь вид (таблица 4).

При таком подходе распределение исполнителей по этапам будет иметь вид (таблица 5)

Эффективность распределения составляет 2,05 условной единицы.

Изменяя исходные приоритеты после серии вычислительных экспериментов получим следующие значения (таблица 6).

Таблица 5.

Распределение исполнителей по этапам проекта

Table 5.

Distribution of performers on project stages

Этапы Stage	Исполнители Contractor	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6
III		1	0	0	0	1	0
И2		0	0	0	1	0	0
И3		0	1	0	0	0	0
И4		0	0	0	0	0	1
И5		0	0	1	0	0	0

Таблица 6.

Эффективность выполнения проекта с учетом вариативности критериев мотивации

Table 6.

Efficiency of project implementation taking into account variability of criteria of motivation

α_1 (материальное стимулирование) α_1 (material stimulation)	α_2 (компетентность исполнителя) α_2 (competence of the contractor)	α_3 (мотивация временем) α_3 (motivation time)	Эффективность работы проектной группы Overall performance of design group
0,6	0,3	0,1	2,05
0,3	0,6	0,1	3,01
0,2	0,2	0,6	1,79

В рассмотренном примере наиболее эффективным стал проект с приоритетной компенсирующим уровнем потребности, который предполагает повышение квалификации и компетенций участников проекта (за счет организации) и является наиболее действенным мотивирующим фактором.

Заключение

Экономико-математические расчеты свидетельствуют о необходимости использования

в проектной деятельности дифференциации уровней мотивации каждого сотрудника. Является очевидным выделение приоритетов ядерной, компенсирующей и фоновой потребностей, которые служат основой мотивационного профиля сотрудника, он индивидуален для каждого работника.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дорофеев К. Н., Гараева Е. В. Кадровая безопасность в системе экономической оценки деятельности фирмы // Молодой ученый. 2013. № 6. С. 327–331.
- 2 Иванова О. А. Система премирования как инструмент повышения уровня вовлеченности персонала // Мотивация и оплата труда. 2012. № 2. С. 106–113.
- 3 Исследование нестандартного графика работы. URL: <http://www.thelifenews.ru>
- 4 Катаев А. В., Катаева Т. М. Оценка показателей деятельности агентов партнерских сетей // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2015. № 1 (21). С. 37–39.
- 5 Киперман Г. Я., Сурганов Б. С. Критерии мотивирующей организации труда. Москва, Экономика, 2013. 255 с.
- 6 Козодаев М. Практика построения проектных офисов. URL: <http://pmpractice.ru/knowledgebase/publications/?id=1580&detail=Y>

- 7 Кузнецова М. Е. Методы анализа кадровых рисков // Проблемы экономики организации и управления в России и мире: сб. статей. 2015. С. 143–146.

- 8 Лукаш, Ю.А. Эффективная кадровая политика как составляющая обеспечения безопасности и развития бизнеса: учеб. пособие. М.: Флинта, 2012. 201 с.

- 9 Медведева О. А., Медведев С. Н. Задача комплектования штатов // В сборнике: Актуальные проблемы прикладной математики информатики и механики. 2012. С. 203–208.

- 10 Овчинникова Т. И., Тинякова В. И. Мотивационные характеристики трудовых ресурсов // Нормирование и оплата труда в промышленности. 2014. № 12. С. 27–31.

- 11 Писарук Н. Н. Исследование операций. Минск: БГУ, 2012. 281 с.

- 12 Самоукина Н. В. Эффективная мотивация персонала при минимальных затратах. Феникс, 2014. 238 с.

13 Совершенствование системы управления проектами. URL:<http://www.pacc.ru/services/pm>

14 Современные системы мотивации: догоняем XXI век. URL:<http://www.formula-truda.ru/blog/sovremennye-sistemy-motivatsii.html>

15 Felix Villalba-Romero, Champika Liyanage Implications of the use of different payment models: The context of PPP Road Projects in the UK // International Journal of Managing Projects in Business. 2016, T. 9 № 1, C.1 1 – 32

16 Kam Jugdev, David Perkins, Joyce Fortune, Diana White, Derek Walker, An exploratory study of project success with tools, software and methods // International Journal of Managing Projects in Business. - 2013, T. 6. № 3, C. 534–551

17 Puzynya T.A. Management problems of staff motivation // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. T. 45. № 9. C. 6–9.

REFERENCES

1 Dorofeev K. N., Garaeva E. V. Personnel security in the system of economic estimation of activity of the company. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2013. no. 6. pp. 327–331. (in Russian).

2 Ivanova O. A. The bonus system as a tool to enhance the level of personnel involvement. *Motivatsiya i oplata truda* [Motivation and remuneration]. 2012. no. 2. pp. 106–113. (in Russian).

3 A research of the non-standard working schedule. Available at: <http://www.thelifenews.ru> (in Russian).

4 Kataev A. V., Kataeva T. M. Performance evaluation of agents from partner networks. *Vestnik Taganrogskogo instituta upravleniya i ekonomiki* [Proceedings of Taganrog Institute of management and Economics]. 2015. no. 1 (21). pp. 37–39. (in Russian).

5 Kiperman G. Ya., Surganov B. S. Kriterii motiviruyushchei organizatsii truda. [Criteria motivating labour organization]. Moscow, Ekonomika 2013. 255 p. (in Russian).

6 Goatsuckers of M. Practice of creation of project offices. Available at: <http://pmpractice.ru/knowledge-base/publications/?id=1580&detail=Y>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна И. Овчинникова профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com

Ирина Н. Булгакова доцент, кафедра математических методов исследования операций, Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394006, Россия, bulgakova-i-n@yandex.ru

Оксана О. Лукина кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, oks.lukina@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.11.2016

7 Kuznetsova M. E. Methods of analysis of HR risks. *Problemy ekonomiki organizatsii i upravleniya v Rossii i mire* [Problems of Economics organization and management in Russia and abroad: collection of articles]. 2015. pp. 143–146. (in Russian).

8 Lukash Yu. A. *Effektivnaya kadrovaya politika kak sostavlyayushaya j,especheniya bezopasnosti i razvitiya biznesa* [Effective personnel policy as constituting safety and business developments]. Moscow, Flint, 2012. 201 p.

9 Medvedeva O. A., Medvedev S. N. Task staffing. *Aktual'nye problemy prikladnoi matematiki informatiki i mekhaniki* [Actual problems of applied mathematics Informatics and mechanics]. 2012. pp. 203–208. (in Russian).

10 Ovchinnikova T. I., Tinyakova V. I. Motivational characteristics of labor force. *Normirovanie i oplata truda v promyshlennosti* [Rationing and wages in the industry]. 2014. no. 12. pp. 27–31. (in Russian).

11 Pisaruk N. N. Issledovanie operatsii [Operations research]. Minsk, BGU 2012. 281 p. (in Russian).

12 Samoukina N. V. *Effektivnaya motivatsiya personala pri minimal'nykh zatratakh* [Effective motivation of staff at minimal cost]. Feniks, 2014. 238 p. (in Russian).

13 Enhancement of a project management system. Available at: <http://www.pacc.ru/services/pm> (in Russian).

14 Modern systems of motivation: we catch up the 21st century. Available at: <http://www.formula-truda.ru/blog/sovremennye-sistemy-motivatsii.html> (in Russian).

15 Felix Villalba-Romero, Champika Liyanage Implications of the use of different payment models: The context of PPP Road Projects in the UK. *International Journal of Managing Projects in Business*. 2016, Vol. 9, no. 1, pp.11–32

16 Kam Jugdev, David Perkins, Joyce Fortune, Diana White, Derek Walker, An exploratory study of project success with tools, software and methods. *International Journal of Managing Projects in Business*. 2013, Vol. 6, no. 3, pp.534–551.

17 Puzynya T.A. Management problems of staff motivation. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2015. vol. 45. no. 9. pp. 6–9. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatjana I. Ovchinnikova professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, mih.goz@gmail.com

Irina N. Bulgakova assistant professor, mathematical methods of operations research department, Voronezh state university, Universitetskaja square, 1, Voronezh, 394006, Russia, bulgakova-i-n@yandex.ru

Oksana O. Lukina accounting and budgeting department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Prospect Revolution, 19, Voronezh, 394036, Russia, oks.lukina@gmail.com

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.25.2016

ACCEPTED 11.18.2016

Механизм развития интеграционных процессов в регионе

Василий М. Баутин	¹	BMB@mail.ru
Марина В. Филатова	¹	fltvmrn@rambler.ru
Камава Абувакар	¹	aboubacar2017camara@gmail.com
Омесу Экедидичукву Крис	¹	ekeliveinrussia@yahoo.com

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В условиях ослабления экономического развития региона, необходимо найти новые пути для повышения эффективности взаимодействия экономических структур региона. Одним из направлений является развитие интеграционных процессов в области взаимодействия государственного и частного капитала, которые отвечают целям и задачам эффективного функционирования, как участников интеграционного взаимодействия, так и региона в целом. Факторами, влияющими на возникновение и развитие интеграционных процессов, являются: дефицитность ресурсов; мотивированная потребность в диверсификации бизнеса; стремление повысить экономическую эффективность хозяйственных субъектов. Развитие интеграционных процессов представляет собой экономическое взаимодействие хозяйствующих субъектов, сопровождаемое их объединением для достижения общих целей и получения синергетического эффекта за счет решения ресурсных, организационных и управленческих проблем. Для получения высоких экономических благ участников интеграционного взаимодействия, нами предложен механизм развития интеграционных процессов в регионе, основанный на трех уровнях взаимодействия органов региональной власти, образовательных учреждений и частных организации. Он позволяет, сформировать единую цепочку управления интеграционными процессами и повысить эффективность реализации их на практике, и избежать недостатков, связанных с формированием интегрированных структур. Интеграционное взаимодействие органов региональной власти с организациями различных сфер деятельности региона и образовательными (научными) организациями является ключевым компонентом инновационной политики России, поскольку, при правильной организации, оно обеспечивает получение более широких преимуществ от капиталовложений в научные исследования, создавая благоприятные предпосылки для устойчивого инновационного развития, и является стратегическим фактором экономического роста региона.

Ключевые слова: интеграционные процессы, регион, интегрированные структуры, механизм развития интеграционных процессов

The mechanism of development of integration processes in the region

Vladimir M. Bautin	¹	BMB@mail.ru
Marina V. Filatova	¹	fltvmrn@rambler.ru
Kamara Abubakar	¹	aboubacar2017camara@gmail.com
Omesu Jekedirichukvu Kris	¹	ekeliveinrussia@yahoo.com

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. In the context of the weakening economic development of the region, it is necessary to find new ways to increase the efficiency of interaction between the economic structures of the region. One of the areas is the development of integration processes in the field of cooperation between the public and private capital to meet the goals and objectives of the effective functioning of both the participants of integration interaction, as well as the region as a whole. Factors that influence the emergence and development of integration processes, are a scarce resource; motivated by the need to diversify the business; the desire to improve the economic efficiency of business entities. Development of integration process is economic interaction managing subjects, followed by combining them to achieve common objectives and obtain the synergistic effect due to a number of resource solutions, organizational and administrative problems. To obtain high economic benefits of integration interaction of the participants, we have proposed a mechanism for the development of integration processes in the region, based on three levels of interaction between regional authorities, educational institutions and private organizations. It allows forming a single chain integration and process management to increase the effectiveness of their implementation in practice, and to avoid the disadvantages associated with the formation of the integrated structures. Integration cooperation of regional authorities with organizations of various spheres of activity of the region and education (research) organizations is a key component of the new Russian innovation policy because, if done right, it provides broader benefits from investments in research and development, creating favorable conditions for sustainable innovation development and is a strategic factor in the economic growth of the region.

Keywords: integration process, region, integrated structure, mechanism of development of integration processes

Для цитирования

Баутин В. М., Филатова М. В., Камава Абувакар, Омесу Экедидичукву Крис Механизм развития интеграционных процессов в регионе // Вестник ВГУИТ. 2017. № 2. С. 225–230. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-225-230

For citation

Bautin V. M., Filatova M. V., Kamara Abubakar, Omesu Jekedirichukvu Kris The mechanism of development of integration processes in the region. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. no. 2. pp. 225–230. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-225-230

Введение

Внешнеэкономическая политика государств, санкции против России и экономический кризис диктуют стране новый путь развития. Переход от сырьевой экономики к инновационной позволит выйти на новый виток формирования эффективной экономики страны. Согласно мнению В.В. Путина «инновационное развитие – это сфера ответственности всех без исключения министерств и ведомств, региональных властей, бизнеса, научного и экспертного сообщества». По нашему мнению, инновационному развитию страны будут способствовать интеграционные процессы в области взаимодействия государственного и частного капитала, которые отвечают целям и задачам эффективного функционирования и развития их участников, и позволяют получить синергетический эффект за счет решения ресурсных, организационных и управленческих проблем [2].

Под интеграционным процессом следует понимать процесс объединения организационных и/или финансовых ресурсов юридических лиц, имеющих одинаковые цели, в форме интеграционного объединения, которое может быть создано как на договорной основе, так и в результате установления отношений экономической зависимости и/или контроля, в случаях, установленных законодательством или мерами государственного регулирования [1, 9].

Массовое развитие интегрированных процессов с участием предприятий пищевой промышленности в отечественной экономике отмечалось в начале 70-х годов прошлого века. В настоящее время процессы интеграции продолжают характеризоваться высокой динамикой, о чем свидетельствует уровень инвестиций в создание и развитие интегрированных формирований. В последние годы динамика инвестиций в основной капитал агропромышленных формирований, например, холдингового типа превышала аналогичный показатель в пищевой промышленности и в экономике в целом [3].

Если рассматривать интеграционные процессы в инновационной сфере, то сегодня в России насчитывается 78 действующих индустриальных парков. Это 7 млн квадратных метров производственных площадей и почти 100 тыс. рабочих мест. За 2015 год в индустриальных парках выпущено продукции на 480 млрд рублей, при этом налоговые поступления в бюджеты всех уровней составили свыше 60 млрд рублей. Инфраструктура индустриальных парков привлекает и зарубежных инвесторов – это свыше 200 иностранных компаний из 25 стран, которые уже разместили свои мощности в России. Об этом сообщил министр промышленности и торговли Российской Федерации Д.В. Мантуров на заседании правительства РФ 24 февраля 2016 года [4].

Д.В. Мантуров отметил, что, помимо индустриальных парков, развиваются и промышленные технопарки, которые осваивают производство новых видов продукции, ориентированной на импортозамещение и наращивание экспортного потенциала. Сегодня в России действуют 16 таких площадок, на территории которых расположены 930 компаний, работающих в высокотехнологичных секторах промышленности, таких как машиностроение, приборостроение, электроника, лазерные технологии, химическая и медицинская промышленность, биотехнологии и новые материалы.

По данным Минпромторга, в настоящее время индустриальные и промышленные технопарки представлены в 47 субъектах Федерации, но даже в сегодняшней непростой экономической ситуации практически все регионы заявляют о намерениях создать новые промышленные зоны. Например, планируется открытие семи площадок в Дальневосточном федеральном округе и четырех – в Республике Крым и Севастополе [4].

Следует отметить, что на территории Воронежской области действует 9 кластеров: кластер производителей нефтегазового и химического оборудования, радиоэлектронный кластер, мебельный кластер, кластер электромеханики, IT-кластер, кластер авиастроения, транспортно-логистический кластер, кластер строительных материалов и технологий, мясное скотоводство. Также на территории региона идет активное взаимодействие муниципалитета и частного сектора, в виде муниципально-частного партнерства. Сегодня в рамках этого направления интеграционных процессов осуществляется строительство дошкольных учреждений в областном центре и районах Воронежской области, что позволило сократить очередность в детские сады почти в два с половиной раза, также реализуется реконструкция очистных сооружений в Новой Усмани. Воронежская область стала «пилотным» регионом, где была реализована схема передачи муниципального имущества инвестору по договору концессии, при которой ООО «РВК-Воронеж» реализовало инвестпрограмму объемом финансирования 2 млрд рублей [5].

Процессы, происходившие в экономике региона, исчерпали свой потенциал. Поэтому, несмотря на определённые положительные тенденции, достижение цели обеспечения устойчивой положительной динамики показателей социально-экономического развития региона невозможно без проведения активного вмешательства органов государственной власти [7].

Основная часть

В настоящее время перспективным направлением развития интеграционных процессов в регионе является вовлечение в их состав предприятий различных сфер деятельности,

в том числе образовательных и научно-исследовательских учреждений. В связи с этим актуальным является обобщение эмпирического материала и разработка эффективных теоретико-методических методов к управлению интеграционными процессами, раскрывающих характер и содержание взаимодействия между участниками объединений на условиях стратегической целесообразности и согласования экономических интересов [1, 3].

Основными преимуществами интеграционных процессов на уровне региона отображены на рисунке 1.

Несмотря на очевидную перспективность и целесообразность формирования интегрированных структур в регионе, этот процесс имеет и ряд недостатков: возникновение монопольных образований, ориентация на достижение целей организаций, инициирующих формирование интегрированных структур и централизация управления [6].

Нами был разработан механизм развития интеграционных процессов в регионе, который позволяет избежать перечисленных выше недостатков, сформировать единую цепочку управления интеграционными процессами и повысить эффективность реализации их на практике.

Представленный механизм на рисунке 2 основывается на трех уровнях взаимодействия органов региональной власти, образовательных учреждений и частных организаций.

Каждый из представленных уровней берет на себя ряд обязательств с целью повышения эффективности и результативности интеграционных связей. Так, деятельность органов региональной власти представлена организационно-административной и нормативно правовой деятельностью, а именно разработка законов и подзаконных актов, целевых программ, проработка государственных заказов, выявление приоритетов развития для конкретного региона, организация работы центров развития стратегических приоритетов и внедрения в процесс принятия решений на региональном уровне нововведений.

Организации различных сфер деятельности региона должны направлять свою деятельность на учет внутренних и внешних факторов. Внутренняя готовность организации к изменениям в структуре работы основывается на готовности сотрудников организации к новым методам управления и к взаимодействию с другими организациями и принятия их структуры управления. Необходимо прибегнуть к новой системе планирования и контроля, которая будет уместна и к другим участникам взаимодействия. Грамотно определить свои технические возможности совместной деятельности и представить объективный экономический механизм получения синергетического эффекта интеграционных связей.

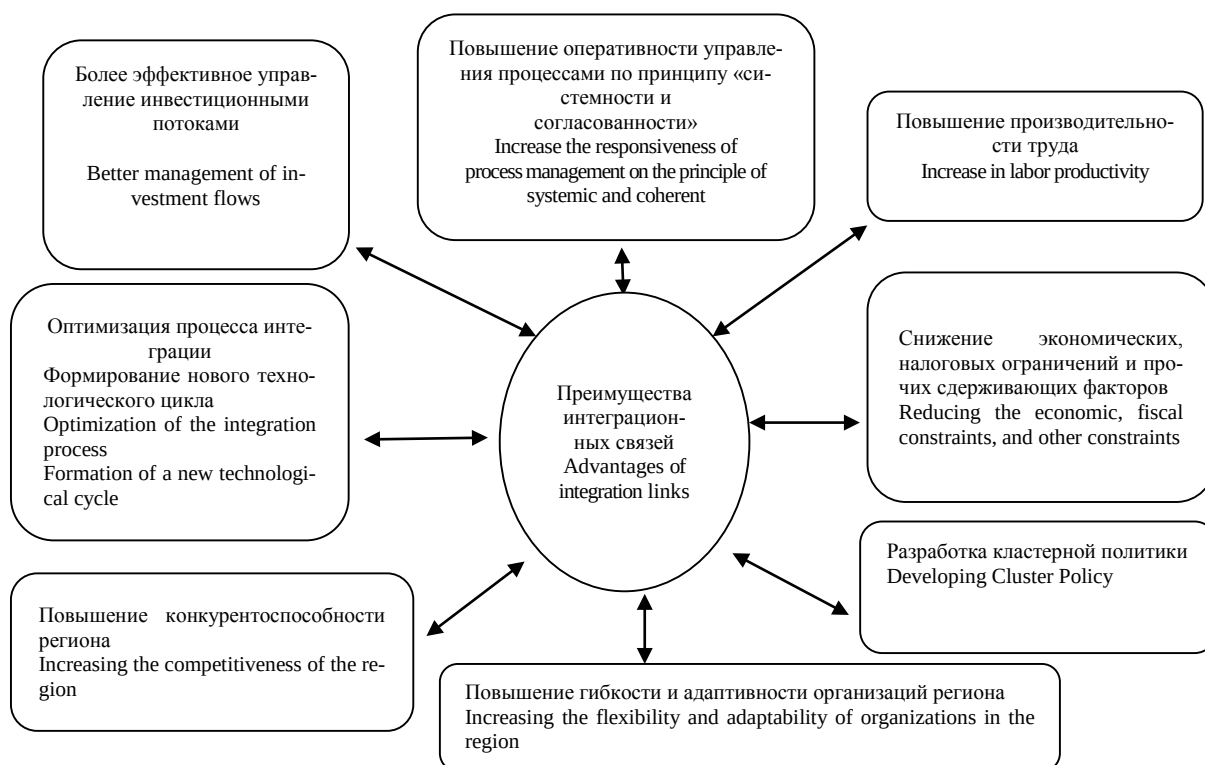


Рисунок 1. Преимущества от использования интеграционных связей в регионе

Figure 1. Advantages of integration ties in the region

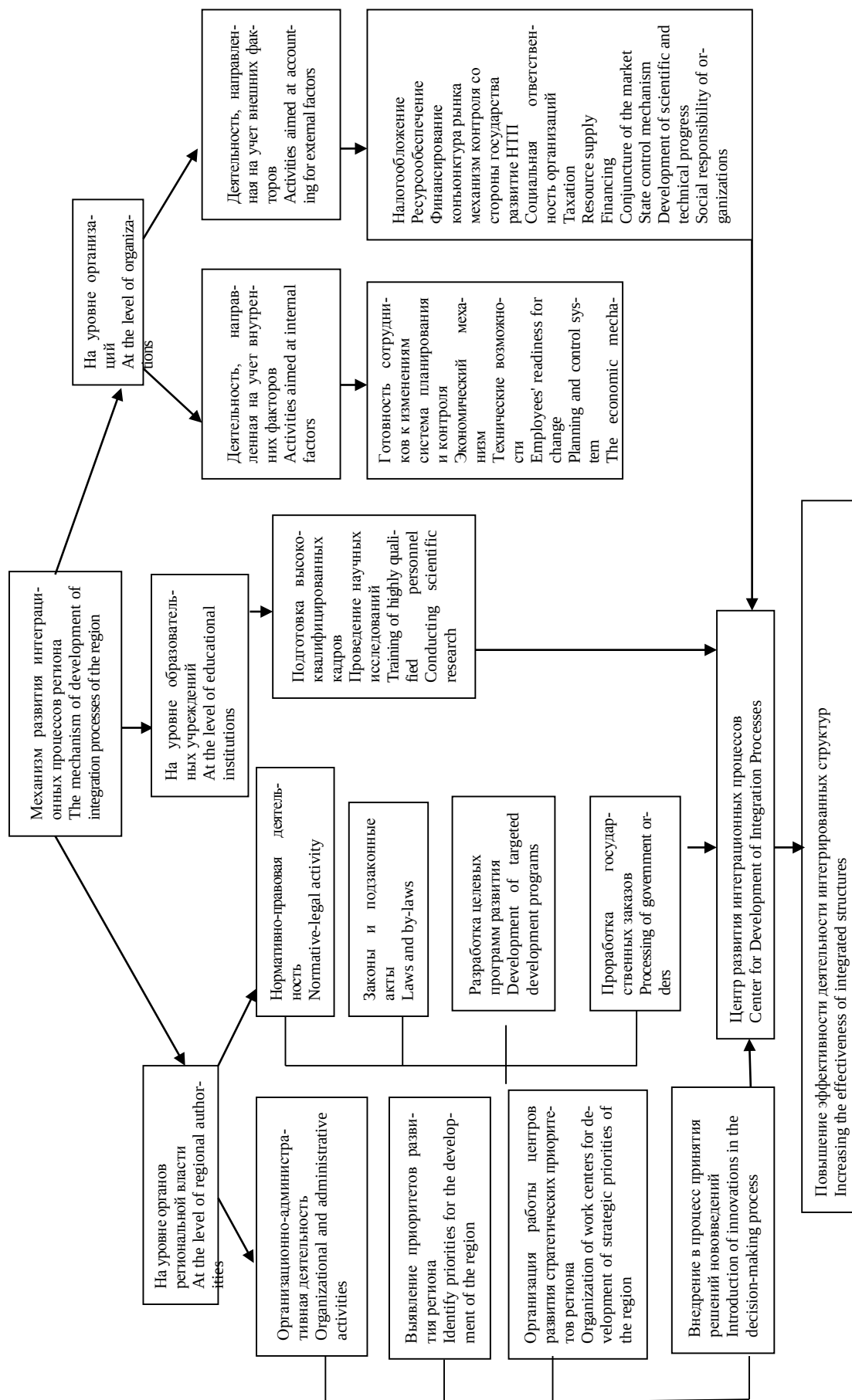


Рисунок 2. Три уровня взаимодействия органов региональной власти, образовательных учреждений и частных организаций

Figure 2. Three levels of interaction of regional authorities, educational institutions and private organizations

Внешние факторы представлены отслеживанием таких показателей, как объемы финансирования (субсидий), налогообложения, ресурсобеспечения на становление приоритетных направлений развития региона, механизм контроля со стороны органов региональной власти, развития инноваций в интересующей области, а также анализируется социальная ответственность организаций, которые желают вступить и интеграционные связи.

На уровне образовательных учреждений решаются вопросы о повышении образовательного и квалификационного уровня кадров как организаций, так органов государственной власти. Образовательные учреждения также должны проводить научные исследования приоритетных направлений деятельности региона.

Для объединения полученной информации необходимо создание центра развития интеграционных процессов, который будет заниматься объединением организаций по приоритетным направлениям развития региона, что позволит повысить уровень отраслевых и межотраслевых связей, интеграционных и кооперационных процессов между организациями региона, других

регионов РФ, стран СНГ и дальнего зарубежья, вследствие чего повысится эффективность деятельности интегрированных структур.

Интеграционное взаимодействие органов региональной власти с организациями различных сфер деятельности региона и образовательными (научными) организациями является ключевым компонентом инновационной политики России, поскольку, при правильной организации, оно обеспечивает получение более широких преимуществ от капиталовложений в научные исследования, создавая благоприятные предпосылки для устойчивого инновационного развития, являющегося стратегическим фактором экономического роста.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о перспективности механизма развития интеграционных процессов в регионе, что связано с интересами участников интеграционных процессов и в целом для региона. Представленный механизм затрагивает такие сферы, как образование, бизнес государственной власти и их тандем в работе будет способствовать достижению стратегических целей региона.

ЛИТЕРАТУРА

1 Баутин В. М., Филатова М. В. Преимущества экономического взаимодействия в форме интегрированных структур // Финансы. Экономика. Стратегия. 2013. № 10. С. 26–29.

2 Сироткина Н. В., Филатова М. В., Поляков А. В. Интеграционные процессы в эпоху системных инноваций: новое в теории и практике // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова. 2015. № 3. С. 254–259.

3 Воробьев А. А., Сироткина Н. В. Формирование горизонта роста потенциала развития интеграционных процессов инновационной деятельности в регионе // Знание. 2016. № 2-2 (31). С. 14–17.

4 Мантуров Д.В. О развитии промышленных парков и технопарков Сайт Правительство России. URL: <http://government.ru/news/21920/#man>

5 Брякина А. В., Сироткина Н. В. Основные направления развития научно-производственных кластеров в регионе // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: Современные тенденции в науке и образовании Москва: АрКонсалт., 2014. С. 95–97.

6 Воробьев А. А. Характеристика методов развития интеграционных процессов мезо-уровня при активном участии субъектов инновационной деятельности // Международная научно-практическая конференция Современные технологии в мировом научном пространстве. Казань: Азтерна, 2016. 134–136 с.

7 Горюнова Л. А., Полухина О. А. Механизм интеграционного взаимодействия институциональных единиц регионально-социально-экономического комплекса // Экономика и предпринимательство. 2016. № 12-1. С. 857–860.

8 Yao J., Deng Z. Dynamic resource integration optimisation of global distributed manufacturing: an embeddedness–interaction perspective // International Journal of Production Research. 2016. T. 54. №. 23. С. 7143–7157.

9 Wei T., Clegg J. Strategic resources: a missing role in understanding integration speed in international acquisition // Thunderbird International Business Review. 2017.

10 Eslami M. H., Lakemond N. Internal Integration in Complex Collaborative Product Development Projects // International Journal of Innovation Management. 2016. T. 20. №. 01. С. 1650008.

11 Kiryushin V.A. Features of small innovative enterprises development in the conditions of krasnoyarsk region // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. T. 44. № 8. С. 3–10.

REFERENCES

1 Bautin V. M., Filatova M. V. The advantages of economic cooperation in the form of integrated structures. *Finansy. Ekonomika. Strategiya* [Finance. Economy. Strategy]. 2013. no. 10. pp. 26–29. (in Russian).

2 Sirotkina N. V., Filatova M. V., Polyakov A. V. Integration processes in the era of systemic innovation: new developments in theory and practice. *Vestnik Severo-Osetinskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Kosta Levanovicha Khetagurova* [Proceedings of North Ossetian state University named after Costa Levonovich Khetagurov]. 2015. no. 3. pp. 254–259. (in Russian).

3 Vorob'ev A. A., Sirotkina N. V. The formation of the horizon is the growth of the potential development of integration processes of innovative activity in the region. *Znanie* [Knowledge]. 2016. no. 2-2 (31). pp. 14–17. (in Russian).

4 Manturov D.V. About the development in governmental parks and technology parks. Site of the Russian Government in 2016. Available at: <http://government.ru/news/21920/#man> (in Russian).

5 Bryakina A. V., Sirotkina N. V. Osnovnye napravleniya razvitiya nauchno-proizvodstvennykh klasterov v regione. Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: Sovremennye tendentsii v nauke i obrazovanii [The main directions of development of scientific and production clusters in the region, Collection of scientific works on materials of the International scientific-practical conference: Modern trends in science and education]. Moscow. Arkonsalt. 2014. pp. 95-97. (in Russian).

6 Vorob'ev A. A. Kharakteristika metodov razvitiya integratsionnykh protsessov mezo-urovnya pri aktivnom uchastii sub"ektov innovatsionnoi deyatel'nosti. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Sovremennye tekhnologii v mirovom nauchnom prostranstve [Characteristics of the methods of development of integration processes in the meso-level with the active participation of the subjects of innovative activities of the international scientific and

practical conference Modern technology in the world scientific space]. Kazan. Aeterna. 2016. pp. 134-136. (in Russian).

7 Goryunova L. A., Polukhina O. A. The mechanism of integration interaction institutional units of the regional socio-economic complex. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship]. 2016. no. 12-1. pp. 857-860. (in Russian).

8 Yao J., Deng Z. Dynamic resource integration optimisation of global distributed manufacturing: an embeddedness–interaction perspective //International Journal of Production Research. 2016. vol. 54. no. 23. pp. 7143-7157.

9 Wei T., Clegg J. Strategic resources: a missing role in understanding integration speed in international acquisition. *Thunderbird International Business Review*. 2017.

10 Eslami M. H., Lakemond N. Internal Integration in Complex Collaborative Product Development Projects. *International Journal of Innovation Management*. 2016. vol. 20. no. 01. pp. 1650008.

11 Kiryushin V.A. Features of small innovative enterprises development in the conditions of krasnoyarsk region. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2015. vol. 44. no. 8. pp. 3–10. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Василий М. Баутин д. э. н., профессор, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, BMB@mail.ru

Марина В. Филатова к. э. н., доцент, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, fltvmrn@rambler.ru

Камера Абубакар магистр, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, aboubacar2017camara@gmail.com

Омесу Экедидиричукву Крис магистр, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, ekeleliveinrussia@yahoo.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Василий М. Баутин консультация в ходе исследования

Марина В. Филатова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию

Камера Абубакар обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Омесу Экедидиричукву Крис несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.08.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir M. Bautin степень (без сокращений), должность, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, BMB@mail.ru

Marina V. Filatova candidate of conomical sciences, assistant professor, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, fltvmrn@rambler.ru

Kamara Abubakar master student, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, aboubacar2017camara@gmail.com

Omesu Jekedirichukvu Kris master student, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, ekeleliveinrussia@yahoo.com

CONTRIBUTION

Vladimir M. Bautin consultation during the study

Marina V. Filatova wrote the manuscript, correct it before filing in editing

Kamara Abubakar review of the literature on an investigated problem

Omesu Jekedirichukvu Kris is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.8.2017

ACCEPTED 8.20.2017

Развитая инновационная среда как фактор экономической безопасности

Максим Г. Варламов¹ maxsim-kt76@mail.ru

¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия

Реферат. В статье обосновывается зависимость экономической безопасности страны от развития инновационных процессов в экономике. Выделены три важных внутренних фактора, представляющих угрозу экономической безопасности России. Эти факторы связаны с ухудшением состояния научно-технического потенциала страны; угрозой возникновения социальных конфликтов из-за несовершенства механизма оплаты труда, роста безработицы, снижения качества и уровня образования; несовершенством правового законодательства и правоприменения. Для устранения этих угроз необходимо качественное изменение факторов производства и человеческого капитала. Качественные и количественные показатели человеческого капитала во многом определяют как инновационную активность в стране, так и ее экономический рост. Среда, в которой осуществляется инновационная деятельность, может обеспечивать или тормозить ее развитие, поэтому она нуждается в управлении. Для этого саму среду инновационной деятельности необходимо рассматривать как экономическую систему. Так как инновационная среда в России только начинает формироваться, а с учетом неустойчивости экономики страны находится в неравновесном состоянии, то процессы функционирования ее как системы необходимо рассматривать с позиций синергии. Управление процессом синергии обеспечивается институциональной и хозяйственной деятельностью человека. При поиске путей повышения качества управления, в том числе управления инновационной средой, следует обратить внимание на синергетические эффекты как положительные, так и отрицательные, которые могут появляться в создаваемой инновационной системе и использовать их. Важнейшими факторами развития инновационной среды являются: уровень образования, науки, отношений между ними и их связь с производством. Базисным для выхода из современного кризиса является экономический механизм, чтобы его запустить необходимы инструменты воздействия, среди которых важную роль играют правовые средства. Экономические средства регулирования экономики и предпринимательской деятельности не могут существовать и реализовываться вне правового государственного регулирования. В настоящее время среда инновационной деятельности в России находится в незрелом состоянии, что тормозит инновационное развитие. Требуется активные управляющие действия со стороны государственных структур по формированию и развитию инновационной среды.

Ключевые слова: экономическая безопасность, экономическая система, инновационный процесс, инновационная среда, человеческий капитал, синергия, механизм управления

Developed innovative environment as factor of economic safety

Maxsim G. Varlamov¹ maxsim-kt76@mail.ru

¹ Kazan national research technological university, K. Marx street, 68, Kazan, 420015, Russia

Summary. In this article is based dependence of country economic safety from development of innovative process in economics. Are distinguished three important inside factors which present threat to economic safety of Russia. These factors are connected: with aggravation of condition of country scientific-technical potential; with threat of origins of social conflicts from imperfection of labor payment mechanism, from increase of unemployment, from deterioration of quality and standard of education; with imperfection of legislation law and law enforcement. For removal of these threats it is necessary qualitative change of factors of production and human capital. Qualitative and quantitative indexes of human capital in many respects are formed both innovative activity in country and economic increase. The environment, in which is accomplished innovative activity, can ensure or hinder development, therefore it is in need of management. For this environment itself of innovative activity it is necessary to consider as economic system. As innovative environment in Russia only begins to be formed and taking into consideration instability of country economics, is found in unbalanced state, then processes of functioning as system it is necessary to consider from position of synergetic. Management of synergy process makes sure through institutional and economical activity of man. In search of ways of management quality increase, including innovative environment, ought to take into consideration synergetic effects both positive and negative, which can appear in creating innovative system and use them. The most important factors of innovative environment development are: standard of development of education, of science, relations between them and connection with production. Basic for way out from modern crisis is economic mechanism, in order to launch this mechanism necessary instruments of influence, between them important role play jurally means. Economic means of regulation of economics and of employer's activity are not able to exist and to realize out of legal state regulation. At present the environment of innovative activity in Russia are in immature condition that hinders innovative development. Are required active managing actions from party of state structures for formation and development of innovative environment.

Keywords: economic safety, economic system, innovative process, innovative environment, human capital, synergy, mechanism of management

Для цитирования

Варламов М.Г. Развитая инновационная среда как фактор экономической безопасности // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 231–234. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-231-234

For citation

Maxsim G. Varlamov Developed innovative environment as factor of economic safety. *Vestnik VGUI* [Proceedings of VSUET]. 2017 vol. 79. no. 2. pp. 231–234. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-231-234

Введение

Современный быстроменяющийся мир постоянно сталкивается с проблематикой кризисных явлений, которые в той или иной степени влияют на экономическую безопасность социально-экономических систем самого различного масштаба и статуса. Обеспечение экономической безопасности в частности для Российской Федерации предполагает такое состояние экономики, которое поддерживает достаточный уровень социального, политического и оборонного существования и инновационного развития, неуязвимость и независимость ее экономических интересов по отношению к возможным внешним и внутренним угрозам и воздействиям. Независимость экономических интересов невозможна без ставки на инновационное развитие экономики, которое, в свою очередь, требует благоприятной среды для инновационной деятельности. В статье обосновывается зависимость экономической безопасности страны от условий, в которых осуществляются инновационные процессы.

Основная часть

«К объектам экономической безопасности России относятся государство, основные элементы экономической системы и экономическая система государства в целом, все его природные богатства, общество с его институтами, учреждениями, хозяйствующие субъекты на всех уровнях экономики и личность, а также их жизненно важные экономические интересы» [1].

Социально-экономическая система в любом своем виде, будь то государство или организация, имеет две тенденции своего существования: функционирование и развитие. Функционирование – это сохранение себя как целого в первоначальном виде. Развитие – постоянное преобразование, укрепляющее жизнедеятельность в условиях изменяющейся внутренней и внешней среды. Развитие характеризует изменения в организации, средствах труда и в работниках. Фактами развития являющихся характер производительности труда и ее повышение, усиление мотивации деятельности, возникновение новых технологий. Чтобы повысить качество функционирования социально-экономической системы и ее развитие, необходимо изменение условий ее функционирования. Если внешнюю среду изменить трудно, то внутреннюю – вполне возможно.

Важными внутренними факторами, представляющими угрозу экономической безопасности России, являются:

– ухудшение состояния научно-технического потенциала страны, потеря ведущих позиций на отдельных направлениях научно-технического развития, в том числе, и в результате «утечки мозгов» за рубеж и в другие сферы

деятельности, утрата престижности интеллектуального труда;

– потенциальная угроза возникновения социальных конфликтов, в том числе из-за несовершенства механизма оплаты труда, роста безработицы, снижения качества и уровня образования;

– несовершенство правового законодательства и правоприменения (монопольное положение и недобросовестность действий ряда экономических субъектов на внутреннем и внешнем рынке, их низкая правовая дисциплина).

Действие этих факторов вызвано накоплением долговременных отрицательных тенденций в эффективности использования производственного инновационного и научно-технического потенциала, в экономических отношениях хозяйствования и управления, в социальной сфере, в системе федеральных отношений и в региональной экономике.

Российская экономика должна перейти на рельсы роста, основанного на качественных изменениях факторов производства и прежде всего человеческого капитала [2]. Не устаревает утверждение зарубежных экономистов, что «главным ресурсом экономического роста становятся люди, обладающие знаниями и умением использовать их на практике. Врожденные способности и таланты человека, а также его образование и приобретенная квалификация составляют человеческий капитал. Человеческий капитал – это выражение оценки, воплощенной в индивидууме потенциальной способности приносить доход» [3]. И невозможно не согласиться с мнением, что «человек – источник инноваций, носитель новых ценностей, новых знаний, новых стратегий управления, а, самое главное, – главный продукт социальных инновационных изменений. Образование – это тот институт и социальный механизм, который в наибольшей степени определяет направленность развития внутренних механизмов самоосуществления субъекта инновационной деятельности, являясь тем интегрирующим началом, которое объединяет интересы субъекта и общества в структуре единой инновационной системы, обеспечивая их взаимодействие и развитие» [4].

Инновационная деятельность осуществляется корпоративно, важная задача руководства любого уровня разработка такой инновационной стратегии и тактики управления, которые бы способствовали формированию инновационной среды. Качественные и количественные показатели человеческого капитала во многом определяют как инновационную активность в стране, так и ее экономический рост, поэтому «стратегическое управление человеческим капиталом является объективной необходимостью для повышения инновационной активности населения и имеет

особую значимость в условиях высокой степени неопределенности и изменчивости внешней среды, сложности общей экономической ситуации» [5].

Среда, в которой осуществляется инновационная деятельность, может обеспечивать или тормозить ее развитие. Поэтому она нуждается в управлении и в результате этого управления должна становиться инновационной средой.

Существует множество определений инновационной среды, выдвинутых как зарубежными авторами, так и отечественными. По мнению Е.А. Лурье, инновационная среда – это целенаправленное формирование инновационной системы [6]. Но и сама инновационная среда может также рассматриваться как экономическая система, ядром которой является инновационная система (только формирующаяся в России), и содержащая в себе такие необходимые для ее формирования экономические элементы, как: образование, наука, производство, потребление, а также инфраструктурное окружение и связи как внутренние, так и внешние, как прямые, так и обратные. При этом обратные связи призваны способствовать противостоянию внешним воздействиям и повышению уровня организации системы в процессе адаптации к окружающей среде, и действуют не только в рамках системы, но и соединяют ее с внешней средой, с различными экономическими субъектами.

Так как инновационная среда в России только формируется, а с учетом неустойчивости экономики страны, естественно, находится в неравновесном состоянии, то процессы функционирования ее как системы необходимо рассматривать с позиций синергетики. «Синергетика рассматривает закономерности и принципы самоорганизации, как процессы функционирования системы, в далеких от равновесия состояниях – при приближении к критическим точкам (точкам бифуркации) или их прохождении. Синергия возникает не в системах, а в процессах функционирования систем. Система может описываться одним или совокупностью процессов, реализация которых приводит к некоторым потерям – энтропии. Синергия не возникает из ниоткуда, а формируется из энтропии процессов системы, как результат действия неучтенной энтропии группы процессов в системе. Системные потоки, внешние по отношению к системе, также по линиям связи поступают на соответствующие процессы» [7]. Управление процессом синергии обеспечивается институциональной и хозяйственной деятельностью человека. При поиске путей повышения качества управления, в том числе инновационной средой, следует обратить внимание на синергетические эффекты как положительные, так и отрицательные, которые могут проявляться в создаваемой инновационной системе и использовать их.

Важнейшими факторами развития инновационной среды являются: уровень развития образования, науки, отношений между ними, связь этих элементов с производством, а также степень включенности в инновационные процессы бизнес-структур. Поиск, открытие, разработка новшеств, усовершенствование, освоение, коммерциализация новых продуктов и процессов, организационных структур и методов хозяйствования – представляют собой этапы инновационного процесса.

Инновационный процесс всегда связан с неопределенностью, даже в стабильной экономике, а в условиях нестабильности экономики эта неопределенность еще больше усугубляется. В нестабильное время особенно затруднено включение малого и среднего бизнеса в инновационный процесс. В России малый и средний бизнес, являясь также элементом инновационной среды, участвующим в инновационной деятельности, сам нуждается в поддержке и развитии. Необходим поиск механизмов активизации бизнес-структур с целью побуждения их вкладывать свои средства в создание и продвижение инноваций.

А.Ю. Чаленко предложил рассматривать механизм в экономике как совокупность ресурсов экономического процесса и способов их соединения. По его мнению, «механизм не может существовать без процесса, так как является его составной частью и настроен на выполнение только процессных функций» [8]. Механизм является способом функционирования экономической системы и отражает момент движения, функционирования. Базисным для выхода из экономического кризиса является экономический механизм. Чтобы его запустить, необходимы и инструменты воздействия, среди которых важную роль играют правовые средства. Экономические средства регулирования экономики и предпринимательской деятельности не могут существовать и реализовываться вне правового государственного регулирования.

Необходимым условием эффективной реализации инновационных процессов является объединение в рамках целостной структуры всех элементов системы: образование–наука–производство–потребление, предусматривающей создание разветвленной системы сбытового и сервисного обслуживания для стимулирования научных исследований и активизации изобретательской деятельности на основе подключения обратных связей [9]. Поэтому неотъемлемой составляющей инновационной стратегии являются программы партнерства, сотрудничества, осуществляемые на базе информационных технологий, интенсифицирующих обратные связи. Использование нелинейных моделей инновационного развития,

и возникающие при этом обратные связи, меняющие структуру и механизмы инновационного процесса, должно способствовать стимулированию экономического роста в России.

А в условиях экономического кризиса особенно остро стоит вопрос управления инновационной деятельностью. При этом компоненты инновационного развития должны существовать, развиваться и взаимодействовать в творческой среде. Созданию такой среды должно способствовать создание совместных центров, таких как: генерации новых знаний, освоения результатов науки, трансфера и коммерциализации технологий и другие, а также совместное участие в проектах на площадках инновационной инфраструктуры, таких как, технопарки, бизнес-инкубаторы, кластеры и так далее. Только при таком условии возможен инновационный путь развития страны.

В настоящее время среда инновационной деятельности в России находится в незрелом состоянии, что тормозит инновационное развитие.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Экономическая безопасность /Под общ. ред. Л.П. Гончаренко, Ф.В. Акулинина. М.: Юрайт, 2015. 478 с.
- 2 Бессонов В.А. Производительность и факторы долгосрочного развития российской экономики URL: www.rudocs.exdat.com/docs/index-302109.html.
- 3 Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Р. Экономика: пер. с англ., М.: Дело ЛТД, 1993. 780 с.
- 4 Карпова Ю.А. Инновационная среда как объект социологии инноватики: проблема управления // Инновации. 2008. № 10. С. 45–48.
- 5 Гилязутдинова И.В., Джумаева Р.А. Стратегическое развитие совокупного человеческого капитала в условиях повышения инновационной активности промышленных предприятий // Вестник Казан. технол. ун-та., 2014. Т.17. № 17. С. 257–261.
- 6 Лурье Е.А. Инновационное общество: условия становления: К малому юбилею 15-летию журнала «Инновации» // Инновации. 2011. № 9. С. 8–14
- 7 Чаленко А.Ю. Гипотеза о синергии в природе и экономике URL: www.kapital-rus.ru
- 8 Чаленко А.Ю. О неопределенности термина «механизм» в экономических исследованиях URL: <http://www.kapital-rus.ru>
- 9 Экономика и экономическая теория: Информационная экономика URL: http://www.eng.ru/ekonomika_teoriya/informacionnaya_ekonomika_2.html

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Максим Г. Варламов ст. преподаватель, кафедра правоведения, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия, maxsim-kt76@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Максим Г. Варламов написал рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.12.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.02.2017

Требуются активные управляющие действия со стороны государственных структур по формированию и развитию инновационной среды.

Заключение

Так как инновационная среда в России только формируется, и с учетом неустойчивости экономики страны находится в неравновесном состоянии, то процессы функционирования ее как системы необходимо рассматривать с позиций синергии. Управление процессом синергии обеспечивается институциональной и хозяйственной деятельностью человека. Требуются разработка стратегии, тактики и механизмов управления, а также активные управляющие действия со стороны государственных структур по формированию и развитию инновационной среды с целью повышения качества социально-экономической системы, обеспечения ее развития, укрепления экономической безопасности и скорейшего выхода страны из кризиса.

REFERENCES

- 1 Goncharenko L.P., Akulinina F.V. *Economicheskaya bezopasnost'* [Economic safety], Moscow, Urait, 2015, 478 p.
- 2 Bessonov V.A. Productivity and factors of long-term development of Russian conomics. Available at: www.rudocs.exdat.com/docs/index-302109.html (In Russian).
- 3 Ficher S. Dornbuch R., Shmalensy R. *Economica* [Economics]. Moscow, Delo LTD, 1993, 780 p. (In Russian)
- 4 Karpova U.A. Innovative environment as object of innovatics sociology: problems of management. *Innovatsii* [Innovations], 2008, no. 10, pp. 45–48. (In Russian)
- 5 Gilazutdinova I.V. Strategic development of joint human capital by conditions of innovative activity increase of industrial undertakings. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Proceedings of Kazan technological university], 2014, vol. 17, pp. 257–261 (In Russian).
- 6 Lurie E.A. Innovative society: formation conditions: to small 15-year jubilee of journal "Innovatsii". *Innovatsii* [Innovations], 2011, no. 9, pp. 8–14 (In Russian).
- 7 Chalenko A.U. Hypothesis about synergy in nature and economics Available at: <http://www.kapital-rus.ru> (In Russian).
- 8 Chalenko A.U. About uncertainty of term "mechanism" at economic researches. Available at: <http://www.kapital-rus.ru> (In Russian).
- 9 Economics and economic theory: Informative economics. Available at: http://www.eng.ru/ekonomika_teoriya/informacionnaya_ekonomika_2.html (In Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maxsim G. Varlamov senior lecturer, jurisprudence department, Kazan national research technological university, K. Marx str., 68, Kazan, 420015, Russia, maxsim-kt76@mail.ru

CONTRIBUTION

Maxsim G. Varlamov wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.26.2016

ACCEPTED 2.3.2017

Социальная ответственность руководителя в системе кадрового планирования предприятия

Ольга С. Резникова¹ os@crimea.com

Альбина К. Ганиева¹ ag77@bk.ru

¹ Институт экономики и управления, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, ул. Севастопольская 21/4, г. Симферополь, Республика, 295015, Россия

Реферат. Принципы социального партнерства при изменении основ социально-трудовых отношений становятся значимым элементом в труде современного руководителя. В России со стороны государства на 2016–2021 годы планируется формирование новой модели сферы трудовых отношений в форме эффективного сотрудничества между работодателями и работниками за счёт внедрения инновационных принципов. В условиях объективных конкурентных ограничений реализация принципов социальной ответственности затруднена. Ужесточение правовых норм в отношении ответственности руководителей в системе коллективных социально-трудовых отношений, с одной стороны, призвано сократить долю правонарушений в организации оплаты труда, необоснованной ее дифференциации, с другой – снижает мотивацию руководства, обусловленную повышением риска наступления такой ответственности. Социальная ответственность руководителя предприятия как феномен изменяет содержание в части механизма ее распределения. Обеспечение российской экономики высоко конкурентными рабочими местами предполагает существенное повышение производительности труда, поэтому обусловлен рост заработной платы и повышение квалификации персонала. Эффективное руководство, направленное на стратегическое развитие предприятия, не во всех ситуациях способно решать неструктурированные задачи даже при достаточном внимании к персоналу и правильно выбранном стиле поведения. Инструментом реализации стратегических целей в таком случае является кадровая политика предприятия, которую предложено осуществлять в соответствии с разработанной профессионально-квалификационной моделью. Рост эффективности предприятия должен быть обеспечен с использованием внутренних резервов без привлечения нового персонала за счёт обновления производственных мощностей, переобучения кадров с целью приобретения ими более высокой квалификации и способности эффективного, производительного труда, внедрения гибкой занятости.

Ключевые слова: управление персоналом, эффективность, социальная ответственность, система управления

Social responsibility of the head in the system of staff planning of the enterprise

Olga S. Reznikova¹ os@crimea.com

Albina K. Ganieva¹ ag77@bk.ru

¹ Institute of Economics and Management Crimean Federal University V.I. Vernadsky, Sevastopolskaya str. 21/4, Simferopol, 295013, Russia

Summary. The principles of social partnership when changing the bases of social and labor relations become an important element in the work of the modern leader. In Russia, on the part of the state for 2016–2021 years, it is planned to form a new model for the sphere of labor relations in the form of effective cooperation between employers and employees through the introduction of innovative principles. In conditions of objective competitive restrictions, the implementation of the principles of social responsibility is difficult. Toughening of legal norms with regard to the responsibility of managers in the system of collective social and labor relations, on the one hand, is intended to reduce the share of offenses in the organization of labor remuneration, unjustified its differentiation, on the other, reduces the management motivation caused by the increased risk of such liability. The social responsibility of the enterprise manager as a phenomenon alters the content of the mechanism of its distribution. Providing the Russian economy with highly competitive jobs implies a significant increase in labor productivity, therefore, the growth of wages and staff development is stipulated. Effective leadership aimed at the strategic development of the enterprise, not in all situations is able to solve unstructured tasks, even with sufficient attention to the staff and the right style of behavior. The tool for implementing strategic goals in this case is the personnel policy of the enterprise, which is proposed to be implemented in accordance with the developed professional-qualification model. The growth of the efficiency of the enterprise should be ensured with the use of internal reserves without attracting new personnel due to the renewal of production capacities, retraining of the staff for the purpose of acquiring higher skills and the ability to efficiently and efficiently employ flexible employment.

Keywords: personnel management, efficiency, social responsibility management system

Для цитирования

Резникова О.С., Ганиева А.К. Социальная ответственность руководителя в системе кадрового планирования предприятия // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 235–240. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-235-240

For citation

2, 3, 4 Social responsibility of the head in the system of staff planning of the enterprise. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 235–240. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-235-240

Введение

В условиях глобальных изменений концептуальных основ социально-трудовых отношений на предприятиях, особо значимым элементом в труде современного руководителя является организация работы коллектива предприятия на принципах социального партнерства. Здесь под данным принципом следует понимать учет в работе предприятия интересов общества в целом. Роль руководителя на данном этапе – решающая. Функции социального партнерства в труде руководителя подразумевает учет интересов персонала, потребителей и поставщиков, вышестоящих организаций, органов, выступающих от лица государства.

В административной экономике для реализации принципов социального партнерства формировались профсоюзы, но практически, они были полностью зависимы от руководства

предприятий, на которых создавались. На современном этапе развития социально-трудовых отношений в России со стороны государства на 2016–2021 годы планируется формирование новой модели соблюдения требований в сфере трудовых отношений, основанной на взаимном эффективном сотрудничестве между федеральной инспекцией труда, работодателями и работниками и повышение эффективности государственного надзора в сфере труда за счёт внедрения инновационных принципов, форм и методов надзора [1]. В указанном контексте социальное партнерство на предприятии основано, прежде всего, на социальной ответственности каждого работника, а главное – руководителя. Социальная ответственность руководителя может быть реализована в случае выполнения принципов (таблица 1), значительно повышающих эффективность всей системы управления персоналом на предприятии [2].

Таблица 1.

Социальная ответственность руководителя

Table 1.

Social responsibility manager

Объекты Objects	Виды социальной ответственности Types of social responsibility
Члены трудового коллектива The members of the workforce	Справедливое обращение без дискриминации и выделения «любимых–нелюбимых», адекватное вознаграждение за выполненную работу, ответственное отношение к повышению квалификации, социальные льготы, ответственное отношение к пенсионерам предприятия Fair treatment without discrimination and isolation “favorite–unloved” adequate remuneration for work performed, a responsible attitude towards professional development, social benefits, responsible attitude to pensioners of the enterprise
Потребители Consumers	Гарантия добросовестного отношения к выполнению договорных условий, гарантия качества товаров, защита собственных товаров от подделок, гарантия добросовестной рекламы, организация послепродажного обслуживания, соблюдение стандартов качества и экологических норм Warranty conscientious attitude to execution of contract terms, quality assurance products, the protection of their own products against counterfeiting, guarantee of fair advertising, organization of after-sales service, adherence to quality standards and environmental standards
Поставщики Suppliers	Гарантия соблюдения условий договора (особенно, в оплате за работы и услуги), взаимовыгодные условия договоров и разрешение споров, предотвращение внедоговорных отношений, направленных на тенезацию части оборота Guarantee compliance with the contract conditions (especially in the payment for works and services), a mutually beneficial contract terms and dispute resolution, prevention of non-contractual relations designed to shadowing of the turnover
Государственные органы Government agencies	Соблюдение законов, благонадежность, соблюдение налоговых требований и нормативов, своевременная и адекватная защита интересов предприятия в суде Compliance with laws, reliability, compliance with tax requirements and regulations, timely and adequate protection of the company's interests in court

В условиях объективных конкурентных ограничений реализация принципов социальной ответственности и развитие социального партнерства затруднено, поскольку законодательная база и уровень заработной платы часто не обеспечивает гарантированных прав (в частности,

обеспечение прожиточного минимума). Руководитель не может выполнить свои обязательства в отношении персонала предприятия, государства, а значит и общества в целом. Ужесточение правовых норм в отношении ответственности руководителей в системе

коллективных социально-трудовых отношений, с одной стороны, призвано сократить долю правонарушений в организации оплаты труда, необоснованной ее дифференциации (между зарплатой административных органов и основного персонала), с другой – снижает мотивацию руководства, обусловленную повышением риска наступления такой ответственности.

Проблема социальной ответственности и механизм ее распределения неразрывно связана с современной концепцией поведения руководителя в ее влиянии на эффективность функционирования системы управления персоналом. Поведенческие подходы руководства классифицируются по двум параметрам: структуре и вниманию к подчиненным.

Структура подразумевает такое поведение, когда руководитель планирует и организует деятельность коллектива и свои взаимоотношения в нем. Внимание к подчиненным подразумевает поведение, которое влияет на людей, апеллируя к потребностям более высокого уровня, строя взаимоотношения на основе взаимного доверия, уважения и контакта между руководителем и подчиненными. Руководители могут вести себя с разной степенью внимания к подчиненным и структурированию проблем (рисунок 1). Несмотря на то что самая высокая производительность ассоциировалась с руководителем, который владеет и тем и другим стилями поведения, более поздние исследования показали, что эта классификация применима не ко всем ситуациям [3].

Способность эффективного руководства коллективом, направленная на стратегическое развитие организации, можно представить в следующих аспектах:

- способность управлять собой;
- четкие личные цели;
- упор на постоянный личный рост;
- навык решать проблемы;
- изобретательность и способность к инновациям;
- высокая способность влиять на окружающих;
- знание современных управленческих подходов;
- способность руководить;
- умение обучать и развивать подчиненных;
- способность формировать и развивать эффективные рабочие группы.

Внимание к подчиненным Attention to subordinate	Высокая Low		Высокая степень внимания к подчиненным (The high degree of structuring)
			Высокая степень внимания к подчиненным (The high degree of attention to his subordinates)
	Низкая High	Низкая степень структурирования (Low granularity)	Высокая степень структурирования (The high degree of structuring)
		Низкая степень внимания к подчиненным (Low degree of attention to his subordinates)	Низкая степень внимания к подчиненным (Low degree of attention to his subordinates)
		Низкая	Высокая
Структурирование			

Рисунок 1. Возможные комбинации элементов в руководстве предприятием [7]

Figure 1. The possible combinations of elements in the leadership [7]

Поскольку каждая управленческая задача предъявляет те или иные конкретные требования, каждый из вышеперечисленных факторов в разной степени будет проявляться в конкретной ситуации. Комплекс элементов обеспечивает основу для оценки каждым работником своих возможностей по отношению к требованиям и условиям его труда.

Резервы роста эффективности организации заключаются в том, чтобы при необходимости кратковременного расширения производства можно было его достичь без привлечения нового персонала за счёт внедрения организационно-экономических мероприятий, реализации дополнительных физических и умственных возможностей коллектива [4].

Создание внутренних резервов роста эффективности обеспечивается:

- обновлением и совершенствованием производственных мощностей, требующих меньших трудозатрат для производства единицы продукции;
- привлечением квалифицированных работников более широкого профиля, с владением несколькими смежными специальностями;
- переобучением кадров с целью приобретения ими более высокой квалификации и, следовательно, способности более эффективного, производительного труда;

— использованием гибкой занятости в условиях неполного рабочего времени (учёт ведётся не по используемому рабочему времени, а по числу занятых работников).

Направления указанных резервов формируют концепцию долгосрочной, ориентированной на будущее кадровой политики, осуществляемую с помощью кадрового планирования [5]. Главной задачей которого является согласование интересов работодателей и наемных работников и общества в целом (учитывая обязательность

социального партнерства в трудовых отношениях). Кадровое планирование обеспечивает возможность предоставления рабочих мест в нужный момент и в нужном количестве в соответствии с запросами рынка труда [6, 7], способностями и компетенциями соискателей и технологическими требованиями производства предприятия [8]. Кадровое планирование должно играть значительную роль в формировании системы менеджмента персонала (рисунок 2).

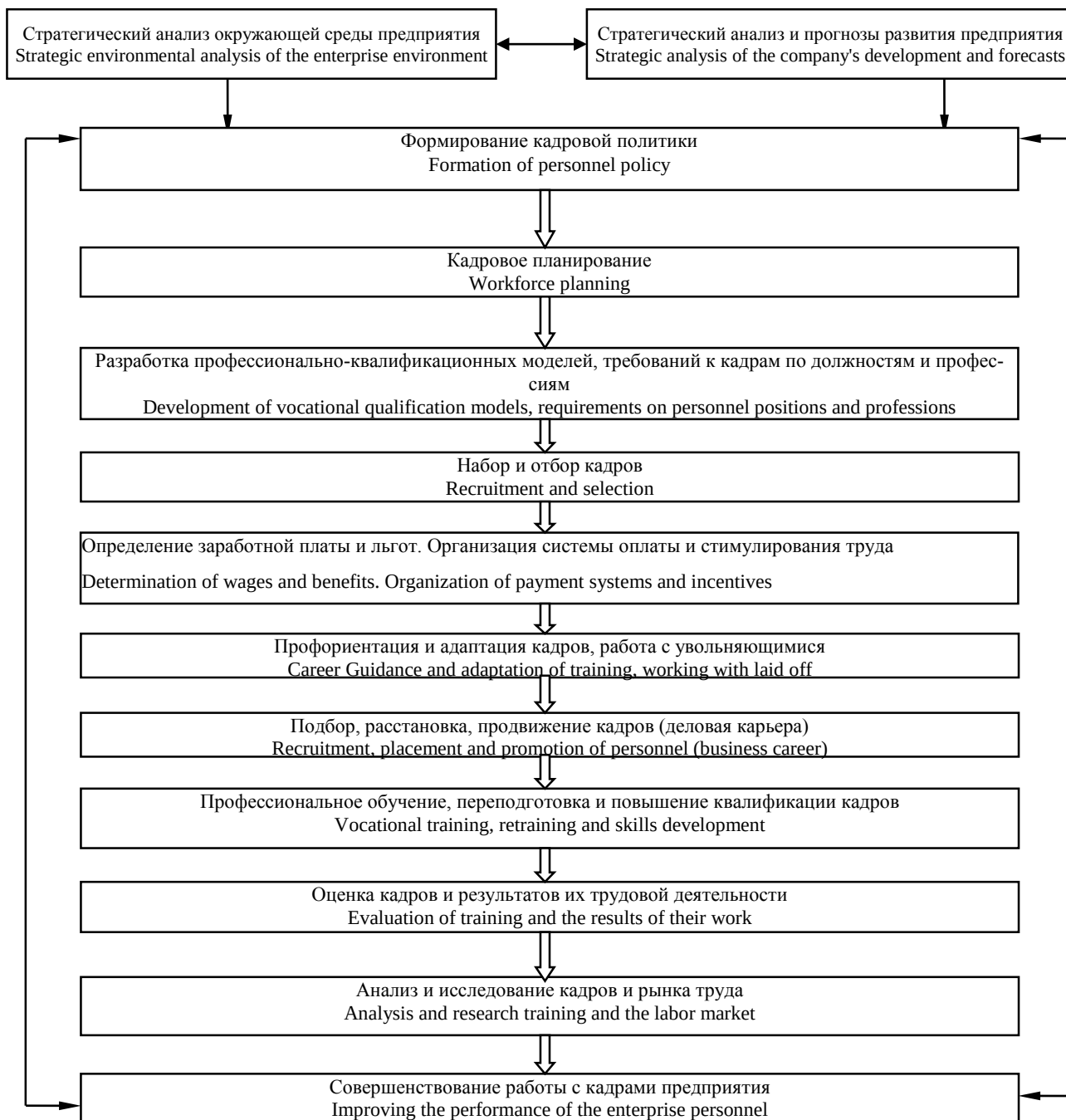


Рисунок 2. Место кадрового планирования в системе стратегического управления персоналом предприятия

Figure 2. Workforce planning in place a system of strategic management of enterprise staff

Рабочие места с точки зрения производительности и мотивации, должны позволить работающим оптимальным образом развивать свои способности, повышать эффективность труда, отвечать требованиям создания достойных условий труда и обеспечения занятости [9].

Кадровая политика предприятия реализуется на всех уровнях управления, поэтому руководители среднего и низового звена в пределах своих полномочий при принятии решений должны следовать стратегическим прогнозам и осуществлять кадровое планирование в соответствии с разработанной профессионально-квалификационной моделью.

Весь процесс кадрового менеджмента российских предприятий подчинен новым требованиям внедрения профессиональных стандартов, активизировавшегося в 2016 году. Такие изменения в сфере трудовых отношений не могли не повлиять на этапы отбора и расстановки кадров, профориентационную работу предприятий, переподготовку и повышение квалификации кадров. Поэтому в ближайшей перспективе на рынок труда поступят запросы на обеспечение подтверждения квалификаций, соответствующих утвержденным профессиональным стандартам, до конца 2017 года их количество превысит тысячу [1]. Государство как регулятор рынка, предлагая модель социального партнерства, должно, в свою очередь, обеспечивать интересы и работников и работодателей. Однако, повышение эффективности государственного

надзора в сфере труда на современном этапе ограничивается предписывающими и карательными функциями в условиях острой необходимости конструктивного диалога между исполнительными органами и руководством предприятий.

Заключение

Социальная ответственность руководителя предприятия как феномен изменяет содержание в части механизма ее распределения. Обеспечение российской экономики высоко конкурентными рабочими местами предполагает существенное повышение производительности труда, поэтому обусловлен рост заработной платы и повышение квалификации персонала. Эффективное руководство, направленное на стратегическое развитие предприятия, не во всех ситуациях способно решать неструктурированные задачи даже при достаточном внимании к персоналу и правильно выбранном стиле поведения. Инструментом реализации стратегических целей в таком случае является кадровая политика предприятия, которую предложено осуществлять в соответствии с разработанной профессионально-квалификационной моделью. Рост эффективности предприятия должен быть обеспечен с использованием внутренних резервов без привлечения нового персонала за счёт обновления производственных мощностей, переобучения кадров с целью приобретения ими более высокой квалификации и способности эффективного, производительного труда, внедрения гибкой занятости.

ЛИТЕРАТУРА

1 План деятельности Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации на 2016 год и плановый период до 2021 год URL: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/projects/284>

2 Alexanyan A. Post-soviet social partnership: the political and civilizational dimensions of social responsibility // *Central Asia and the Caucasus*, 2010. T. 11. № 4. С. 126–138.

3 Hutzschenreuter T., Horstkotte J Managerial services and complexity in a firm's expansion process: an empirical study of the impact on the growth of the firm // *European Management Journal*. 2013. T. 31. № 2. С. 137–151.

4 Herrmann D., Felfe J. Moderators of the relationship between leadership style and employee creativity: the role of task novelty and personal initiative // *Creativity Research Journal*. 2013. T. 25. № 2. С. 172–181.

5 Popkova E.G., Abramov S.A., Ermolina L.V., Gandin E.V. Strategic effectiveness evaluation as integral part of the modern enterprise management // *Asian Social Science*. 2015. T. 11. № 20. С. 16–21

6 Богатырева М.Р. Управление персоналом организации: Учебный справочник / М.Р. Богатырева. УФА: РИЦ БашГУ, 2012. 80 с.

7 Резникова О. С. Организационный контекст управления персоналом организации: монография, Уфа: АЭТЕРНА, 2016. 172 с.

8 Соломанидина Т. О., Соломанидин В. Г., Кадровая безопасность компании, М.: АльфаПресс, 2011. 688 с.

9 Организация инновационной деятельности в аграрном производстве: учебник для студентов вузов / под ред. В.И. Нечаева, Краснодар: Просвещение-Юг, 2012. 402 с.

10 Malikova Y.I., Danilina E.I., Reznikova O.S. Part of scientific-technical progress in efficiency of using labour resources (at the example of agrarian sector of economy) // *European Journal Of Natural History*. № 3 2016, С. 111–114. URL: <http://world-science.ru/en/article/view?id=33570>

REFERENCES

1 Plan dejatel'nosti Ministerstva truda i social'noj zashhity Rossijskoj Federacii na 2016 god i planovyj period do 2021 god. Available at: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/projects/284>

2 Alexanyan A. Post-soviet social partnership: the political and civilizational dimensions of social responsibility. *Central Asia and the Caucasus*, 2010. VOL. 11. no. 4. PP. 126–138.

3 Hutzschenreuter T., Horstkotte J Managerial services and complexity in a firm's expansion process: an empirical study of the impact on the growth of the firm. *European Management Journal*. 2013. vol. 31. no. 2. pp. 137–151.

4 Herrmann D., Felfe J. Moderators of the relationship between leadership style and employee creativity: the role of task novelty and personal initiative. *Creativity Research Journal*. 2013. vol. 25. no. 2. pp. 172–181.

5 Popkova E.G., Abramov S.A., Ermolina L.V., Gandin E.V. Strategic effectiveness evaluation as integral part of the modern enterprise management. *Asian Social Science*. 2015. vol. 11. no. 20. pp. 16–21

6 Bogatyrev M.R. Upravlenie personalom organizatsii: Uchebnyy spravochnik [Personnel management of the organization: Study guide]. Ufa, RIC BSU, 2012. 80 p. (in Russian)

7 Reznikova O. S. Organizatsionnyi kontekst upravleniya personalom organizatsii: monografiya [The organisational context of personnel management: monograph]. Ufa. AETERNA. 2016. 172 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга С. Резникова д.э.н., зав. кафедрой, кафедра управления персоналом и экономики труда, Институт экономики и управления, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, ул. Севастопольская 21/4, г. Симферополь, Республика, 295015, Россия, os@crimea.com

Альбина К. Ганиева к.э.н., доцент, кафедра управления персоналом и экономики труда, Институт экономики и управления, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, ул. Севастопольская 21/4, г. Симферополь, Республика, 295015, Россия, ag77@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга С. Резникова консультация в ходе исследования
Альбина К. Ганиева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.01.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.02.2017

8 Solomanidina T. O., Solomanidin V. G., Kadrovaya bezopasnost' kompanii [Personnel security]. Moscow, Al'faPress, 2011. 688 p. (in Russian).

9 Organizatsiya innovatsionnoi deyatel'nosti v agrarnom proizvodstve: uchebnyk dlya studentov vuzov [The organization of innovative activities in agricultural production: textbook for University students. Edited by Nechaev V.I.]. Krasnodar, Prosveshchenie-Yug 2012. 402 p. (in Russian).

10 Malikova Y.I., Danilina E.I., Reznikova O.S. Part of scientific-technical progress in efficiency of using labour resources (at the example of agrarian sector of economy) *European Journal Of Natural History*. no. 3 2016, pp. 111–114. Available at: <http://world-science.ru/en/article/view?id=33570>

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga S. Reznikova doctor of economical sciences, head of the department, personnel management and labour economics department, Institute of Economics and Management Crimean Federal University V.I. Vernadsky, Sevastopolskaya str. 21/4, Simferopol, 295013, Russia, os@crimea.com

Albina K. Ganieva candidate of economic sciences, associate professor, personnel management and labour economics department, Institute of Economics and Management Crimean Federal University V.I. Vernadsky, Sevastopolskaya str. 21/4, Simferopol, 295013, Russia, ag77@bk.ru

CONTRIBUTION

Olga S. Reznikova consultation during the study
Albina K. Ganieva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.10.2017

ACCEPTED 2.17.2017

Инновационное управление пищевыми предприятиями в условиях импортозамещения и импортозависимости

Александр С. Балеевских¹ abaleevskih@mail.ru

Олег И. Катлишин¹ katol@yandex.ru

¹ Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. Академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, 614990, Россия

Реферат. В статье рассматривается новая политика импортозамещения в России. Замещение импортных товаров отечественными аналогами является приоритетной задачей федеральной и региональной власти. Инновационное управление должно в первую очередь учитывать новые экономические условия, в которых существуют и будут в ближайшее время функционировать пищевые компании. Описаны факторы, оказывающие отрицательное влияние на эффективность инновационного управления молочных предприятий: падение нефтяных цен, снижение экспорта отечественной нефти, девальвация рубля. Выполнен анализ показателей импортозависимости и импортозамещения по молочной группе продовольственных товаров. Анализ динамики показателей данной отрасли пищевой промышленности показал, что в показатель самообеспеченности последние 10 лет был ниже норматива 0.90. В 2007 году отрасль достигала показатели самообеспеченности 0.8146, что все же ниже требуемого норматива более чем на 10%. Расчеты позволили отнести производство молокопродуктов к импортозависимой отрасли пищевой промышленности. Были проведены дополнительные исследования зависимости показателей «импорт» и «самообеспеченность». Используемые методики статистического контроля показали, что обратной корреляционной зависимости между этими показателями не существует. Значит, объемы ввозимого импорта зависят от других факторов и только увеличением собственного производства этот показатель не уменьшить. Следовательно, в сфере производства молока и молокопродуктов нужны дополнительные реформы по повышению показателей самообеспеченности. Обеспечение населения нашей страны молоком и молочными продуктами нуждаются в стремительных изменениях, направленных на рост производства собственной молочной продукции. Таким образом, особенности инновационного управления молочными предприятиями определяются современными условиями импортозамещения.

Ключевые слова: импорт, импортозамещение, инновационное управление предприятием, пищевая промышленность, экономические условия, молочные компании

Innovative management of food enterprises in terms of import substitution and import dependence

Alexander S. Baleevskikh¹ abaleevskih@mail.ru

Oleg I. Katlishin¹ katol@yandex.ru

¹ Perm State Agricultural Academy, Revolution Av., Petropavlovskaya St., 23, 614990, Russia

Summary. The article discusses the new policy of import substitution in Russia. The replacement of imports by domestic counterparts is a priority of Federal and regional authorities. Innovative management should primarily take into account the new economic conditions which exist and will soon operate a food company. Describes the factors that have a negative impact on the efficiency of innovative management of dairy plants: the drop in oil prices, decline in exports, domestic oil prices, the devaluation of the ruble. The analysis of the indicators of import dependence and import substitution in the dairy group food. The analysis of indicators of the food industry showed that the indicator of self-sufficiency in the last 10 years have been below the 0.90 standard. In 2007, the industry reached self-sufficiency ratios 0.8146 that is still below the required standard more than 10%. These calculations allowed us to attribute the production of dairy products to import-dependent food industry. Therefore, in this industry were conducted further research based on the indicators "import" and "self-sufficiency". Used methods of statistical control showed that the inverse correlation between these indicators does not exist. So, the volume of the imported imports depends on other factors and only increasing their own production, this figure does not decrease. Therefore, in the production of milk and dairy products need more reforms to improve the indicators of self-sufficiency. Providing the population of our country milk and dairy products in need of rapid change to increase its own production of dairy products. Thus, features of innovative management of dairy enterprises are determined by the modern conditions of import substitution.

Keywords: import, import substitution, innovative enterprise management, food industry, economic conditions, milk company

Для цитирования

Балеевских А.С., Катлишин О.И. Инновационное управление пищевыми предприятиями в условиях импортозамещения и импортозависимости // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 241–247. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-241-247

For citation

Baleevskikh A.S., Katlishin O.I. Innovative management of food enterprises in terms of import substitution and import dependence. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 241–247. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-241-247

Введение

Современная пищевая промышленность вынуждена функционировать в условиях нестабильной экономики. С одной стороны, наблюдается революция в области технологий, с другой – резко меняющаяся политическая обстановка. Большое влияние на все оказывают быстро происходящие изменения.

Исследования инновационных методов управления пищевым предприятием заключаются в необходимости непрерывного поиска новых, более эффективных инструментов менеджмента, обеспечивающих успешную адаптацию предприятия к изменениям рыночных условий, а также его способность выдерживать конкуренцию, в том числе международную [1].

Под воздействием внешних изменений совершенствование систем менеджмента российских пищевых компаний переходит в проблему внедрения совершенно иной системы управления, которая способна меняться и быть гибкой [2].

Основу инновационного управления составляет умение адаптироваться к изменениям внешней среды, гибкость аппарата управления [3]. Инновационное управление должно в первую очередь учитывать новые экономические условия, в которых находятся и будут в ближайшее время функционировать пищевые компании.

После десяти лет постоянного экономического подъема и улучшения благосостояния населения Россия столкнулась с серьезнейшими экономическими и политическими проблемами глобального кризиса, благодаря чему стало необходимо пересмотреть стратегии в области обеспечения импортозамещения и усилить координацию мер государственной и региональной политики стабильного экономического развития страны [4].

Современное санкционное противостояние с США, его странами-союзниками и ответное продуктовое эмбарго обусловили поиск возможностей развития агропродовольственного комплекса нашей страны в условиях ускоренного импортозамещения. Импортозамещение становится не просто модным научным направлением, но и одним из главных трендов развития российской экономики, который позволит укрепить, стимулировать и развивать собственное производство продукции [5].

Президент РФ В.В. Путин в мае 2014 г. в своем выступлении подчеркнул: «Россия будет проводить активную политику импортозамещения» в соответствии с нормами ВТО и обязательствами перед партнерами по Евразийскому

экономическому союзу. Президент также отметил: «Считаю необходимым в короткие сроки проанализировать возможности конкурентного импортозамещения в промышленности и сельском хозяйстве...» [6]. В своем послании В.В. Путин поставил задачу полностью обеспечить страну основным отечественным продовольствием в течение ближайших 4–5 лет.

С точки зрения экономической теории, импортозамещение – уменьшение или прекращение зарубежных поставок товаров посредством роста отечественного производства продукции или ее аналогов. Однако это еще не полное, далеко не всестороннее определение импортозамещения как экономической категории. Импортозамещение представляет собой особый тип экономической стратегии и промышленной политики государства, направленный на защиту внутреннего производителя и обеспечение населения страны всеми необходимыми товарами народного потребления, продовольствием и сельскохозяйственным сырьем путем замещения импортируемых товаров товарами национального производства [7].

ЕС продлил экономические санкции по отношению к России до конца июля 2017 года. Приостановлено военное и инвестиционное сотрудничество США и ЕС с Россией, ограничен экспорт и импорт вооружения и продукции оборонной промышленности. Российские госбанки и нефтяная отрасль также подпали под санкции. Ответ России в сложившейся ситуации – введение продовольственного эмбарго на множество продовольственных товаров. Достижение реального экономического роста требует создавать новые производства. Многократно возрастает важность и значимость задачи разработки и реализации политики импортозамещения в условиях продолжающегося геополитического кризиса и экономических санкций ведущих мировых держав.

На экономическое развитие России оказывают влияние негативные факторы. Среди которых можно выделить высокую вероятность стагнации, падение нефтяных цен, девальвацию рубля.

Сегодня решение проблем опережающего импортозамещения становится одной из главных задач федеральной и региональной политики развития страны и регионов.

Как государственная экономическая политика импортозамещение – научнообоснованная долгосрочная государственная стратегия по рационализации и оптимизации импорта товаров

и услуг путем поддержания отечественных производителей и косвенного регулирования импорта протекционистскими инструментами [8].

Политика импортозамещения основывается на создании благоприятной среды для роста национальной промышленности. Проведение такой политики предполагает создание искусственных стимулов для развития отдельных отраслей отечественной промышленности с целью повышения их конкурентоспособности на внутреннем рынке. Деятельность по снижению импортоспособности продукции важна и актуальна для современной России [9].

Чаще всего импорт продукции связан с отсутствием достаточного сырья и необходимых запасов, а также отсутствием подготовки квалифицированных кадров, особым путем развития того или иного экономического этапа [10]. Вопросы импортозамещения становятся особенно актуальными в периоды кризисов экономики (перестроек, различных рецессий, санкций). В то же время импорт товаров и услуг играет и положительную роль, позволяя ускорять интеллектуальный и экономический рост, преодолевая экономическое отставание, создавая тактические и стратегические резервы и запасы, смягчая задержки в развитии отдельных отраслей, предприятий и регионов, устанавливая продуктивные и полезные взаимосвязи с другими компаниями и странами.

Проследив экономический рост России за последние 10 лет, можно заметить мощный рост импорта продукции. Валовой внутренний продукт увеличился в 3.5 раза с 21.6 трлн руб. в 2005 году до 76.4 трлн руб. в 2015 году. При этом импорт растет в 2.6 раза с 4.9 трлн руб. в 2005 году до 12.8 трлн руб. в 2015 году, т. е. импортоспособность постепенно снижается, но по-прежнему составляет высокие 16.8% валового внутреннего продукта.

В части сельскохозяйственного и продовольственного секторов экономики, сельскохозяйственной техники, современных технологий, ввоз товаров по-прежнему остается значительным [11–12].

По многим видам инновационной продукции и комплектующим России не удастся полностью избежать импортоспособности в условиях глобализации. Необходимо обеспечивать для ключевых секторов экономики самодостаточность и независимость их функционирования от внешнего окружения в рамках реализации национальной стратегии экономической и оборонной безопасности [13]. Поэтому

особо важной сегодня для России является политика перестройки модели экономического развития за счет перехода на импортозамещающее производство и передовые технологии в стратегически важных отраслях [14]. Молокоперерабатывающая промышленность к таким отраслям относится в первую очередь.

В результате решения задач модернизации производства и наращивания мощностей, согласно Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности на период до 2020 года, предусмотрено увеличение производства цельномолочной продукции – до 13,5 млн тонн, сливочного масла – до 280 тыс. тонн [15].

По данным Международной молочной федерации (IDF), в 2011 году в мире произведено 749 млн тонн молока, в том числе коровьего 621 млн тонн. Крупнейшими производителями молока являются такие страны, как: страны Евросоюза (152 млн тонн), США (89 млн тонн), Индия (57 млн тонн), Китай (37 млн тонн), Бразилия (33 млн тонн), Россия (32 млн тонн). Эти страны обеспечивают 2/3 всего мирового производства молока [16].

Россия считается одним из главных мировых импортеров сливочного масла и сыра. Для преодоления стагнации в подотрасли, уменьшения зависимости от импортных поставок молочной продукции необходимо создать условия, обеспечивающие стабильное и долгосрочное увеличение объемов отечественного производства сырого молока. Основным фактором увеличения объема производства молока является техническая модернизация [17].

Россия компенсирует недостаток потребления молочных продуктов в основном импортом из Бразилии и Республики Беларусь [18].

Основная часть

В последние годы лидирующие позиции в устойчивой структуре продовольственного импорта занимают мясо (15–16% всего продовольственного импорта), фрукты (14,8%), овощи (6,7%), а также молочная (10%) и алкогольная (8%) продукция [19].

В продовольственной области введены пороговые (минимально допустимые) значения удельного веса отечественной продукции на внутреннем рынке, которые обеспечивают продовольственную безопасность [20] для отрасли производства молока – 90%.

По следующей формуле рассчитывается значение самообеспеченности России конкретным видом продукции (%):

$$\alpha = \frac{\Pi - \Xi}{\Pi + И - \Xi} 100\%, \quad (1)$$

где в числителе – отечественная продукция в народном хозяйстве (Π) не включая экспорт (Ξ); в знаменателе – общее поступление продукции как отечественной, так и импортной ($И$).

Значение импортозамещения за период t равен:

$$\Delta_t = \alpha_t - \alpha_0. \quad (2)$$

Значение импортозависимости рассчитывается по формуле:

$$\gamma = \frac{И}{\Pi + И - \Xi} 100\%. \quad (3)$$

Проанализируем показатели импортозависимости и импортозамещения страны за 10 лет. В таблице 1 представлены ресурсы и использование молока и молокопродуктов.

Таблица 1.

Ресурсы и использование молока и молокопродуктов с 2005 по 2015 год

Table 1.

Resources and use of milk and dairy products from 2005 to 2015

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
I. РЕСУРСЫ RESOURCES											
Запасы на начало года, тысяч тонн Stocks at the beginning of the year, thousand tons	1 693	1 777	1 870	1 926	2 097	1 857	1866	1995	2032	1982	2120
Производство (валовой сбор в весе после доработки), тысяч тонн Production (gross harvest in clean weight), thousand tons	30 826	31 097	31 988	32 363	32 570	31 847	31646	31756	30529	30791	30781
Импорт, тысяч тонн Import, thousand tons	7 115	7 293	7 134	7 315	7 005	8 159	7938	8516	9445	9155	7011
Итого ресурсов, тысяч тонн Total resources, thousand tons	39 634	40 167	40 992	41 604	41 672	41 863	41450	42267	42006	41928	39912
II. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ USE											
Производственное потребление, тысяч тонн consumption using the production, thousand tons	4097	4067	4168	4308	4372	4271	3622	3919	3742	3482	3079
Потери, тысяч тонн Loss, thousand tons	493	532	582	612	520	460	614	645	628	629	602
Экспорт, тысяч тонн Export, thousand tons	33250	33687	34295	34566	34900	35237	35189	35642	35633	35661	34348
Запасы на конец отчетного периода, тысяч тонн Stocks at the end of the reporting period, thousand tons	1777	1860	1926	2097	1857	1866	1995	2032	1971	2120	1861
III. ПОКАЗАТЕЛИ INDICATORS											
Самообеспеченность Selfsufficiency	0,8096	0,8069	0,8146	0,8119	0,8217	0,7936	0,7956	0,7849	0,7603	0,7663	0,8128
Импортозамещение Import substitution		-0,003	0,005	0,002	0,012	-0,016	-0,014	-0,025	-0,049	-0,043	0,003
Импортозависимость Import dependence	0,1904	0,1931	0,1854	0,1881	0,1783	0,2064	0,2044	0,2151	0,2397	0,2337	0,1872

Все показатели самообеспеченности меньше порогового показателя 0.90. Значит требования доктрины продовольственной безопасности не выполняются. Следовательно, молокоперерабатывающую промышленность можно отнести к импортозависимой отрасли пищевой промышленности.

Проведем дополнительные исследования показателя самообеспеченности с целью

выявить зависимости между представленными в таблице 2 данными. Для этого воспользуемся методиками статистического контроля, а именно диаграммой разброса [21–22].

Исследование зависимости показателей «производство» и «импорт» представлены на рисунке 1.

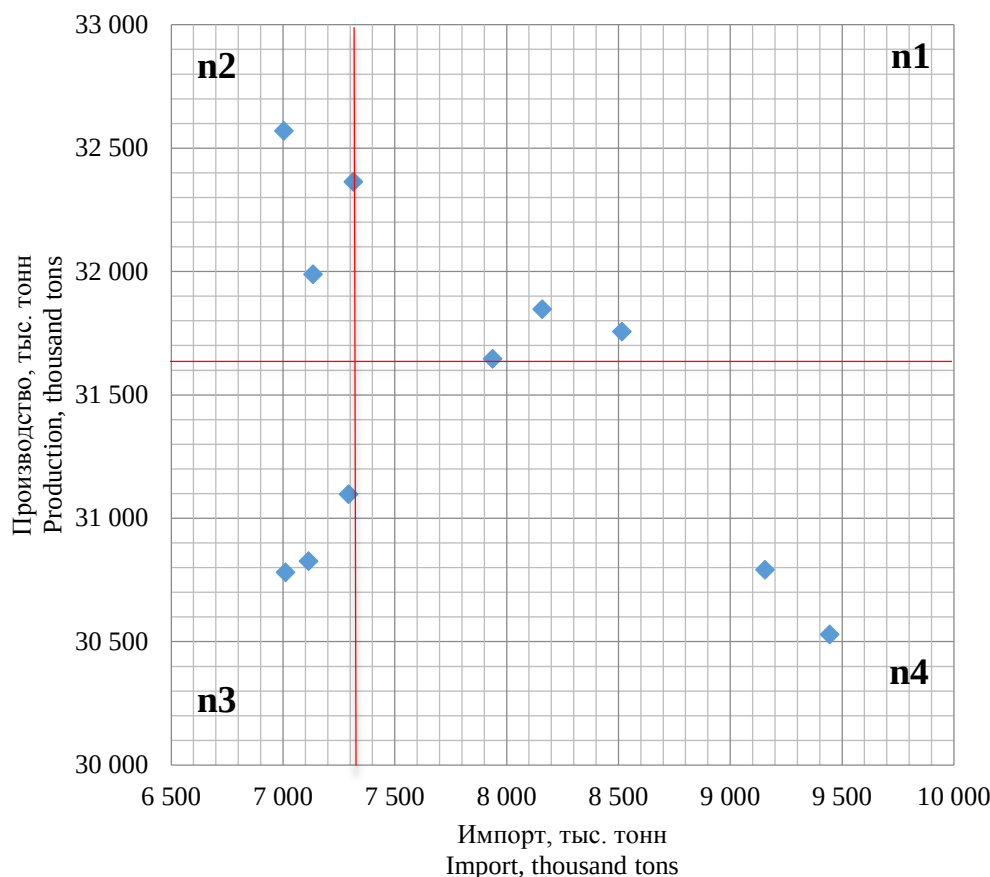


Рисунок 1. Диаграмма разброса, отражающая зависимость производства и импорта молочной продукции
Figure 1. The scatter plot, reflecting the dependence of the production and import of dairy products

Диаграмма позволяет нам выдвинуть гипотезу, что между показателями «импорт» и «производство» существует обратная корреляционная зависимость, проверим эту гипотезу с помощью метода медиан.

Для этого проведем горизонтальную и вертикальную медианы и определим количество точек в каждой четверти.

$$n_{(+)} = n_1 + n_3 = 2 + 3 = 5,$$

$$n_{(-)} = n_2 + n_4 = 2 + 2 = 4,$$

$$n' = n_{(+)} + n_{(-)} = 5 + 4 = 9.$$

Так как одна точка находится на медианах, то $n' = 9$ не равно $n = 11$.

Зададимся коэффициентом риска $\alpha = 0.05$ и определим кодовое значение с помощью статистической таблицы 2.

Таблица 2.

Зависимость кодового значения от коэффициента риска и количества точек, не попавших на медианы

Table 2.

The dependence of the code values of risk factor and number of points do not fall on the median

n'		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
α	0.01	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3
	0.05	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4

Заключение

Проведенные расчеты позволяют сделать несколько выводов. Согласно методу медиан для подтверждения зависимости между парой представленных показателей, необходимо, чтобы выполнялось неравенство: меньшим из чисел $n_{(+)}$ и $n_{(-)}$ было меньше или равно кодового значения. В этом случае меньшим из чисел $n_{(+)}$ и $n_{(-)}$ является $n_{(-)} = 4$, и оно больше кодового значения $= 1$, значит, обратная корреляционная

зависимость не имеет место с коэффициентом риска 0.05. Это означает, что этот вывод справедлив с вероятностью 95%.

На первый план проблему замещения импорта в пищевой промышленности ставят активно меняющаяся внешняя политика и заявления первых лиц страны. Пороговый (минимально допустимый) показатель молока на уровне 90% на внутреннем рынке, обеспечивающий продовольственную безопасность,

был установлен Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации. Показатель самообеспеченности за 2015 год равен 0.8128, что меньше порогового показателя 0.90. Это говорит о том, что требованиям доктрины продовольственной безопасности, касающейся потребности страны в молоке и молокопродуктах за счет собственного производства, уровень самообеспеченности не соответствует. Подчеркнем, что в 2007 году отрасль достигала максимальных показателей – 0.8146, что более чем на 10% ниже требуемого норматива. Показатель самообеспеченности в России был ниже норматива 0.90 с 2005 по 2015 год. Проведенное исследование показателей «производство» и «импорт» показало, что между ними нет корреляционной

зависимости, т. е. увеличение или уменьшение собственного производства не влияет на количество ввезенной молочной продукции. Количество ввезенной импортной продукции не зависит от объемов собственного производства, а находится под влиянием других внешних факторов. Ситуация на рынке молока в Российской Федерации и молочной продукции в целом не позволяет прогнозировать снижение импортозависимости. Зависимость от импорта стабильно высока и колеблется вокруг показателя 0.20 последние 10 лет. Самообеспеченность населения страны молоком и молочными продуктами нуждается в дополнительных реформах для повышения своих показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ермолина Л.В. Процессный менеджмент как инновационный подход к управлению современными предприятиями // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 535–543.

2 Балеевских А.С. Управление промышленным предприятием в условиях экономической нестабильности // Проблемы современной экономики. 2016. № 1(57). С. 68–71.

3 Афандеева Э.И. Управление инновационным развитием предприятий как основа формирования конкурентоспособности экономики // Вестник Науки и Творчества. 2016. № 3(3). С. 32–39.

4 Кудрова Н.А. Стимулирующая политика регионального развития современной России на основе концепта импортозамещения // Социально-экономические явления и процессы. 2015. Т. 10. № 2. С. 46–51.

5 Гусманов У.Г., Гусманов Р.У., Стомба Е.В. Обеспечение продовольственной безопасности региона в условиях импортозамещения (на примере Республики Башкортостан) // Периодический научный журнал «Дальневосточный аграрный вестник». 2016. № 3 (39). С. 101–108.

6 Выступление В.В. Путина На пленарном заседании 18-го Петербургского международного экономического форума. URL: <http://www.kremlin.ru>

7 Суханова И.Ф., Лявина М.Ю. Импортозамещение как фактор роста региональной экономики // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2014. № 5. С. 27–35.

8 Grabowski R. Import substitution, export promotion and the state in economic development // The Journal of Developing Areas. 1994. No 28 (4). P.535–554.

9 Пронина Н.Н., Оганезова Д.И., Усенкова О.В. Реальность импортозамещения в России. // Вестник Пензенского государственного университета. 2015. № 3 (11). С. 58–62.

10 Mukherjee S. Revisiting the Debate over Import-substituting versus Export-led Industrialization // Trade and Development Review. 2012. №. 1. Т. 5. С. 64–76.

11 Галеев М.М., Радостева Э.М., Бартова Е.В. Возможности импортозамещения в системе продовольственной безопасности России. // Интернет-журнал Науковедение. 2015. № 3.

12 Иванова Г.Н. Международные стандарты против нестабильной экономики // Стандарты и качество. 2011. № 11. С. 72–74.

13 Supporting investment in knowledge capital, growth and innovation. OECD: OECD Publishing, 2013. 360 p.

14 Вертакова Ю.В., Плотников В.А. Импортозамещение: теоретические основы и перспективы реализации в России // Экономика и управление. 2014. № 11. С. 11–47.

15 Анопченко Т.Ю., Новицкая А.И. Динамика и тенденции развития пищевой промышленности в современных условиях России // Journal of Economic Regulation. 2015. Т. 6. № 1. С. 21–27.

16 Кутяева Т.Е. Современное состояние молочной отрасли в РФ // Вестник НГИЭИ. 2014. № 9 (40). С. 76–81.

17 Шпак Н.М. Особенности воспроизводственного процесса в молочном скотоводстве Краснодарского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 110. С. 1–19.

18 Степанов Е.А. Особенности динамики внешней торговли продовольственными товарами в России // Вестник Челябинского государственного университета. 2015. № 8 (363). С. 79–91.

19 Официальный сайт федеральной таможенной службы России. URL: www.customs.ru

20 Доктрина продовольственной безопасности российской федерации. Утверждена указом президента № 120 от 30.04. 2010. С. 5.

21 Cohen A., Tiplica T., Kobi A. Design of experiments and statistical process control using wavelets analysis // Control Engineering Practice. 2016. Т. 49. С. 129–138.

22 Henn J., Meindl K. Statistical tests against systematic errors in data sets based on the equality of residual means and variances from control samples: theory and applications // Acta Crystallographica Section A: Foundations and Advances. 2015. Т. 71. С. 203–211.

REFERENCES

1 Ermolina L.V. Process management as an innovative approach to the management of modern enterprises. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015. no. 1-1. pp. 535–543. (in Russian).

2 Baleevskikh A.S. Management of industrial enterprise in conditions of economic instability. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems of modern Economics]. 2016. no. 1(57). pp. 68–71. (in Russian).

3 Afandeeva E.I. Management of innovative development of enterprises as the basis for the formation of the competitiveness of the economy. *Vestnik Nauki i Tvorchestva* [Journal of Science and Creativity]. 2016. no. 3(3). pp. 32–39. (in Russian).

4 Kudrova N.A. Stimulating regional development policy of modern Russia based on the concept of import substitution. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy* [Socio-economic phenomena and processes]. 2015. vol. 10. no. 2. pp. 46–51. (in Russian).

5 Gusmanov U.G., Gusmanov R.U., Stovba E.V. Ensuring food security in the region in terms of import (on the example of Republic Bashkortostan). *Periodicheskii nauchnyi zhurnal Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik* [Far East agrarian bulletin]. 2016. no. 3 (39). pp. 101–108. (in Russian).

6 V.V. Putin's Speech. At the plenary session of the 18th St Petersburg international economic forum. Available at: <http://www.kremlin.ru> (in Russian).

7 Sukhanova I.F., Lyavina M.Yu. Import substitution as a factor of regional economic growth. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya* [Proceedings of Volgograd state University. Series 3: Economics. Ecology]. 2014. no. 5. pp. 27–35. (in Russian).

8 Grabowski R. Import substitution, export promotion and the state in economic development *The Journal of Developing Areas*. 1994. no 28 (4). pp. 535–554.

9 Pronina N.N., Oganezova D.I., Usenkova O.V. The reality of import substitution in Russia.. *Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Penza state University]. 2015. no. 3 (11). pp. 58–62. (in Russian).

10 Mukherjee S. Revisiting the Debate over Import-substituting versus Export-led Industrialization. *Trade and Development Review*. 2012. no. 1. vol. 5. pp. 64–76.

11 Galeev M.M., Radosteva E.M., Bartova E.V. The possibilities of import substitution in the food security of Russia. *Internet-zhurnal Naukovedenie* [The Internet journal of the sociology of Science]. 2015. no. 3. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр С. Балеевских к.э.н., доцент, зав. кафедрой, кафедра товароведения и экспертизы товаров, Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. Академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, 614990, Россия, abaleevskih@mail.ru

Олег И. Катлишин к.э.н., доцент, кафедра товароведения и экспертизы товаров, Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. Академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, 614990, Россия, katol@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр С. Балеевских консультация в ходе исследования

Олег И. Катлишин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2017

12 Ivanova G.N. International standards against the unstable economy. *Standarty i kachestvo* [Standards and quality]. 2011. no. 11. pp. 72–74. (in Russian).

13 Supporting investment in knowledge capital, growth and innovation. OECD: OECD Publishing, 2013. 360 p.

14 Vertakova Yu.V., Plotnikov V.A. Import substitution: a theoretical framework and prospects of implementation in Russia. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and management]. 2014. no. 11. pp. 11–47. (in Russian).

15 Anopchenko T.Yu., Novitskaya A.I. Dynamics and trends of development of food industry in modern conditions of Russia. *Journal of Economic Regulation*. 2015. vol. 6. no. 1. pp. 21–27. (in Russian).

16 Kutyaeva T.E. Modern state of the dairy industry in Russia. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of NGIEI]. 2014. no. 9 (40). pp. 76–81. (in Russian).

17 Shpak N.M. Features of the reproductive process in dairy cattle breeding in Krasnodar Krai. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University]. 2015. no. 110. pp. 1–19. (in Russian).

18 Stepanov E.A. Features of the dynamics of external trade of food products in Russia. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of the Chelyabinsk state University]. 2015. no. 8 (363). pp. 79–91. (in Russian).

19 Official site of the Federal customs service of Russia. Available at: www.customs.ru (in Russian).

20 The food security doctrine of the Russian Federation. Approved by the decree № 120 of the President from 30.04. 2010. pp. 5. (in Russian).

21 Cohen A., Tiplica T., Kobi A. Design of experiments and statistical process control using wavelets analysis. *Control Engineering Practice*. 2016. vol. 49. pp. 129–138.

22 Henn J., Meindl K. Statistical tests against systematic errors in data sets based on the equality of residual means and variances from control samples: theory and applications. *Acta Crystallographica Section A: Foundations and Advances*. 2015. vol. 71. pp. 203–211.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander S. Baleevskikh candidate of economical sciences, head of department, commodity research and examination of goods department, Perm State Agricultural Academy, Petropavlovskaya St., 23, 614990, Russia, abaleevskih@mail.ru

Oleg I. Katlishin candidate of economical sciences, associate professor, commodity research and examination of goods department, Perm State Agricultural Academy, Petropavlovskaya St., 23, 614990, Russia, katol@yandex.ru

CONTRIBUTION

Alexander S. Baleevskikh consultation during the study

Oleg I. Katlishin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.30.2017

ACCEPTED 5.15.2017

Эффективное управление по изменениям: методическое и инструментальное обеспечение

Галина С. Мерзликина¹ merzlikina@vstu.ru

Татьяна Е. Кожанова¹ kozhanova.te@yandex.ru

¹ Волгоградский государственный технический университет, пр-т им. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия

Реферат. Для предприятий малого и среднего бизнеса характерны маневренность, готовность к изменениям, ориентированность на инновации. Но растущая нестабильность внешней и внутренней среды требует от предприятия разработки всё более сложных систем управления. Сложилось несколько моделей управления: по целям, процессам и изменениям. Достижение целей предполагает разработку и реализацию стратегии и тактики. В бизнесе стратегия исходит от цели, поставленной собственником перед организацией. Управление по процессам описывает и определяет основные элементы и категории процесса, соблюдение баланса ответственности и полномочий путем создания команды по улучшению каждого бизнес-процесса. Управление по изменениям представляет собой особый механизм принятия и реализации адекватных управленческих решений. В статье сопоставлены эти модели управления, рассмотрены критерии, показатели и факторы оценки эффективности управления организацией. Компаративный анализ показал, что управление по изменениям более предпочтительно для предприятий малого и среднего бизнеса. Управление по изменениям предполагает получение определенного представления о будущих тенденциях в развитии организации и активное использование предпринимательской структурой современных методов управления. Это обеспечит экономическую устойчивость и стабильность организации. Оценка эффективности деятельности предприятия может осуществляться в соответствии с показателями эффективности. В статье предложена матрица отбора таких показателей с учетом сферы воздействия. Даны рекомендации по выбору показателей эффективности достижения целей. Указаны значения, при которых предприятие приобретает стабильность таких ключевых факторов эффективности управления, как экономичность, потенциал и устойчивость организации. Теоретическая и практическая значимость настоящего исследования заключается в разработке методического и инструментального обеспечения для успешной реализации управленческих решений модели управления по изменениям.

Ключевые слова: модели управления, критерии и показатели эффективности управления, реализация стратегии

Effective management of changes: methodological and instrumental support

Galina S. Merzlikina¹ merzlikina@vstu.ru

Tatyana E. Kozhanova¹ kozhanova.te@yandex.ru

¹ Volgograd state technical university, Lenin Av., 28 Volgograd, 400005, Russia

Summary. Small and medium-sized enterprises are characterized by maneuverability, readiness for change, and focus on innovation. But the growing instability of the external and internal environment requires the company to develop increasingly complex control systems. There were several models of management: by objectives, by processes and by changes. Achieving the goals involves the development and implementation of strategy and tactics. In business, strategy comes from the goal set by the owner before the organization. Process management describes and defines the main elements and categories of the process, observing the balance of responsibility and authority by creating a team to improve each business process. Management of changes is a special mechanism for the adoption and implementation of adequate management decisions. The article compares these management models, examines the criteria, indicators and factors for assessing the effectiveness of management of the organization. Comparative analysis showed that management of changes is more preferable for small and medium-sized businesses. Management of changes involves obtaining a certain idea of future trends in the development of the organization and the active use of entrepreneurial structure of modern management methods. This will ensure the economic stability and stability of the organization. Evaluation of the effectiveness of the enterprise can be carried out in accordance with performance indicators. The article suggests a matrix of selection of such indicators taking into account the sphere of influence. Recommendations are given on the choice of indicators of the effectiveness of achieving the goals. Also, the values under which the enterprise acquires stability of such key factors of management effectiveness as efficiency, capacity and sustainability of the organization are indicated. The theoretical and practical significance of this research is the development of methodological and instrumental support for the successful implementation of management decisions of the change management model.

Keywords: management models, criteria and indicators of management effectiveness, implementation of the strategy

Для цитирования

Мерзликина Г.С., Кожанова Т.Е. Эффективное управление по изменениям: методическое и инструментальное обеспечение // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 248–256. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-248-256

For citation

Merzlikina G.S., Lastname F.S. Effective management of changes: methodological and instrumental support. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 248–256. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-248-256

Введение

Необходимыми аспектами деятельности любого предприятия являются организация и управление. При этом если нет организации, то невозможно и управление, так как просто непонятен объект, предмет, процессы и инструменты управления. Без управления невозможно создать саму организацию и ставить цели по организации деятельности, анализировать их достижение, при отклонении от целей проводить необходимые коррективы [4].

Цель работы состоит в сопоставлении разных моделей управления по целям, процессам и изменениям, отборе наиболее приемлемой модели управления для предприятий малого и среднего бизнеса и разработке методического и инструментального обеспечения для успешной реализации управленческих решений. Именно в малом бизнесе заложен огромный потенциал, играющий значительную роль в обеспечении стабильности социально-экономического развития общества, по причине своих свойств, а именно: простота в управлении; быстрая приспособляемость к изменениям рынка; наличие незначительного стартового капитала для развития дела и многие другие. Важно сказать, что мелкие и средние предприятия играют заметную роль в занятости населения, производстве отдельных товаров, исследовательских и научно-производственных разработках [9].

В процессе исследований были поставлены и решены следующие задачи:

- компаративный анализ управления по целям, по процессам и по изменениям;
- выявление критериев и ключевых факторов эффективности видов управления;
- построение системы показателей по каждому критерию эффективности и рекомендации по их отбору.

Управление по целям, процессам и изменениям

Управление предприятием представляет собой постоянное и системное влияние на деятельность его структурных подразделений для обеспечения согласованной работы и достижения конечного позитивного результата. Управление возможно только тогда, когда поставлена цель. Поэтому необходимо довести декомпозицию целей до каждого подразделения (процесс целеполагания), а далее управлять достижением поставленной цели (процесс целеосуществления) [1].

Адаптация предприятий к вызовам изменяющегося экономического пространства обязывает их управляющие структуры активнее вовлекать информационно-компетентный капитал (как совокупность различных знаний, умений, навыков и опыта) в процессы построения бизнесом нужных коммуникаций и обозначения им своего места на рынке. Для получения желаемого результата необходимо управлять поведением организации и его звеньями (элементами) в интересах обретения им устойчивого (конкурентоспособного) положения на развивающемся рынке. Предприятие должно обеспечивать постоянную актуализацию потребительских свойств своего продукта: модернизацию и создание новых продуктов, снижение затрачиваемых ресурсов, повышение эффективности своей деятельности [3].

Развитие характеризует качественное преобразование бизнеса и всегда характеризуется переходом из одного качественного состояния в другое. Стоит отметить, что практически в каждом определении развития используется термин «изменение» или его синонимы. Например, по мнению Н.В. Афанасьева [4], развитие – процесс достижения качественного или количественного прироста полезного результата процесса по сравнению с прежним уровнем или с уровнем, достигнутым на других предприятиях, вследствие улучшения производственных или бизнес-процессов или управления ими.

Исходя из социально-экономических целей предприятия получаем три категории целей, направленные на такие факторы, как 1) выпуск продукции, 2) модернизацию и создание новой продукции, 3) повышение производительности, а также снижение себестоимости продукции.

Достижение целей предполагает разработку и реализацию стратегии и тактики. В бизнесе стратегия исходит от цели, поставленной собственником перед организацией. Стратегия – это целеполагание, отталкивающееся от цели, поставленной перед организацией, это управление целями или стратегическое управление. Тактика – это организация самих по себе отдельных поставленных стратегией целей и управление деятельностью по их достижению, т. е. тактическое (операционное) управление по процессам или целеосуществление. Чтобы управление по процессам успешно функционировало, необходимо описать и определить основные элементы и категории процесса, соблюдать баланс ответственности и полномочий, создать команду по улучшению каждого процесса и назначить ответственного по каждому бизнес-процессу [1].

Стратегическое управление требует изменений, если возникает систематическое недостижение стоящих перед компанией целей в течение нескольких лет, а также непредсказуемость работы некоторых подсистем компании. Например, управление проектами не обеспечивает 100%-го завершения проектов в установленные сроки или в пределах выделенных бюджетов и в полном объеме.

Поэтому возможна следующая модель управления: управление по изменениям. Понимание значимости проблемы управления бизнесом по изменениям диктует требования к нему в отношении выявления новых резервов и возможностей для воплощения инновационной модели его развития [3]. Объективная необходимость в стратегических и тактических изменениях, а также особый механизм принятия и реализации адекватных управленческих решений особо актуальны для предприятий малого и среднего бизнеса, поскольку главными и важными их характеристиками являются маневренность, готовность к изменениям, ориентированность на инновации. Изменчивость результирующих показателей организации в зависимости от стадии жизненного цикла продукции подразумевает возможность их комбинации, обусловленную структурными изменениями в зависимости от целей и задач предпринимательства.

Управление по изменениям включает в себя два вида действий:

Предупреждающее действие (инициируемые изменения) – действие, предпринятое для устранения причины потенциального несоответствия или другой потенциально нежелательной ситуации.

Корректирующее действие (необходимые изменения) – действие, предпринятое для устранения причины обнаруженного несоответствия или другой нежелательной ситуации [5].

Следует отметить, что проблемы с внешней средой, в основном предопределяющие предупреждающие действия, – это основной источник развития организации и в то же время развития самой внешней среды [1]. Причём основной результат корректирующих действий заключается в обеспечении реализации программ и целей, а предупреждающих – организация деятельности или целеполагание.

Ключевые показатели эффективности управления организацией

Существует три модели управления организацией, охватывающие все ниши предприятия: управление по целям, управление по процессам и управление по изменениям. Для них характерны следующие факторы и критерии эффективности управления организацией (таблица 1).

Таблица 1.

Критерии и факторы оценки эффективности управления организацией [6]

Table 1.

Criteria and factors for assessing the effectiveness of organization management [6]

Факторы эффективности Effectiveness factors	Критерии эффективности управления Criteria for the effectiveness of management
Цели управления Management Objectives	Соответствие полученных результатов целям управления или установленным критериям эффективности Conformity of the results to management objectives or established performance criteria
Экономичность Cost-effective	Опережающий рост эффективности функционирования организации по сравнению с ростом затрат на управление. Степень информационной обеспеченности руководства и уровень технической оснащенности процесса управления An outpacing increase in the efficiency of the organization's functioning compared to the increase in management costs. The degree of information security of management and the level of technical equipment of the management process
Потенциал системы The potential of the system	Своевременность и возможность реакции системы управления на вызовы среды Timeliness and the ability of the control system to respond to environmental challenges
Управляемость Controllability	Оперативность и полнота реакции организации и ее подразделений на управленческие решения Efficiency and completeness of the reaction of the organization and its departments to management decisions
Устойчивость Sustainability	Стабильность системы управления в течение длительного периода времени Stability of the control system for a long period of time
Качество организационного поведения Quality of organizational behavior	Сбалансированность функций и целей управления. Соответствие масштаба управляемости норме управляемости Balanced functions and management objectives. Correspondence of the scale of controllability to the norm of controllability

По нашему мнению, доминирующими ключевыми факторами эффективности (КФЭ) организации являются:

— экономичность, поскольку в настоящее время в условиях развитых рынков уровень затрат в первую очередь определяет успешность в конкурентной борьбе;

— потенциал, так как постановка и достижение целей организации невозможно без оценки наличия и укрепления возможностей;

— устойчивость, как основа успешного развития организации и попытка достижения баланса «пожеланий» и «возможностей».

Именно они определяют стратегию и тактику организации. Остальные факторы назовем вспомогательными.

Оценка эффективности деятельности предприятия может осуществляться в соответствии с некоторыми целевыми и базовыми показателями. По мнению П. Друкера [1], первые это показатели достижения конечного результата предприятия в целом, каждого структурного подразделения, каждого сотрудника, измеряемые

«относительно конкретных ожидаемых результатов». Целевые индикаторы могут быть абсолютными (объем продаж, масса чистой или валовой прибыли, лимиты затрат и т. д.) и относительными, или нормативами (норма чистой или валовой прибыли, нормативы условно-переменных затрат и др.). Базовые показатели – экономические величины, принятые в качестве основы, базы сравнения, сопоставления с другими показателями.

Определим три уровня показателей эффективности деятельности предприятия [1]:

1. Социально-экономические показатели или показатели устойчивости (уровень предприятия в целом).

2. Экономические показатели выпуска продукции и проектов создания новой продукции и развития или показатели экономичности.

3. Показатели выполнения отдельных планов и проектов или показатели потенциала.

Тогда с учетом видов управления получим следующую таблицу ключевых показателей (таблица 2).

Таблица 2.

Ключевые показатели эффективности по видам управления организацией [7]

Table 2.

Key performance indicators by types of organization management [7]

Показатели Indicators	Ключевые показатели эффективности по видам управления Key performance indicators by type of management		
	управление по целям Management by objectives	управление по процессам management by processes	управление по изменениям management by change
Социально-экономические (показатели устойчивости) Socio-economic (indicators of sustainability)	Достижение целей Achievement of objectives	Результат Result	Позиция на рынке Position in the market
Экономические (показатели экономичности) Economic (economy)	Затраты материальных ресурсов Expenses of material resources	Затраты ресурсов Costs of resources	Доля рынка Market share
Показатели выполнения (показатели потенциала) Performance indicators (capacity indicators)	Максимальная прибыль Maximum profit	Время и дефекты (несоответствия) Time and defects (discrepancies)	Темпы роста Growth rates

Помимо вышеуказанных, существуют следующие показатели: достижения конечного результата, внутренней и внешней среды. При этом они могут быть использованы для корректирующих действий, предупреждающих действий и мотивации [8].

Методика реализации стратегии изменений

На основе данных таблиц 1 и 2 можем сделать вывод, что более полным и мобильным

для предприятий малого и среднего бизнеса является управление по изменениям.

На рисунке 1 представлена методика реализации стратегии изменений на предприятии и оценки её эффективности. Модель, предложенная авторами, предполагает наличие восьми последовательных этапов. Сначала происходит сбор данных о деятельности организации, ситуации на рынке, конкурентах, затем оценивается

деятельность организации и выявление наличия либо отсутствия генеральной стратегии изменений. Следующим этапом является формирование генеральной стратегии изменений и определение базовых и целевых показателей эффективности её внедрения. Затем разрабатываются и реализуются мероприятия по достижению поставленных в генеральной стратегии целей. Важными

этапами является оценка реализации генеральной и частных стратегий изменений и компаративный анализ показателей эффективности реализации генеральной стратегии изменений. Завершающим моментом служит подготовка заключения о результатах реализации генеральной стратегии изменений [5].

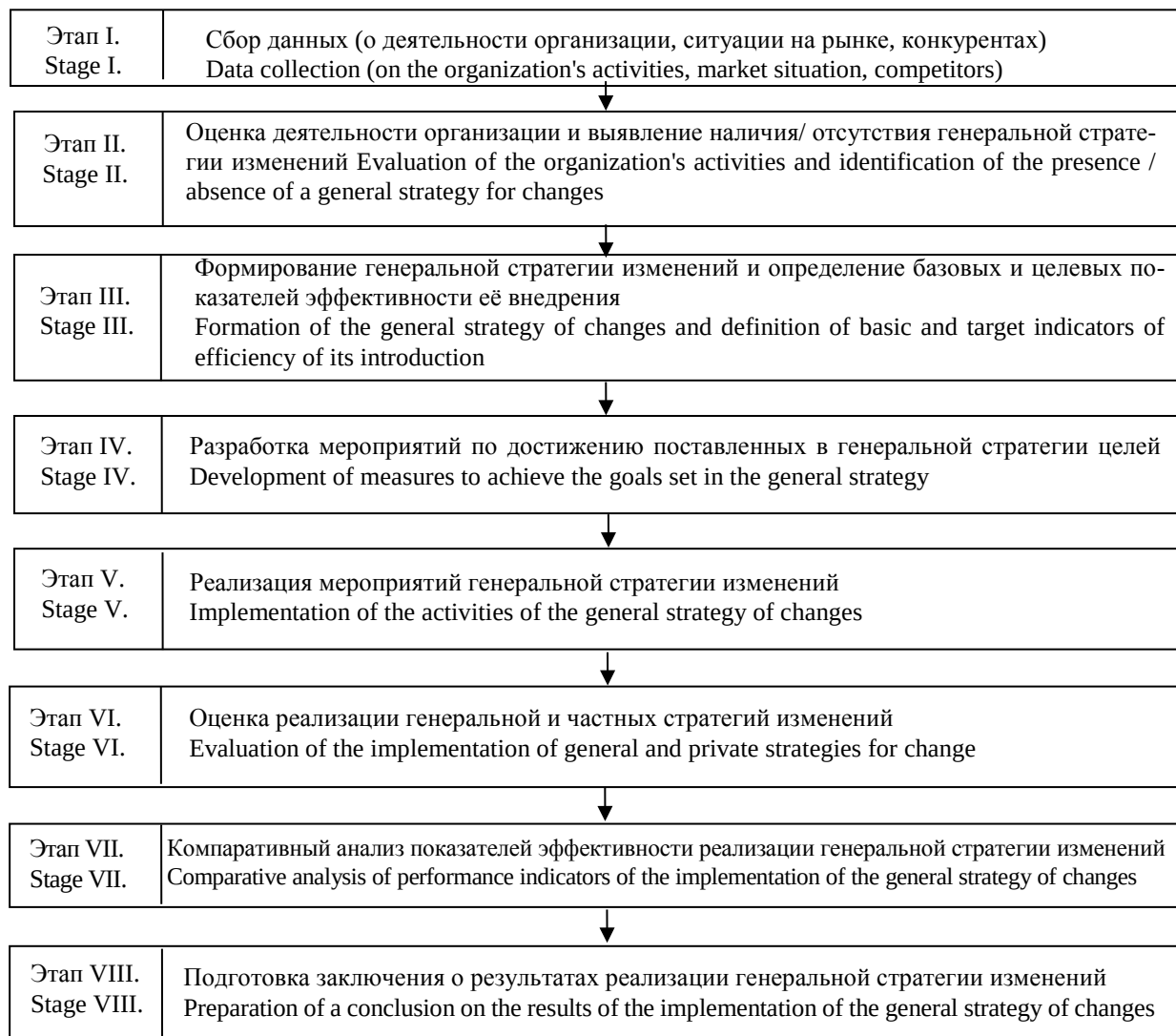


Рисунок 1. Методика реализации стратегии изменений на предприятии и оценки её эффективности

Figure 1. The methodology for implementing the strategy of changes in the enterprise and assessing its effectiveness

С учетом предложенной общей методики реализации стратегии изменений на предприятии и оценки её эффективности мы можем позволить организации осуществлять свою деятельность, учитывая воздействие внешней и внутренней среды, замечать необходимость внедрения стратегических изменений и проводить их реализацию.

Показатели экономичности, потенциала и устойчивости развития предприятия

Учитывая сферы воздействия и частные стратегии изменений, составим матрицу критериев и показателей (таблица 3).

Таблица 3.
Table 3.

Матрица критериев и показателей с учетом частных стратегий изменений по основным сферам организации [8–10]

The matrix of criteria and indicators, taking into account the private strategies of change in the main areas of the organization [8–10]

Сферы Sphere	Частные стратегии Private strategies	Критерии Criteria	Показатели Indicators	Влияние на КФЭ Influence on KPI
Технологии Technologies	Локальная стратегия Local strategy	Решение проблемы в деятельности предприятия в конкретном (локальном) бизнес-процессе; сохранение статуса целостности бизнес-процессов Solution of the problem in the activity of the enterprise in a specific (local) business process; Preservation of the status of the integrity of business processes	Коэффициент стабильности бизнес-процессов Coefficient of stability of business processes	Экономичность, Потенциал Economiсal, Potential
	Внедрение инноваций Introduction of innovations	Расширение ассортимента и увеличение номенклатуры продукции Expansion of the range and increase in the range of products	Объем и номенклатура продукции Volume and range of products	Потенциал Potential
	Стратегия исследовательских инноваций Strategy of research innovations	Доля «молодых» инноваций в технологии и бизнес-процессах The share of "young" innovations in technology and business processes	Оценка научных и финансовых ресурсов Assessment of scientific and financial resources	Потенциал Potential
	Стратегия "агрессивных" инноваций The strategy of "aggressive" innovations	Активное внедрение прогрессивных технологий на предприятии для решения радикальных и «очень быстрых» инноваций Active introduction of advanced technologies at the enterprise for the solution of radical and "very fast" innovations	Оценка финансовых ресурсов и рефинансирования Assessment of financial resources and refinancing	Потенциал, Устойчивость Potential, Sustainability
Финансы и экономика Finance and economics	Стратегия минимизации издержек Cost minimization strategy	Сохранение структуры затрат Saving Cost Structure	Затраты на производство, Себестоимость The cost of production, Cost price	Экономичность Economiсal
	Наращивание финансовых ресурсов Expansion of financial resources	Приращение финансовых ресурсов, оценка возможности самофинансирования и привлечения заемных средств Increment of financial resources, assessment of the possibility of self-financing and borrowing	Коэффициент самофинансирования, коэффициент заемных средств Coefficient of self-financing, loan ratio	Потенциал Potential
	Уникальные финансовые возможности Unique financial opportunities	Расширение финансовых ресурсов (самофинансирование или заемные средства), диверсификация финансовых ресурсов, инновационные финансовые решения Expansion of financial resources (self-financing or borrowed funds), diversification of financial resources, innovative financial solutions	Основные средства и заемные средства Fixed assets and borrowed funds	Потенциал Potential
	Стратегия синергизма Synergy strategy	Оптимальное сочетание прибыльности и платежеспособности организации Optimal combination of profitability and solvency of the organization	Коэффициенты текущей ликвидности и платежеспособности Coefficients of current liquidity and solvency	Устойчивость Sustainability
Рынок Market	Оборонительная стратегия Defensive strategy	Поддержание рыночной позиции Maintaining a Market Position	Доля рынка Market share	Устойчивость Sustainability
	Фокусирование на сегменте Focusing on the segment	Агрессивное продвижение товара на определенном сегменте рынка Aggressive promotion of goods in a certain segment of the market	Объем продаж определенного сегмента Sales volume of a certain segment	Потенциал Potential
	Стратегия диверсификации рынка The strategy of market diversification	Агрессивно-активное увеличение новых клиентов на том же рынке, клиентская база Aggressive-active increase in new customers in the same market, customer base	Коэффициент «приращения клиентов» Coefficient of "customer increment"	Потенциал Potential
	Стратегия быстрого реагирования Rapid Response Strategy	Увеличение количества новых клиентов на новом рынке, клиентская база The increase in the number of new customers in the new market, the client base	Коэффициент «приращения клиентов на новом рынке» The coefficient of "increment of customers in a new market"	Потенциал Potential
Организация Organization	Стратегия контроля Control strategy	Поддержание стабильного состава и кадровое обеспечение организации Maintaining a stable composition and staffing of the organization	Коэффициент текучести кадров Coefficient of turnover of staff	Устойчивость, Потенциал Sustainability, Potential
	Стратегия управленческого воздействия Management Strategy	Формирование управляемых рисков Managed Risk Formation	Оценка рисков на предприятии, измерение управляемых рисков Risk assessment in the enterprise, measurement of managed risks	Устойчивость Sustainability
	Стратегия сценариев развития будущего Future scenarios strategy	Возможность формирования и реализации различных сценариев развития, количество сценариев, достижение результатов The ability to form and implement various development scenarios, the number of scenarios, the achievement of results	Коэффициент сценарного развития Scenario coefficient	Устойчивость, Потенциал Sustainability, Potential
	Внедрение идеологии развития Implementation of the ideology of development	Сценарии организационного развития (от микропредприятия к малому предприятию и т. д.), оценка кадрового потенциала Scenarios of organizational development (from microenterprise to small enterprise, etc.), assessment of human resources	Интегральный показатель кадрового потенциала Integral indicator of staff potential	Устойчивость, Потенциал Sustainability, Potential

Рекомендации по выбору показателей эффективности достижения целей.

Данные величины должны отвечать следующим требованиям:

- быть качественно или количественно измеряемыми;
- учитывать требования потребителей и других заинтересованных сторон;
- отражать собственные внутренние цели процесса (подразделения);
- меру достижения поставленной цели, т. е. характеризовать результат процесса (например, объем невыполнения планового задания, число дней отставания от планового

срока и др., причем объем выпуска продукта и плановый срок являются целью, к которой стремится организация);

— могут быть использованы для сравнительной оценки качества деятельности (чем показатель больше/меньше, тем лучше проводится процесс);

— выявлять потери или дополнительные затраты на процесс управления деятельностью [7, 10].

Рассмотрим показатели эффективности внедрения стратегии изменений из таблицы 3, опишем их и установим значения, обеспечивающие стабильное развитие предприятия (таблица 4).

Таблица 4.

Показатели экономичности, потенциала и устойчивости развития предприятия [9, 11]

Table 4.

Indicators of economy, capacity and sustainability of enterprise development [9, 11]

Показатель Indicator	Описание Description	Значение, характеризующее развитие Meaning of development
Коэффициент стабильности бизнес-процессов Coefficient of stability of business processes	Отношение индекса пригодности к индексу воспроизводимости процессов	$P_s \geq 0,9$
Объем и номенклатура продукции Volume and range of products	Соотношение отдельных видов и объемов продукции	+5%
Оценка научных и финансовых ресурсов Assessment of scientific and financial resources	Это научные, денежные и приравненные к ним средства, используемые с целью финансирования деятельности предприятия	Шкала от 1 до 5 Scale from 1 to 5
Оценка финансовых ресурсов и рефинансирования Assessment of financial resources and refinancing	Идентификация финансового положения, выявление факторов, влияющих на формирование финансовых ресурсов, определение резервов и угроз, влияющих на финансовое состояние предприятия	Шкала от 1 до 5 Scale from 1 to 5
Затраты на производство, себестоимость Costs of production, cost	Отношение всех затрат на количество выпущенных изделий	-5%
Коэффициент самофинансирования Coefficient of self-financing	Отношение размера чистых активов к итогу баланса	+5%
Коэффициент заемных средств Coefficient of borrowed funds	Отношение заемного к собственному капиталу	-5%
Основные средства и заемные средства Fixed assets and borrowed funds	Установление сроков использования привлекаемых заемных средств для оптимизации соотношения долго- и краткосрочных их видов, полученных на осуществление инвестиций в основные средства	Шкала от 1 до 5 Scale from 1 to 5
Коэффициент текущей ликвидности Coefficient of current liquidity	Отношение фактической стоимости всех оборотных средств (активов) к краткосрочным обязательствам (пассивам);	≥ 2
Коэффициент платежеспособности Coefficient of solvency	Отношение актива баланса к кредиторской задолженности + привлеченный капитал	>1
Доля рынка Market share	Показывает успешность развития компании во времени и конкурентоспособность предприятия, считается как объем продаж (сбыта) к общему объему продаж на рынке в процентах	+5%
Объем продаж определенного сегмента Sales volume of a certain segment	Объем продаж определенного сегмента, выраженный в количественном или денежном эквиваленте	+5%
Коэффициент «приращения клиентов» Coefficient of "customer increment"	Отношение разности количества клиентов до и после определенного периода к начальному значению	+5%
Коэффициент «приращения клиентов на новом рынке» The coefficient of "increment of customers in a new market"	Отношение разности количества клиентов на новом рынке до и после определенного периода к начальному значению	+5%
Коэффициент текучести кадров Coefficient of turnover of staff	Количество уволенных работников (по собственному желанию и за нарушения) к среднесписочной численности персонала в процентах	0–1%
Оценка рисков на предприятии, измерение управляемых рисков Risk assessment in the enterprise, measurement of managed risks	Идентификация, анализ, определение количества и оценка всех рисков предприятия, сопутствующих его операционной, финансовой и стратегической деятельности	Шкала от 1 до 5
Коэффициент сценарного развития Scenario coefficient	Проработка как минимум 3-х предположений о возможных сценариях развития событий (наиболее вероятный, пессимистичный и оптимистичный) и подсчет коэффициента интенсивности развития, как отношения роста объемов продаж предприятия к среднему росту объемов продаж по отрасли в целом в процентах	Шкала от 1 до 5 Scale from 1 to 5
Интегральный показатель кадрового потенциала Integral indicator of staff potential	Высчитывается по средневзвешенной сумме таких показателей, как квалификация, компетентность, кадровый рост и пр.	Шкала от 1 до 5 Scale from 1 to 5

Значения количественных показателей в настоящей статье приняты на основе обобщения принятых предельных или оптимальных значений; по предлагаемому в балльной оценке предлагается шкала экспертной оценки, разработанная авторами. Использование представленных показателей направлено на конкретизацию системы целей по сферам деятельности предприятия, а именно, технология, финансы и экономика, рынок и организация. Это позволяет сделать разработанные цели измеримыми. Наличие у каждой частной стратегии показателей ее достижения позволяет каждому участнику процесса понимать свою роль в реализации стратегии компании. Соответственно, предприятие, под руководством опытных менеджеров, становится эффективным инструментом достижения поставленных целей.

Выводы

1. Растущая нестабильность среды требует от фирм разработки всё более сложных систем управления. Сложилось несколько моделей управления: связанные с определением позиций (долгосрочное и стратегическое планирование, управление по целям), т. е. направляющее

ЛИТЕРАТУРА

1 Жемчугов А.М., Жемчугов М.К. Цели организации, конечные результаты и показатели деятельности // Проблемы экономики и менеджмента. 2012. № 11. С. 3–12.

2 Мамий С.А., Бондаренко Л.Л. Развитие малого бизнеса в России как перспектива экономикополитической самостоятельности. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 113. С. 1243–1257.

3 Щепакин М.Б. Модель управления поведением хозяйствующего субъекта в изменяющемся маркетинговом пространстве // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. 2016. № 6. С. 110–116

4 Погонев С.В., Бочарова И.Ю. Теоретические основы эффективности развития промышленного предприятия. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. Т. 8. № 10–1. С. 112–114.

5 Красникова А.В. Повышение эффективности управления устойчивым развитием предприятия на основе применения сбалансированной системы показателей. // Экономинфо. 2015. № 23. С. 43–47.

6 Ковалева Т.Ю., Базуева Е.В. Детерминанты качества системы институтов кластерного развития региональной экономики. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2016. № 1. С. 21–30.

7 Makarova, V. How to organize the efficient ERM model in non-financial companies and evaluate it efficiency in respect of corporate governance // Journal of Business and Retail Management Research. 2017. Т. 11, № 3, С. 130–143.

«наступление» фирмы в её окружении; связанные с управлением по процессам; связанные со своевременной реакцией (управление по изменениям), дающие ответ на быстрые и неожиданные изменения в окружении фирмы.

2. Сопоставление разных видов управления по результатам и способам их достижения показало, что управление по изменениям более предпочтительно для предприятий малого и среднего бизнеса.

Управление по изменениям предполагает получение определенного представления о будущих тенденциях в развитии организации и активное использование предпринимательской структурой современных методов управления, обеспечивающих экономическую устойчивость и стабильность.

3. Оценка эффективности деятельности предприятия может осуществляться в соответствии с показателями эффективности. В статье предложена матрица отбора таких показателей с учетом сферы воздействия и указаны значения, при которых предприятие приобретает стабильность таких ключевых факторов эффективности управления, как экономичность, потенциал и устойчивость организации.

8 Razminiene K., Tvaronaviciene M., Zemlickiene V. Evaluation of cluster efficiency measurement tool // Terra Economicus. 2016. Т. 14. № 3. С. 101–111. DOI: 10.18522/2073-6606-2016-14-3-101-111

9 Girard L.F., Cerreta M., De Toro P. Towards a Local Comprehensive Productive Development Strategy: A Methodological Proposal for the Metropolitan City of Naples // Quality Innovation Prosperity. 2017. № 21/1 С. 223–240. DOI: 10.12776/QIP.V21I1.779

10 Захаркина Н.В., Плахова Л.В., Лергостаева С.А. Кадровый потенциал промышленной организации: подходы и методы оценки // Фундаментальные исследования. 2016. № 8–2. С. 327–331. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40665> (дата обращения: 05.07.2017).

11 Коняшова А.В. Показатели оценки функциональных составляющих экономической устойчивости развития предприятия // Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 8 (299). С. 123–128.

REFERENCES

1 Zhemchugov A.M., Zhemchugov M.K. Purpose organization results and performance measures. *Problemy ekonomiki i menedzhmenta* [Problems of Economics and management]. 2012. no. 11. pp. 3–12. (in Russian).

2 Mamii S.A., Bondarenko L.L. Small business development in Russia, as the prospect of economic and political independence. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University]. 2015. no. 113. pp. 1243–1257. (in Russian).

3 Shchepakina M.B. Model control the behavior of the entity in the changing marketing space. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*. 2016. no. 6. pp. 110–116. (in Russian).

4 Pogonev S.V., Bocharova I.Yu. Theoretical basis of efficiency of development of industrial enterprises. *Vestnik VGTU [Proceedings of VGTU]*. 2012. vol. 8. no. 10-1. pp. 112–114. (in Russian).

5 Krasnikova A.V. Improving the efficiency of sustainable development management of the enterprise on the basis of a balanced scorecard. *Ekonominfo*. 2015. no. 23. pp. 43–47. (in Russian).

6 Kovaleva T.Yu., Bazueva E.V. Determinants of quality of institutions for cluster development of the regional economy. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Proceedings of Astrakhan state technical University]*. 2016. no. 1. pp. 21–30. (in Russian).

7 Makarova V. How to organize the efficient ERM model in non-financial companies and evaluate it efficiency in compliance with corporate governance. *Journal of Business and Retail Management Research*. 2017. vol. 11, no. 3, pp. 130–143.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина С. Мерзликина д.э.н., профессор, кафедра экономики и управления, Волгоградский государственный технический университет, пр-т им. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, merzlikina@vstu.ru

Татьяна Е. Кожанова старший преподаватель, кафедра прикладной математики, Волгоградский государственный технический университет, пр-т им. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, kozhanova.te@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Галина С. Мерзликина консультация в ходе исследования, коррекция рукописи

Татьяна Е. Кожанова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 19.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2017

8 Razminiene K., Tvaronaviciene M., Zemlickiene V. Evaluation of the cluster efficiency measurement tool. *Terra Economicus*. 2016. vol. 14. no. 3. pp. 101–111. DOI: 10.18522/2073-6606-2016-14-3-101-111

9 Girard L.F., Cerreta M., De Toro P. Towards a Local Comprehensive Productive Development Strategy: A Methodological Proposal for the Metropolitan City of Naples. *Qualital Innovation Prosperity*. 2017. no. 21/1. pp. 223–240. DOI: 10.12776/QIP.V21I1.779

10 Zakharkina N.V., Plakhova L.V., Legostaeva S.A. Personnel potential of the industrial organization: approaches and evaluation methods. *Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]*. 2016. no. 8-2. pp. 327–331. Available at: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40665> (Acceded at 05.07.2017). (in Russian).

11 Konyashova A.V. Performance evaluation of functional components of economic sustainability of the enterprise. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Chelyabinsk state University]*. 2013. no. 8 (299). pp. 123–128. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina S. Merzlikina doctor of economical sciences, professor, economics and management department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28, Volgograd, 400005, Russia, merzlikina@vstu.ru

Tatyana E. Kozhanova senior lecturer, applied mathematics department, Volgograd State Technical University, Lenin Av., 28, Volgograd, 400005, Russia, kozhanova.te@yandex.ru

CONTRIBUTION

Galina S. Merzlikina consultation during the study, correction of the manuscript

Tatyana E. Kozhanova review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.19.2017

ACCEPTED 5.18.2017

Интеллектуальный капитал: подходы к анализу как объекту внутренней среды хозяйствующего субъекта

Ольга Е. Устинова¹ olga.e.ustinova@yandex.ru

¹Московская академия Следственного комитета Российской Федерации, ул. Врубеля, д. 12, г. Москва, 125080, Россия

Реферат. Интеллектуальный капитал имеет стратегическое значение для современной компании. При этом эффективное его управление, включающее стимулирующий и творческий подход к решению проблем будет способствовать повышению конкурентоспособности и развитию хозяйствующих субъектов. В статье рассматривается интеллектуальный капитал как объект анализа внутренней среды. В разрезе предложенных подходов к его изучению рассмотрено и его воздействие на развитие компании. Особое значение и влияние интеллектуальный капитал оказывает на внутренние процессы, так как на каждом из них интеллектуальная составляющая позволяет достичь положительного синергетического эффекта от взаимодействия разных объектов. Более подробно предложено его рассмотрение в разрезе позиции компании, которую она занимает на рынке, принципов ее деятельности, выстраивания маркетинговой политики, использования ресурсов, методов и средств принятия управленческих решений, сформированной организационной культуры. Для анализа состояния внутренней среды предлагаются основные подходы, в разрезе которых рассмотрен интеллектуальный капитал, среди них: методы анализа денежных потоков, экономическая эффективность и финансовая реализуемость проекта, анализ консолидированного финансового потока по группе объектов, оценка потенциала хозяйствующего субъекта, технологии выбора инвестиционной политики, технологии выбора механизмов по стимулированию персонала. Внутреннюю среду компании целесообразно анализировать с позиции воздействия на ее состояние интеллектуального капитала. Предложена схема взаимодействия интеллектуального капитала и объектов оценки внутренней среды хозяйствующего субъекта. Результаты исследования следует рассматривать как исходные данные для дальнейшей разработки экономической оценки влияния интеллектуального капитала на конкурентоспособность компаний.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, внутренняя среда, анализ, оценка, конкурентоспособность

Intellectual capital: approaches to analysis as an object of the internal environment of an economic entity

Olga E. Ustinova¹ olga.e.ustinova@yandex.ru

¹Moscow academy of the Investigative Committee of the Russian Federation, Vrublei str., 12, Moscow, 125080, Russia

Summary. Intellectual capital is of strategic importance for a modern company. At the same time, its effective management, including a stimulating and creative approach to solving problems, will help to increase the competitiveness and development of economic entities. The article considers intellectual capital as an object of analysis of the internal environment. In the context of the proposed approaches to its study, its impact on the development of the company is also considered. The intellectual capital has a special significance and influence on internal processes, since on each of them the intellectual component allows to achieve a positive synergetic effect from the interaction of different objects. In more detail, it is proposed to consider it in terms of the position of the company it occupies on the market, the principles of its activities, the formation of marketing policies, the use of resources, methods and means of making managerial decisions, and the organizational culture formed. For the analysis of the state of the internal environment, the main approaches are proposed, in which the intellectual capital is considered, among them: methods for analyzing cash flows, economic efficiency and financial feasibility of the project, analysis of the consolidated financial flow by group of objects, assessment of the potential of the business entity, technology of choice of investment policy, technology Selection of incentive mechanisms. In this regard, it is advisable to analyze the company's internal environment from the position of influencing its state of intellectual capital. The scheme of interaction of intellectual capital and objects of an estimation of an internal environment of the managing subject is offered. The results of this study should be considered as initial data for the further development of the economic evaluation of the influence of intellectual capital on the competitiveness of companies.

Keywords: intellectual capital, internal environment, analysis, evaluation, competitiveness

Введение

Повышение потенциала хозяйствующих субъектов и, как следствие, их конкурентоспособности в значительной степени обеспечивается посредством решения проблем, возникающих в нестабильной экономической обстановке [1–4]. Следствием этого, как правило, становится снижение покупательской способности населения, рост безработицы, усиление налоговой нагрузки

на предпринимателей другие трудности, с которыми сталкиваются хозяйствующие субъекты. Особенно стоит отметить информационный дефицит, связанный с недостатком знаний о текущем и прогнозном состоянии рынка, об изменении спроса, размещении ресурсов, что в результате затрудняет ориентацию компаний на рынке [5]. Адаптация хозяйствующих субъектов к конкурентным условиям в нестабильной

Для цитирования

Устинова О.Е. Интеллектуальный капитал: подходы к анализу как объекту внутренней среды хозяйствующего субъекта // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 257–264. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-257-264

For citation

Ustinova O.E. Intellectual capital: approaches to analysis as an object of the internal environment of an economic entity. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 257–264. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-257-264

и изменчивой среде должна базироваться на основе непрерывного анализа деятельности конкурентов, своего стратегического потенциала, а также оценки эффективности его использования. Отличительной чертой, характерной для новой экономики, являются знания, которые в современных условиях становятся непосредственной производительной силой. Важно отметить, что они формируют большую часть создаваемой стоимости, при этом образование и обучение рассматриваются как форма инвестиций в человеческий капитал. В связи с этим возрастает роль менеджмента в области интеллектуальных ресурсов [6–10].

Данными обстоятельствами обозначается важность и необходимость анализа внутренней среды хозяйствующего субъекта, учитывая не всегда благоприятно сложившуюся рыночную среду в определенном промежутке времени.

Это позволит компаниям увидеть новые возможности и потенциал, на которые они смогут рассчитывать в конкурентной борьбе, добиваясь поставленных целей. Как известно, любой хозяйствующий субъект вовлечен в три процесса: поступление ресурсов из внешней среды, их преобразование и выпуск новых продуктов. Важно подчеркнуть особое значение и влияние интеллектуального капитала на указанные процессы, так как на каждом из них интеллектуальная составляющая позволяет достичь положительного синергетического эффекта от взаимодействия разных объектов.

Основная часть

Рассмотрим внутренние процессы, происходящие в компаниях. Внутреннюю среду компании целесообразно анализировать с позиции воздействия на ее состояние интеллектуального капитала (рисунок 1).



Рисунок 1. Интеллектуальный капитал как часть объектов анализа внутренней среды хозяйствующего субъекта
Figure 1. Intellectual capital as part of the objects of analysis of the internal environment of an economic entity

Рассмотрим более подробно интеллектуальный капитал как составляющий компонент основных объектов анализа внутренней среды организации.

Позиция компании может быть выражена сферой деятельности, целями, стратегией, имиджем, миссией. Как известно, в миссии формулируется смысл существования любого хозяйствующего субъекта. При этом среди ключевых ее элементов важное значение имеет интеллектуальный капитал. Так, при определении сферы деятельности, в которых компания планирует работать, не обойтись без интеллектуальной составляющей при выработке стратегических целей и ключевых показателей ее деятельности. Кроме того, важнейшим компонентом в позиционировании хозяйствующего субъекта становится компетентность персонала и формирование конкурентных преимуществ с учетом созданных общекорпоративных ценностей.

Практика управления, в свою очередь, оказывает влияние на формирование принципов деятельности каждой организации. Наряду с общеизвестными принципами организационно-административной обособленности, финансово-экономической самостоятельности, производственно-техническим единством, заслуживают внимание другие прогрессивные формы общественной организации производства: централизация, концентрация, специализация, кооперирование и комбинирование. Они, как правило, на основе активного использования интеллектуального капитала всегда приносили пользу как обществу, так и конкретной организации в частности. Вместе с тем, развитие концентрации производства в рамках хозяйствующего субъекта оказывало как положительное, так и негативное воздействие. Этот процесс оправдан и допустим в случае постановки цели, ориентированной на минимизацию издержек при производстве и реализации продукции. При этом важно подчеркнуть, что концентрация тесно связана с монополизацией рынка и это, в свою очередь, требует государственного регулирования с целью обеспечения конкуренции. В современных экономических условиях для многих компаний наиболее эффективными становятся развитие концентрации на основе комбинирования и диверсификации производства. Причем комбинация принципов деятельности хозяйствующего субъекта формируется на основе интеллектуальной составляющей в части человеческого, организационного (структурного) и потребительского капиталов.

Нельзя не отметить, что интеллектуальный капитал может выступать как ресурс организации, входящий в состав других, и как самостоятельный объект. При этом он участвует в формировании ценности и капитализации компании. Внимание заслуживают также исследования деловой репутации (гудвилла), поскольку само его появление

сопряжено с попыткой ученых, экономистов объяснить разницу, возникающую между рыночной и балансовой стоимостью активов организации. В научных, экономических публикациях под гудвиллом подразумевается совокупность неосознанных активов, обеспечивающих компании конкурентные преимущества, результатом которых предполагается получение дополнительной экономической выгоды. Перечень таких активов достаточно широк, к ним следует отнести компетенцию персонала, лояльность партнеров и клиентов, научные знания, уникальные технологии, фирменное наименование, организация системы качества и управления и др.

Разные концепции по-своему трактуют набор рыночных активов, вместе с тем, стоит отметить их схожесть относительно разумной самооценки менеджмента компании в отношении ее потенциала, в том числе интеллектуального. Более того, ряд исследователей находят тесную взаимосвязь между интеллектуальным потенциалом, как конкурентного преимущества, и потребностями рынка. Учитывая изложенное, важное значение следует придать разработке выверенной стратегии формирования интеллектуальных активов. Это, в свою очередь, позволит хозяйствующим субъектам укрепить рыночные позиции, повысить при этом стоимость компании и ее капитализацию. Особый интерес вызывают интеллектуальные активы маркетинговой природы, предложенные Э. Брукинг в своей работе «Интеллектуальный капитал». Автор, исходя из своих наблюдений, делает вывод о влиянии потребительской составляющей или потребительского капитала на формирование и развитие рыночных активов. Среди их перечня приведем некоторые: благоприятные контракты, деловое сотрудничество, корпоративная марка, механизмы распределения, повторные контракты, приверженный покупатель, портфель заказов и др.

Необходимо отметить особую значимость системе управления, поскольку интеллектуальный капитал нуждается в использовании прогрессивных методов и способов принятия управленческих решений. Только в случае построения системы оценки и управления интеллектуальным капиталом возможен и ожидаем рост прибыли. Разумеется, не существует единой и универсальной системы, поскольку каждая организация имеет свою бизнес-модель и обладает характерным для нее интеллектуальным капиталом. Система менеджмента должна представлять реально существующую структуру, посредством которой управление обретает конкретное содержание и проявление.

В структуре компании организационный капитал включает в себя материальную и нематериальную составляющую. Организационный капитал как специфическая нематериальная структура состоит из всех бизнес-процессов

и систем, аккумулирующих опыт и накопленные знания за продолжительный период. Применительно к нематериальной структуре целесообразно выделить синергетический эффект, проявляющийся в результате оптимизации внутренних параметров, процессов, внешних связей организации, принятия решений, быстрой адаптации структуры к современным вызовам внешней среды.

Корпоративная культура представляет собой основу когнитивной системы организации. В условиях развития экономики знаний особенной актуальными становятся вопросы ее изменения и адаптации к новым вызовам рыночной экономики. При этом культура знаний и информационная культура выступают надстройкой к существующему типу организационной культуры хозяйствующего субъекта. Главной задачей выступает создание благоприятной атмосферы и обстановки, которая

будет способствовать систематическому накоплению, распространению и информационному обмену знаний между сотрудниками. Организационная культура в ряду главных ценностей ставит генерирование идей как источник новых знаний, информационную открытость, готовность к переменам, обучение и инновации.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что интеллектуальный капитал хозяйствующего субъекта представляет собой часть внутренней среды, которая оказывает постоянное и непосредственное воздействие на его функционирование и количественные и качественные характеристики его капитализации.

Для анализа состояния внутренней среды предлагаются основные подходы, в разрезе которых рассмотрен интеллектуальный капитал (таблица 1).

Таблица 1.

Подходы к анализу внутренней среды хозяйствующего субъекта и интеллектуального капитала

Table 1.

Approaches to the analysis of the internal environment of the business entity and intellectual capital

Подходы к анализу Approaches to analysis	Характеристика Characteristic	Характеристика Intellectual capital in the analysis of the internal environment
Методы анализа денежных потоков (Cash Flow анализ, Discounted Cash Flow-DCF) Methods of analysis of cash flows (Cash Flow analysis, Discounted Cash Flow-DCF)	Рассчитываются денежные поступления с целью определения оптимального уровня, для всех будущих периодов. Cash receipts are calculated to determine the optimal level for all future periods.	Рассчитываются денежные поступления с целью определения оптимального уровня, для всех будущих периодов. It is used for the evaluation of intellectual property objects that have specific terms of service, usually representing economic and legal content.
Экономическая эффективность и финансовая реализуемость проекта Economic efficiency and financial feasibility of the project	Оценивается уровень наличия достаточного количества денежных средств на всех этапах реализации проекта (при расчете коммерческой эффективности показателем выступает поток (сальдо) реальных денег) The level of availability of sufficient amount of money is estimated at all stages of the project implementation (in the calculation of commercial efficiency, the indicator is the flow (balance) of real money)	Оценивается уровень наличия достаточного количества денежных средств на всех этапах реализации проекта (при расчете коммерческой эффективности показателем выступает поток (сальдо) реальных денег) Intellectual capital is seen as a resource that influences innovation processes and the emergence of new products and technologies
Анализ консолидированного финансового потока по группе объектов Analysis of the consolidated financial flow by group of objects	Позволяет оценить полученные преимущества в результате объединения объектов в консолидированную группу Allows you to evaluate the benefits obtained as a result of consolidating objects into a consolidated group	Позволяет оценить полученные преимущества в результате объединения объектов в консолидированную группу The synergetic effect in the financial flow from the combination of intellectual capital of different companies
Оценка внутренней среды Assessment of the internal environment	Предназначен для выявления стратегически слабых и сильных сторон Designed to identify strategically weak and strong sides	Предназначен для выявления стратегически слабых и сильных сторон It allows to characterize the influence of intellectual capital on the state of the internal environment, which includes the main directions: marketing, finance, operations management, human resources, organizational culture
Оценка потенциала хозяйствующего субъекта Estimation of the potential of an economic entity	Позволяет оценить потенциал системы, включающая в себя комплекс структурных элементов, направленных на обеспечение долгосрочного экономического развития предприятия на основе разработанных стратегий It allows to evaluate the potential of the system, which includes a set of structural elements aimed at ensuring long-term economic development of the enterprise based on the developed strategies	Позволяет оценить потенциал системы, включающая в себя комплекс структурных элементов, направленных на обеспечение долгосрочного экономического развития предприятия на основе разработанных стратегий When analyzing the influence of intellectual capital on the economic potential, it is important to choose the criteria for its evaluation: the aggregate of personnel, financial, production, innovation, information and other potentials (opportunities)

Подходы к анализу Approaches to analysis	Характеристика Characteristic	Характеристика Intellectual capital in the analysis of the internal environment
Технологии выбора инвестиционной политики Technologies of choice of investment policy	Решает вопросы разработки собственной инвестиционной политики, исходя из своей стратегии и оценки состояния ее собственниками Solves the issues of developing its own investment policy, based on its strategy and assessment of the state of its owners	Решает вопросы разработки собственной инвестиционной политики, исходя из своей стратегии и оценки состояния ее собственниками IR as a component of investment projects has an impact on the formation of the investment policy of the business entity
Технологии выбора механизмов стимулирования персонала Technologies for selecting mechanisms to stimulate staff	Предназначены для выбора современных механизмов стимулирования персонала на основе глубокого изучения организации, выявления особенностей корпоративной культуры, эмоциональной атмосферы, стиля управления и ряда других факторов. Are intended for a choice of modern mechanisms of stimulation of the personnel on the basis of deep studying of the organization, revealing features of corporate culture, emotional atmosphere, management style and some other factors.	Предназначены для выбора современных механизмов стимулирования персонала на основе глубокого изучения организации, выявления особенностей корпоративной культуры, эмоциональной атмосферы, стиля управления и ряда других факторов. Modern technologies of choice of incentive mechanisms for staff expand the possibilities in its involvement in accomplishing tasks, achieving the goals set and increasing the value of human capital

С учетом изложенного видится необходимым более подробно остановиться на каждом из них.

1. Метод дисконтирования будущего денежного потока предназначен для расчета денежных поступлений для предстоящих периодов. Посредством применения ставки дисконтирования и техники расчета стоимости, приведенной к текущему моменту, интеллектуальный капитал может быть оценен с учетом сроков его использования. При этом период выбирается более короткий из двух сроков службы: экономического или юридического. Указанный срок представляет собой период, в течение которого неосязаемые активы смогут принести экономическую отдачу. Активы, в свою очередь, оцениваются с учетом остаточного срока службы: юридического, физического, функционального, технологического, экономического, срока по контракту.

2. Экономическая эффективность и финансовая реализуемость проекта может оцениваться как зависимость величины поучаемой хозяйствующим субъектом прибыли от характера и степени использования интеллектуального капитала и от размера затрат на его появление. Определение степени этой зависимости путем использования расчетных методик позволит менеджменту компании оценить возможные варианты использования интеллектуального капитала на этапе разработки концепции построения бизнеса. Кроме того, это позволит предположить возможные варианты его применения и выбрать среди них оптимальный.

3. Анализ консолидированного финансового потока по группе объектов позволит оценить порядок организации внутрикорпоративных расчетов в рамках консолидированной

группы. Стоит отметить, что при цепном способе организации взаиморасчетов участников группы основная доля выручки от реализации продукции, выполнения работ или оказания услуг, а также исходящих финансовых потоков в виде платежей тем же участникам группы (за поставленное сырье, материалы и проч.), приходится на расчеты между дочерними компаниями. Соответственно, при таком подходе доля расчетов между головной организацией и дочерними компаниями будет минимальной. При зонтичном способе расчеты осуществляются между дочерними и головной компаниями, в данном случае будет применяться централизованный подход к перераспределению финансовых потоков. Консолидация финансовых ресурсов позволит компании получить синергетический эффект, в результате которого возрастает ценность интегрированного интеллектуального капитала. Это, в свою очередь, будет способствовать укреплению платежеспособности и повышению устойчивости экономического сотрудничества группы компаний. Нередко размер интегрированной структуры сам по себе становится гарантом стабильности и повышения рейтинга.

4. Оценка внутренней среды представляет завершающий этап анализа, предполагающий выявление сильных и слабых сторон хозяйствующего субъекта, а также потенциал системы, направленный на долгосрочное экономическое развитие компании. Объектами исследования являются: маркетинг, финансовые и человеческие ресурсы, производство и операции, организационная культура. Интеллектуальный капитал при этом участвует и оказывает влияние на каждый из них (рисунок 2).

Так, при рассмотрении маркетинговой деятельности особо следует уделить двойственности направлений ее исследования. С одной стороны, интеллектуальный капитал имеет особое значение имеет в непосредственной деятельности в части создания маркетинговых находок и технологий, а с другой, рассматривается как готовый инновационный продукт или услуга и его продвижение на рынке.

Интеллектуальный капитал оказывает влияние на добавленную стоимость, увеличивая при этом размер финансовых ресурсов компании. Поэтому подробный финансовый анализ позволит

выявить имеющиеся и потенциальные слабости хозяйствующего субъекта и его положение в сравнении с конкурирующими фирмами.

Важной составляющей устойчивого функционирования компании на рынке является постоянный анализ организационных, операционных, технико-технологических характеристик производственных процессов, а также управления операциями. При этом необходимо обратить внимание на технологические и организационные особенности процесса управления и их состояние, а также разработку и внедрение инноваций как основы формирования интеллектуального капитала.

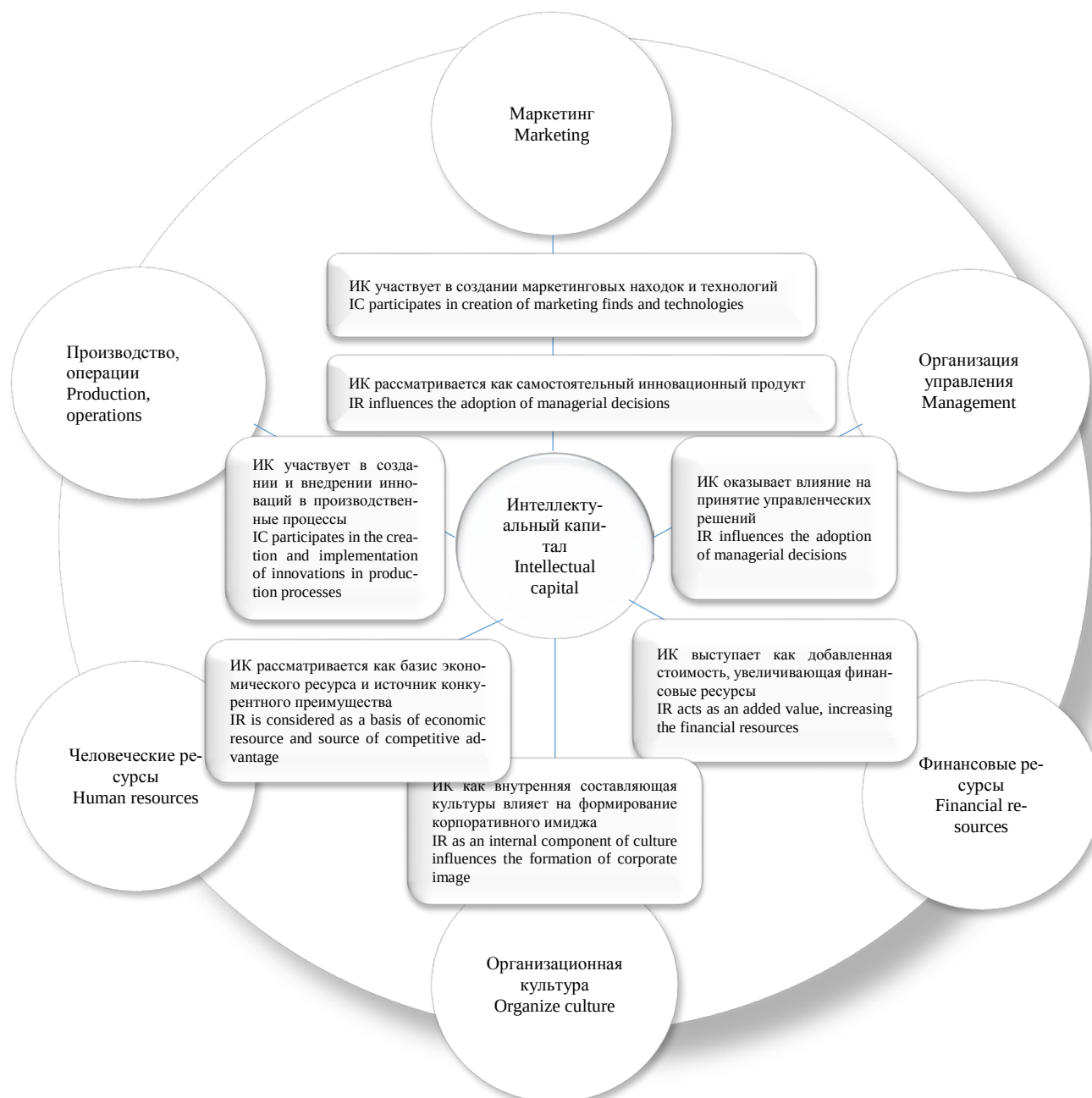


Рисунок 2. Объекты оценки внутренней среды хозяйствующего субъекта и влияние на них интеллектуального капитала
Figure 2. Objects of assessing the internal environment of an economic entity and the impact on them of intellectual capital

Персонал хозяйствующего субъекта является одной из наиболее важных составляющих элементов внутренней среды. П. Друкер ввел термин «интеллектуальный работник» (knowledge worker) и позже отмечал, что базисным экономическим ресурсом, доминантой и источником конкурентного преимущества являются знания. При анализе человеческих ресурсов организации необходимо обратить внимание не только на уровень компетенции и профессиональной квалификации, но и на стиль руководства, сложившийся в компании и его эффективность. Помимо этого, следует учитывать степень участия рядовых сотрудников в управлении и в принятии решений. Это позволит выделить слабые стороны и разработать соответствующие мероприятия по преодолению этих барьеров.

Организационная культура хозяйствующего субъекта формирует образ компании, который складывается внутри и вовне, создает впечатление у целевой аудитории и побуждает ее к совершению покупки. При этом одной из важнейших задач, стоящих перед организацией, является поддержание благоприятного имиджа, что, в свою очередь, оказывает влияние на увеличение стоимости компании. Отсюда, руководству следует донести до персонала миссию и цели деятельности компании, их важность и значение, определить программу действий для достижения поставленных задач.

1. Анализ исследований в отношении оценки потенциала хозяйствующего субъекта показал, что в отечественной экономической науке не сложилось единого подхода к выбору ее критериев. Некоторые авторы предлагают критерии оценки в зависимости от направлений деятельности: производственную, финансовую, кадровую, управленческую и др. Другие выделяют группы показателей, в частности: ресурсные, включающие маркетинговую, финансовую, производственную, организационную составляющую потенциала и трудовые, представленные уровнем сервиса, дифференциации продукции, интенсивностью информации, уровнем опыта персонала. Стоит отметить, что интеллектуальный капитал является составляющим компонентом потенциала всей организации. При этом важно подчеркнуть, что образование как продолжительный и многогранный процесс приобретения систематизированных знаний, имеет огромное значение. Вместе с тем, оно может рассматриваться как процесс и как продукт своего труда. Однако, интеллектуальный потенциал компании формируется не только за счет указанного фактора, но и посредством информационных ресурсов и активов, формализованных и неформализованных знаний человеческого капитала. Кроме того, важной составляющей интеллектуального потенциала будут являться интеллектуальная собственность компании,

рыночный капитал, включающий в себя стоимость бренда и клиентскую базу, и инфраструктурные активы. С учетом изложенного, существующие методы оценки потенциала хозяйствующего субъекта целесообразно объединить в группы: методы, основанные на анализе сравнительных преимуществ, построенные на основе теории эффективной конкуренции, базирующиеся на теории мультипликатора, на сравнении с эталоном, определения позиции в конкуренции, матричные методы оценки конкурентоспособности, интегральный метод.

2. Технологии выбора инвестиционной политики позволяют хозяйствующему субъекту разработать собственную инвестиционную политику, исходя из имеющихся достижений экономического, научно-технического характера и рассчитывать на прибыль от инвестируемого капитала. Инвестиционную политику принято классифицировать в зависимости от направленности: повышения эффективности производства, модернизации оборудования и технологических процессов, выход на новые рынки сбыта и другие. Для реализации указанной политики формируется инвестиционная программа, представляющая собой совокупность реальных инвестиционных проектов, сгруппированная по определенным признакам и представляющая собой единый объект управления. При этом интеллектуальному капиталу уделяется особое внимание, поскольку инвестиционные проекты включают в себя все его структурные элементы. Специалистом канадского коммерческого банка Х. Сент-Онжем и представителем шведской страховой компании Skandia Л. Эдвинссоном, исходя из убеждения, что интеллектуальный капитал должен находиться по отдельности или одновременно в головах сотрудников, в организационных структурах компании и у потребителей [7], он рассмотрен в виде трех его составляющих частей: человеческий, структурный и потребительский. Таким образом, интеллектуальный капитал как составная часть инвестиционных проектов оказывает влияние на формирование инвестиционной политики хозяйствующего субъекта.

3. Управление персоналом становится одним из важных направлений в обеспечение конкурентоспособности хозяйствующих субъектов и основным критерием их экономического успеха. При этом современные теории мотивации деятельности персонала доказывают, что не всегда материальные стимулы побуждают сотрудников к большему усердию в труде. Овладев современными технологиями выбора механизмов по стимулированию персонала, руководители компаний расширяют свои возможности в привлечении персонала к выполнению задач и достижению поставленных целей. Наиболее успешные руководители понимают

и активно используют эти технологии, что позволяет им создавать приятную моральную атмосферу для своих подчиненных и добиваться наиболее высоких командных результатов. Также, направляя усилия на развитие человеческого капитала компания получает положительный эффект в части роста ценности интеллектуального капитала хозяйствующего субъекта в целом.

Заключение

Интеллектуальный капитал имеет стратегическое значение для современной компании. При этом эффективное его управление, включающее стимулирующий и творческий подход к решению проблем будет способствовать

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Друкер П. Классические работы по менеджменту / пер. с англ. И. Григорян, О. Медведь, С. Писарева. М.: Альпина Паблишер., 2017. 218 с.
- 2 Портер М. Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей и конкурентов М.: Альпина Паблишер, 2016. 456 с.
- 3 Портер М. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. М.: Альпина Паблишер, 2016. 947 с.
- 4 Руус Й., Пайк С., Фернстрем Л. Интеллектуальный капитал: практика управления, СПб.: Высшая Школа Менеджмента, 2010. 436 с.
- 5 Супрун В.А. Интеллектуальный капитал: Главный фактор конкурентоспособности экономики в XXI веке, М.: ЛЕНАД, 2016. 200 с.
- 6 Устинова О.Е. Эволюция и предпосылки становления и развития интеллектуального капиталоповышающего конкурентоспособность хозяйствующих субъектов // Инновационное развитие экономики. 2017. № 2. С. 126–133.
- 7 H. Saint-Onge. Intellectual Capital as a Business Reality, 1995.
- 8 Wang Z., Wang N., Liang H. Knowledge sharing, intellectual capital and firm performance // Management decision. 2014. T. 52. №. 2. С. 230–258.
- 9 Kianto A. и др. The interaction of intellectual capital assets and knowledge management practices in organizational value creation // Journal of Intellectual Capital. 2014. T. 15. №. 3. С. 362–375.
- 10 Dumay J., Garanina T. Intellectual capital research: a critical examination of the third stage // Journal of Intellectual Capital. 2013. T. 14. №. 1. С. 10–25.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга Е. Устинова к.э.н., доцент, кафедра гражданско-правовых дисциплин, Московская академия Следственного комитета Российской Федерации, ул. Врубеля, д. 12, г. Москва, 125080, Россия, olga.e.ustinova@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга Е. Устинова Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 06.04.2017

повышению конкурентоспособности и развитию хозяйствующих субъектов. Представленные в данной работе исследования интеллектуального капитала как объекта анализа внутренней среды хозяйствующего субъекта и предложенные подходы, как представляется, подтверждают важность и необходимость дальнейшего изучения влияния интеллектуального капитала на конкурентоспособность и подтверждает целесообразность исследований в данном направлении. Результаты исследования следует рассматривать как исходные данные для дальнейшей разработки экономической оценки влияния интеллектуального капитала на конкурентоспособность хозяйствующих субъектов.

REFERENCES

- 1 Druker P. Klassicheskie raboty po menedzhmentu [The classic work on management]. Moscow, Al'pina Pablisher. 2017. 218 p. (in Russian).
- 2 Porter M. Konkurentnaya strategiya. Metodika analiza otraslei i konkurentov [Competitive strategy. Methodology for analyzing industries and competitors]. Moscow, Al'pina Pablisher. 2016. 456 p. (in Russian).
- 3 Porter M. Mezhdunarodnaya konkurentsia. Konkurentnye preimushchestva stran [The international competition. The competitive advantages of countries]. Moscow, Al'pina Pablisher. 2016. 947 p. (in Russian).
- 4 Ruus I., Paik S., Fernstrem L. Intellektual'nyi kapital: praktika upravleniya [Intellectual capital: practice management]. St Petersburg, Vysshaya Shkola Menedzhmenta 2010. 436 p. (in Russian).
- 5 Suprun V.A. Intellektual'nyi kapital: Glavnyi faktor konkurentosposobnosti ekonomiki v XXI veke [Intellectual capital: the Main factor of competitiveness of economy in the XXI century]. Moscow, LENAD 2016. 200 p. (in Russian).
- 6 Ustinova O.E. Evolution prerequisites of formation and development of intellectual capital provides competitiveness of economic entities. [Innovative development of economy]. 2017. no. 2. pp. 126–133. (in Russian).
- 7 H. Saint-Onge. Intellectual Capital as a Business Reality, 1995.
- 8 Wang Z., Wang N., Liang H. Knowledge sharing, intellectual capital and firm performance. *Management decision*. 2014. T. 52. №. 2. С. 230–258.
- 9 Kianto A. et al. The interaction of intellectual capital assets and knowledge management practices in organizational value creation. *Journal of Intellectual Capital*. 2014. vol. 15. no. 3. pp. 362–375.
- 10 Dumay J., Garanina T. Intellectual capital research: a critical examination of the third stage. *Journal of Intellectual Capital*. 2013. vol. 14. no. 1. pp. 10–25.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga E. Ustinova candidate of economical sciences, assistant professor, civil and legal disciplines department, Moscow academy of the Investigative Committee of the Russian Federation, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olga.e.ustinova@yandex.ru

CONTRIBUTION

Olga E. Ustinova Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.28.2017

ACCEPTED 4.6.2017

Информационно-аналитическая система оценки потребности экономики региона в кадрах

Анастасия А. Тищенко	¹	karkuc@yandex.ru
Юрий М. Казаков	¹	kym2000@yandex.ru
Геннадий Е. Глушков	²	
Родион А. Филиппов	¹	redfil@mail.ru

¹ Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия

² Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, ул. 25 Октября, 128, г. Тирасполь, Молдова

Реферат. Цель. Сформировать теоретические и практические подходы к оценке потребностей региона в кадрах, рассмотреть вопросы информационного сопровождения принятия управленческих решений в сфере образования и рынка труда. *Материал и методы.* Проектируемая информационно-аналитическая система по принятию управленческих решений по различным направлениям деятельности сферы образования, связанных с приведением объемов и профилей подготовки квалифицированных кадров в соответствии с потребностями рынка труда. В работе использовались такие научные методы, как обобщение научной литературы в области мониторинга потребности экономики региона в кадрах и методов принятия управленческих решений. *Результаты и обсуждение.* Описано применение метода построения информационной системы на основе формирования баланса трудовых ресурсов. Предложена методика построения и использования информационно-аналитической системы по принятию управленческих решений, связанных с приведением объемов и профилей подготовки квалифицированных кадров в соответствии с потребностями рынка труда. *Заключение.* Создание и внедрение информационно-аналитической системы мониторинга кадровой потребности позволит не только снизить долю средств государственного бюджета направленных на определение потребности кадров, за счет информационного сопровождения принятия решений по выбору профессии выпускниками средней школы, но и снизить степень напряженности и дисбаланса в профессионально квалификационном разрезе.

Ключевые слова: научные кадры, системы управления, прогнозирование, математическое моделирование, трудовые ресурсы, информационно-аналитическая система

Information-analytical system assessing the needs of the regional economy in specialists

Anastasia A. Tishhenko	¹	karkuc@yandex.ru
Juriy M. Kazakov	¹	kym2000@yandex.ru
Gennady E. Glushkov	²	
Rodion A. Filippov	¹	redfil@mail.ru

¹ Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia

² Shevchenko Transnistria State University, 25 Octombrie st., 107, Tiraspol, Moldova

Summary. *Object.* To form theoretical and practical approaches to the assessment of the needs of the region in order to address the issues of information support for managerial decision-making in education and the labour market. *Material and methods.* Designed information-analytical system for management decisions on various activities of the education sector related to the reduction of volumes and profiles of training qualified personnel in accordance with the needs of the labour market. The author used such research methods as a synthesis of the scientific literature on monitoring needs of the regional economy in personnel and methods of managerial decision-making. *Results and discussion.* Describes the application of the method of building an information system based on the formation of balance of labour resources. Proposed a method of constructing and using information-analytical system for management decisions related to the reduction of volumes and profiles of training qualified personnel in accordance with the needs of the labour market. *Conclusion.* The creation and implementation of information-analytical system of monitoring staffing needs will not only reduce the share of state budget aimed at determining the needs of the staff, due to information support of decision-making on the choice of a profession by secondary school graduates, but also to reduce the degree of tension and imbalance in the professional qualification section.

Keywords: scientific manpower, management systems, forecasting, mathematic simulation, labour force, information-analytical system

Для цитирования

Тищенко А.А., Казаков Ю.М., Глушков Г.Е., Филиппов Р.А. Информационно-аналитическая система оценки потребности экономики региона в кадрах // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 265–272. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-265-272

For citation

Tishhenko A.A., Kazakov Ju.M., Glushkov G.E. Filippov R.A. Information-analytical system assessing the needs of the regional economy in specialists. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 265–272. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-265-272

Введение

Эффективность кадровой политики в регионе во многом зависит от того, насколько согласуются рыночные ориентации образования с государственными интересами, общенациональными и региональными приоритетами. Удовлетворение стихийного спроса на определенные специальности в отрыве от объективных потребностей развития области приводит к серьезным диспропорциям на рынке людских ресурсов, на устранение которых уходит в несколько раз больше средств, чем на собственно подготовку специалиста. Недостаток информации о региональных и федеральных рынках труда, перспективах их развития, неготовность руководителей предприятий решать кадровые вопросы в новых условиях, недостаточная устойчивость связей образования с производством и бизнесом препятствуют достижению необходимого равновесия между количеством и качеством выпускников учебных заведений и существующими запросами социально-экономической сферы.

На рынке труда действует система саморегуляции занятости, миграции, выбора профессии, здесь могут присутствовать внешние и внутренние регуляторы его функционирования, позволяющие государству ускорять прогрессивные тенденции.

Для регулирования рынка труда большое значение имеет классификация рынков труда по различным критериям:

1. Пространственная протяженность и административно-территориальная зависимость: международный рынок труда; национальный рынок труда, действующий на территории страны; региональный рынок труда, охватывающий территорию отдельного региона (республики, края, области, района) страны; внутрифирменный рынок труда – рынок труда внутри конкретной организации.

2. Временные параметры: текущий (реальный), перспективный, потенциальный и прогнозируемый рынки труда.

3. Степень эластичности: жесткий рынок труда, основанный на строгой регламентации рабочего времени и стандартных форм занятости, и гибкий рынок труда, быстро приспосабливающийся к изменяющимся условиям хозяйствования.

4. Зависимость от степени конкуренции на рынке труда и взаимодействия продавцов и покупателей рабочей силы: исключительно конкурентный рынок труда, монополистический

рынок труда, модель при участии профсоюзов, модель двусторонней монополии.

5. Специфические национальные модели, например, японская, американская, шведская модели рынка труда.

6. Степень развития рыночных отношений, где рынок труда может быть фрагментарным (частичным), регулируемым, организованным и теневым (нерегулируемым).

7. Зависимость контингента работников, занятых по определенным профессиям и работам в отдельных отраслях промышленности или сферах экономики, от рынка труда по критериям сегментации. В качестве таких критериев используется географическое положение, экономические показатели, демографические, социально-экономические, психографические, поведенческие характеристики.

8. Политика занятости, проводимая в различных странах, здесь можно говорить о двух основных моделях рынка труда по критерию моделирования среды – внешнем и внутреннем.

9. Профессиональные признаки: рынок труда инженеров, рынок труда ученых, рынок труда учителей, рынок труда врачей и т. д.

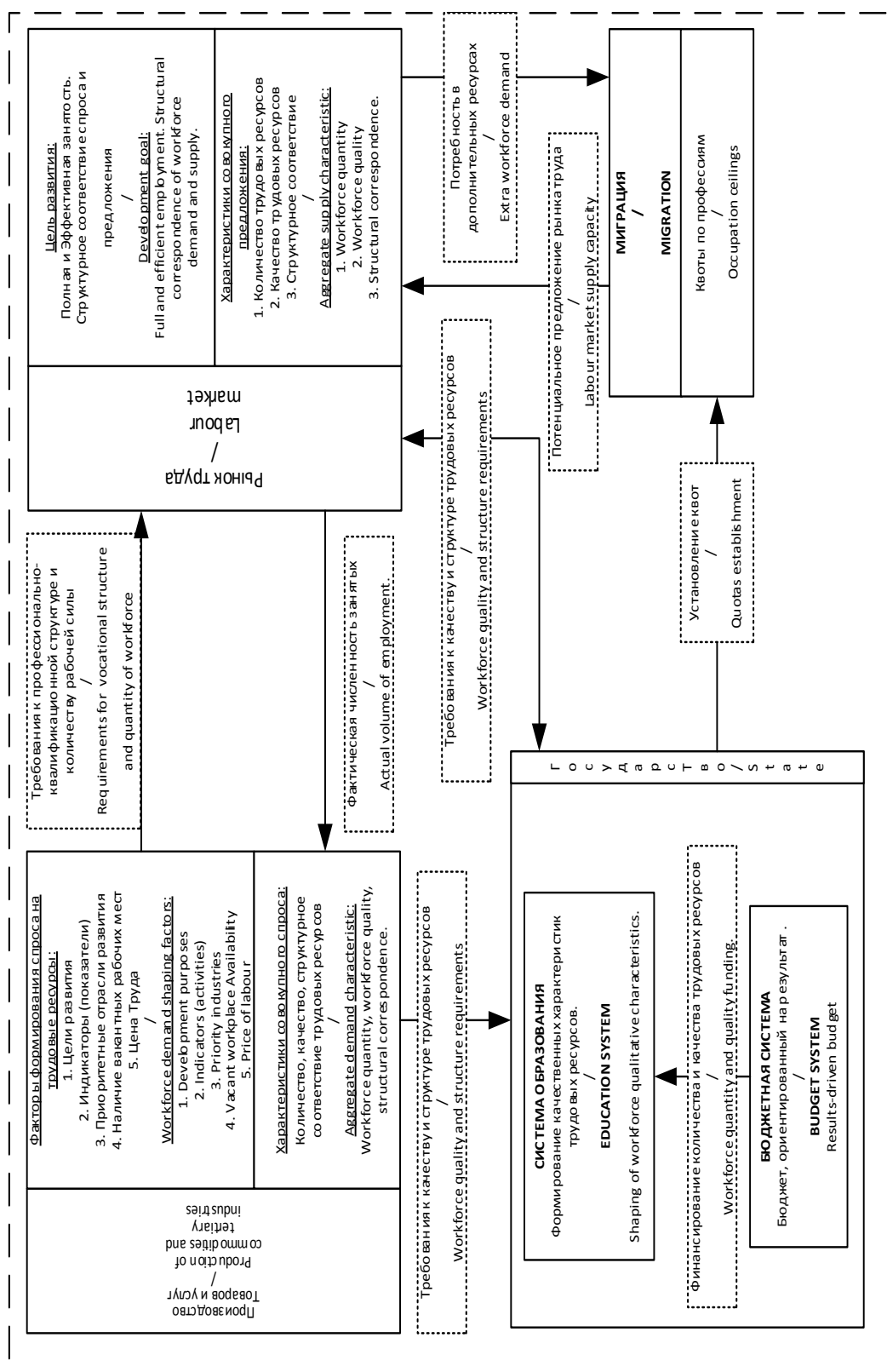
Основная часть

На рисунке 1 представлены показатели социально-экономического развития (количественные и качественные), установленные в стратегических документах России [1, 2, 4], выступающие факторами формирования совокупного спроса на рабочую силу. Характеристиками совокупного спроса в данной ситуации будут выступать количество, качество, структурное соответствие рабочей силы потребностям экономики.

Существует много вопросов, связанных с эффективным управлением рынком труда: каковы потребности растущей экономики по количеству специалистов; какой требуется качественный состав, в какие сроки. Современные исследования по данной проблематике и соответствующий аппарат математического моделирования позволяют получить ответы на поставленные вопросы.

Вполне очевидно, что эта проблема должна рассматриваться во взаимосвязи с рынком образовательных услуг.

Таким образом, государство может обеспечивать потребности растущей экономики в трудовых ресурсах за счет регулирования образовательных услуг, исходя из потребностей рынка труда.



Национальная экономика / National economy

Рисунок 1. Функциональная схема взаимодействия элементов внутренней и внешней среды
Figure 1. Functional scheme of internal and external interaction environment

Соответствие требованиям рынка труда провозглашается одним из критериев, определяющих современность системы профессионального образования, а несоответствие структуры и содержания профессионального образования потребностям современного рынка труда положено в основу необходимости модернизации этой системы.

Необходима организация детального мониторинга трудоустройства выпускников учреждений профессионального образования (прежде всего высших и средних профессиональных учебных заведений) с целью выявить соответствие профессионального образования и дальнейшего рода трудовой деятельности, что позволит принять меры для уменьшения профессиональной диспропорции, существующей на рынке труда, а также повысить эффективность работы учебных заведений, рассчитав отношение выпускаемых специалистов и потребность в них на рынке труда в профессионально-квалификационном разрезе.

Проблемы информационного сопровождения кадровой политики и прогнозирования потребности экономики в профессиональных кадрах обсуждаются уже много лет. За последние годы предложено немало оригинальных подходов по этому направлению, разработаны рекомендации относительно возможностей апробации в России зарубежного опыта, а также определены механизмы воздействия государственной власти в данной области.

Решением многих проблем в области мониторинга и прогнозирования потребности экономики в профессиональных кадрах и является использование соответствующей системы.

Эффективность реализации стратегии развития региона во многом зависит от создания системы мониторинга социально-экономических процессов. Организация мониторинга определяется комплексом механизмов практической реализации стратегии и при этом применимость тех или иных методов и инструментов управления зависит от достоверности и оперативности оценки происходящих процессов в социально-экономической сфере.

Вопрос по формированию необходимых достаточных информационных ресурсов для целей эффективного управления реальным сектором экономики, регулирования социальными процессами, разработки среднесрочных и долгосрочных программ развития на уровне региона

и муниципального образования, находится в стадии теоретических разработок.

Это обусловлено тем, что, во-первых, действующая система показателей, методология их сбора и разработки в рамках Федеральной программы, приемлемые для Федерального центра, мало приспособлены для регионального уровня и еще меньше для муниципального уровня. Применяемые методы наблюдения, досчеты и дорасчеты, корректирующие коэффициенты, не дают полной и объективной оценки происходящих в реальном секторе экономики процессов и явлений на уровне региона.

Во-вторых, для восприятия статистической информации, ее эффективного использования в управлении необходимы специальные знания, профессиональная подготовка, способность четко сформулировать задачу, запрос на ту или иную информацию, а это порой отсутствует у многих специалистов и руководителей, занятых в сфере экономики и управления.

Следует отметить, что государственная статистика необходима, имеет важное значение для управления, но она не учитывает многие нюансы, многое ею остается незамеченным, особенно в отношении того, что касается жизни людей и их реакции на происходящие экономические преобразования.

По результатам анализа по обеспечению объектов экономики региона специалистами различного уровня профессиональной подготовки представлены ниже принципиальные схемы взаимодействия рынков капитала, труда, товаров и образовательных услуг. Рынок труда занимает центральную часть и является системообразующей силой.

Это обусловило многофакторность анализа формирования спроса и предложения на рынке труда и рынке образовательных услуг через учет вариантов взаимодействия рынка труда и рынка его результатов, спрос на рабочие места устанавливает рыночную потребность на рабочую силу по конкретным профессиям и определенному уровню квалификации. Все эти процессы гармонизируются при условии наличия развитого рынка образовательных услуг (и, конечно, при наличии достаточного интереса инвесторов, то есть рынка капиталов).

Изучение моделей и алгоритмов маркетингового исследования рынка труда подтверждает сложность и неоднозначность процессов, которые необходимо учитывать при

мониторинге и прогнозировании кадровой потребности региона.

Примененные методы исследования направлены на решение вопроса обеспечения регионального рынка труда квалифицированными кадрами, то есть создание системы прогнозирования потребностей региона в специалистах различной квалификации.

Проблема подготовки, содержания и адекватного количества специалистов различного уровня профессиональной подготовки продолжает оставаться основной проблемой на рынке труда и образовательных услуг.

На рисунке 2 представлены основные направления формирования системы мониторинга потребности в кадрах [5].

Профессиональные прогнозы оценивают объемы и структуру подготовки кадров в разрезе профессий (специальностей), что в принципе позволяет формировать систему регионального заказа на подготовку кадров (рисунок 3).

Концепция определения кадровой потребности, основана на системном подходе к демографическому, трудовому, инфраструктурному и институциональному потребностям (рисунок 4) [5].

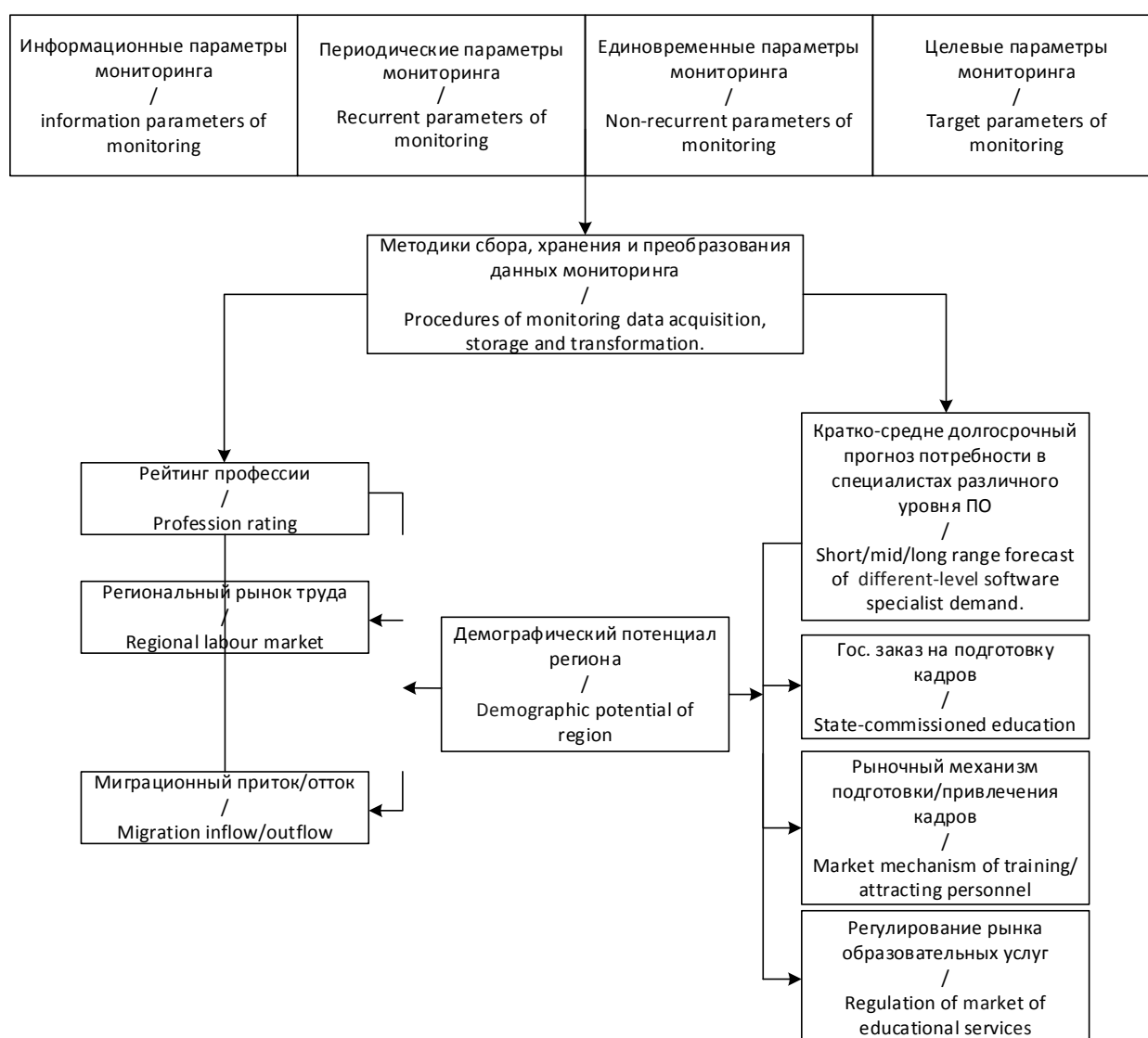


Рисунок 2. Основные направления формирования системы мониторинга

Figure 2. Main trends of monitoring system shaping

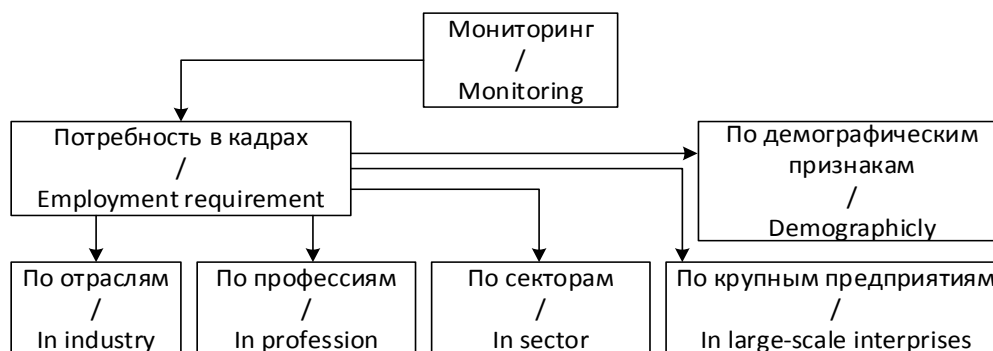


Рисунок 3. Система анализа мониторинга потребности в кадрах

Figure 3. Workforce demand analysis system

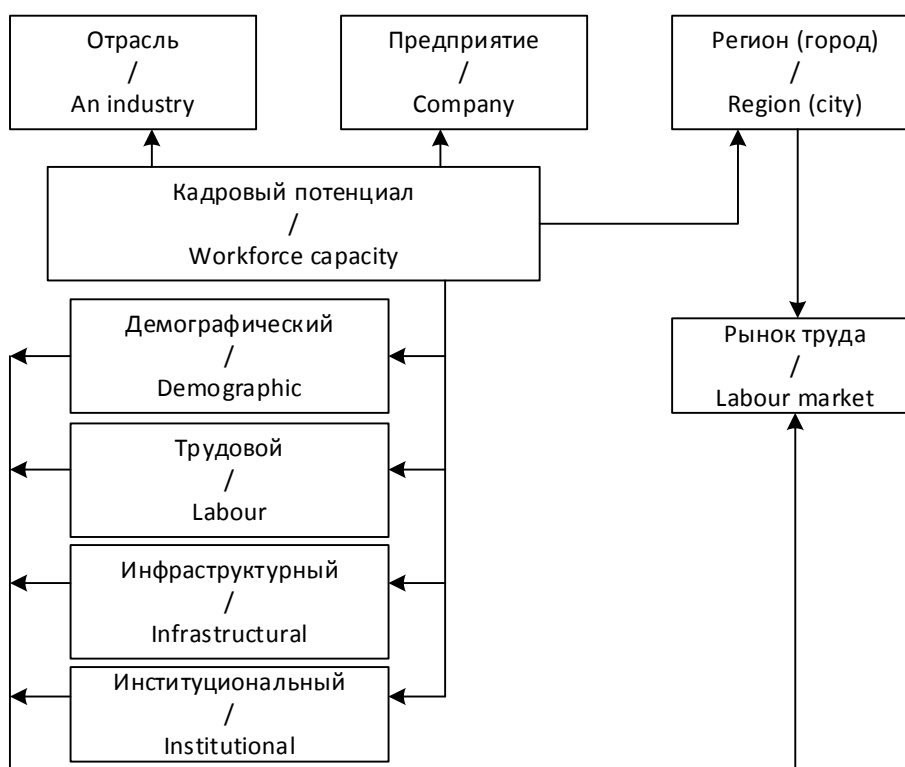


Рисунок 4. Кадровый потенциал региона

Figure 4. Demographic potential of region

Демографический элемент определяется исходя из общей численности населения региона (города) с учетом динамики роста/убыли и характеризует общую численность населения трудоспособного возраста. Трудовой элемент определяется образовательным, квалификационным, профессиональным составом кадров, образующих предложение рынка труда.

С точки зрения мониторинга динамики на рынке труда наибольшее значение отнести к динамическим элементам кадрового потенциала – другими словами инфраструктурному (что предполагает потребность в номенклатуре и качестве работ) и институциональному

(обусловленному резервами повышения квалификационного уровня профессиональной подготовки, освоением инновационных профессий).

Базой для решения задачи мониторинга служит система математических моделей, описывающих динамику взаимосвязей экономики, рынка труда и профессионального образования.

При этом эффективно решать задачу программирования перспектив занятости населения можно лишь на основе комплексного рассмотрения воспроизводства рабочей силы и основных макроэкономических процессов, связанных с ним, решения задачи согласования спроса на рабочую силу и ее предложения.

Для реализации поставленных задач была разработана математическая модель и методика мониторинга кадровой потребности, в разрезе четырех составляющих:

- анализ безработицы региона;
- анализ занятости региона;
- анализ распределения вакансий;
- анализ трудоустройства выпускников вузов.

Кроме того, построена концептуальная модель информационно-аналитической системы мониторинга кадровой потребности региона

В поставку программы входят следующие стандартные шаблоны, которые сочетают в себе всесторонний анализ показателей динамики и расчет статистических показателей на текущую дату:

- анализ безработицы в регионе;
- анализ занятости в регионе;
- анализ распределения вакансий региона;
- анализ трудоустройства выпускников вузов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.

2 Сценарные условия, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и предельные уровни цен (тарифов) на услуги компаний инфраструктурного сектора на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов. Официальный сайт Министерства экономического развития РФ. URL: <http://www.economy.gov.ru>

3 Федеральный закон от 22.07.2010 г. № 162-ФЗ «О внесении изменений в статью 7 Закона Российской Федерации "О занятости населения в Российской Федерации"», справ.-правовая системы «КонсультантПлюс».

4 Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 г.): Проект Минобрнауки России от 11 ноября 2008 г.

5 Макроэкономическая методика прогнозирования потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием // Центр мониторинга и моделирования социально-экономической динамики. 2015.

6 Сазонова А.С., Филиппов Р.А., Филиппова Л.Б. Теория информационных процессов и систем: учеб. пособие для вузов, Брянск: БГТУ, 2016. 131 с.

7 Тищенко А.А., Казаков Ю.М. Модель взаимодействия специалистов структурных подразделений при разработке нового изделия // Михайло-Архангельские чтения: материалы 17 международной научно-практической конференции. 2013. С. 435–438.

8 Филиппов Р.А., Сазонова А.С., Филиппова Л.Б. Интернет вещей: основные понятия и определения: учеб. пособие для вузов, Брянск: БГТУ, 2016. 116 с.

Заключение

Создание и внедрение информационно-аналитической системы мониторинга кадровой потребности позволит не только снизить долю средств государственного бюджета направленных на определение потребности кадров, за счет информационного сопровождения принятия решений по выбору профессии выпускниками средней школы, но и снизить степень напряженности и дисбаланса в профессиональном квалификационном разрезе [6–9].

Использование автоматизированной системы также даст возможность оказание методической помощи центрам (службам) по проблемам занятости выпускников, а работодателям осуществлять поиск сотрудников среди студентов и выпускников с требуемой специальностью, квалификацией и дополнительными знаниями [9–12].

9. Shaytura S. V. и др. Application of information-analytical systems in management // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2016. Т. 90. № 2. С. 10.

10 Eroshenko S. A., Romanov A. M. Decision support system for science-technical solutions efficiency assessment based on hybrid neural networks // Soft Computing and Measurements (SCM), 2016 XIX IEEE International Conference on. IEEE, 2016. С. 462–465.

11 Dimitrova R. Internal audit within the system of financial control // Socio-economic research bulletin. 2014. № 4. С. 37–44.

12 Knyagin V. N., Meshkov N. A., Utolin K. V. Advanced Education in the Information Society // International Review of Management and Marketing. 2016. Т. 6. № 3S.

13 Zhurkina T.A., Shevaldova T.V. Problems of analysis and use of organization's staff motivation // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. Т. 60. № 12. С. 192–198.

REFERENCES

1 Koncepcija dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 g.: Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 17 nojabrja 2008 g. № 1662 r. (in Russian).

2 Scenarnye uslovija, osnovnye parametry prognoza social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii i predel'nye urovni cen (tarifov) na usluzhi kompanij infrastrukturnogo sektora na 2017 god i na planovyj period 2018 i 2019 godov. Oficial'nyj sajt Ministerstva jekonomicheskogo razvitija RF. Available at: <http://www.economy.gov.ru> (in Russian).

3 Federal'nyj zakon ot 22.07.2010 g. № 162 FZ O vnesenii izmenenij v stat'ju 7 Zakona Rossijskoj Federacii O zanjatosti naselenija v Rossijskoj Federacii. (in Russian).

4 Dolgosrochnyj prognoz nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii (do 2025 g.): Proekt Minobrnauki Rossii ot 11 nojabrja 2008 g. (in Russian).

5 Methods of macroeconomic forecasting needs of economy in personnel with vocational education. *Tsentr monitoringa i modelirovaniya sotsial'no-ekonomicheskoi dinamiki* [Center of monitoring and modelling socio-economic dynamics]. 2015. (in Russian).

6 Sazonova A.S., Filippov R.A., Filippova L.B. Teoriya informatsionnykh protsessov i sistem: uchebnoye posobie dlya vuzov [The theory of information processes and systems]. Bryansk, BGTU 2016. 131 p. (in Russian).

7 Tishchenko A.A., Kazakov Yu.M. The model of interaction between specialists of structural subdivisions in the development of a new product. *Mikhailo-Arkhangel'skie chteniya: materialy 17 mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Mikhaïlo-Arkhangel reading: proceedings of the 17 international scientific and practical conference]. 2013. pp. 435–438. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анастасия А. Тищенко к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, karkuc@yandex.ru

Юрий М. Казаков к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, kum2000@yandex.ru

Геннадий Е. Глушков ст. преподаватель, кафедра автоматизации технологических процессов и производств, Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, ул. 25 Октября, 128, г. Тирасполь, Молдова,

Родион А. Филиппов к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, redfil@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.04.2017

8 Filippov R.A., Sazonova A.S., Filippova L.B. Internet veshchei: osnovnye ponyatiya i opredeleniya [The Internet of things: key concepts and definitions]. Bryansk: BGTU 2016. 116 p. (in Russian).

9 Shaytura S.V. et al. Application of information-analytical systems in management. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2016. vol. 90. no. 2. pp. 10.

10 Eroshenko S. A., Romanov A. M. Decision support system for science-technical solutions efficiency assessment based on hybrid neural networks. *Soft Computing and Measurements (SCM)*, 2016 XIX IEEE International Conference on. IEEE, 2016. pp. 462–465.

11 Dimitrova R. Internal audit within the system of financial control. *Socio-economic research bulletin*. 2014. no. 4. pp. 37–44.

12 Knyagin V. N., Meshkov N. A., Utolin K. V. Advanced Education in the Information Society. *International Review of Management and Marketing*. 2016. vol. 6. no. 3S.

13 Zhurkina T.A., Shevaldova T.V. Problems of analysis and use of organization's staff motivation. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016. vol. 60. no. 12. pp. 192–198. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anastasia A. Tishchenko candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, karkuc@yandex.ru

Juriy M. Kazakov candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, kym2000@yandex.ru

Gennady E. Glushkov senior lecturer, automation of technological processes and productions department, Shevchenko Transnistria State University, 25 Ocotombrie st., 107, Tiraspol, Moldova,

Rodion A. Filippov candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, redfil@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.27.2017

ACCEPTED 4.28.2017

Оценка инновационного потенциала региона

А.С. Сазонова¹

Л.Б. Филиппова¹

Р.А. Филиппов¹

¹ Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г.Брянск, 241035, Россия

Реферат. Реализация инновационно-ориентированных процессов преобразования российской экономики на современном этапе развития требует формирования региональных инновационных систем, предопределяющих в перспективе рост конкурентоспособности народного хозяйства страны. Оптимальное функционирование инновационной системы региона как важнейшего звена национальной инновационной системы зависит от наличия, состояния и уровня развитости ее инновационного потенциала, который, в свою очередь, определяет экономический рост не только отдельно взятого региона, но и страны в целом. В статье рассматривается сущность и структура инновационного потенциала организационных систем. Проанализированы основные подходы к определению понятия инновационного потенциала и определению содержания понятия. Предложен подход к формированию интегрированного показателя. Расчет интегрированного показателя инновационного потенциала региона был выполнен с использованием метода площадных диаграмм. Были рассчитаны значения инновационного потенциала для регионов Центрального федерального округа и выполнено ранжирование регионов в соответствии с итоговым значением. Вывод. Для построения модели инновационного развития региона необходим анализ составляющих инновационного потенциала, его оценка, возможный прогноз развития на ближайшие годы. Воронежская, Тульская и Костромская и Белгородская области обладают высокими показателями по Центральному Федеральному округу. Рязанская, Смоленская и Костромская области обладают довольно низкими показателями в сравнении с остальными регионами.

Ключевые слова: инновационный потенциал, регион, система

Assessment of innovative potential of the region

A.S. Sazonova¹

L.B. Filippova¹

R.A. Filippov¹

¹ Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia

Summary. The implementation of innovative-oriented processes of transformation of the Russian economy at the current stage of development requires the formation of regional innovation systems that predetermine the growing competitiveness of the national economy in the future. The optimal functioning of the innovation system of the region as the most important link in the national innovation system depends on the availability, condition and level of development of its innovative potential, which in turn determines the economic growth of not only a single region, but the country as a whole. The essence and structure of innovative potential of organizational systems are considered in the article. The main approaches to the definition of the concept of innovative potential and the definition of the content of the concept are analyzed. An approach to the formation of an integrated indicator is proposed. The integrated indicator of the region's innovative potential was calculated using the area diagram method. The values of the innovation potential for the regions of the Central Federal District were calculated and the ranking of the regions was performed in accordance with the final value. Conclusion. To build a model for innovative development of the region, it is necessary to analyze the components of the innovation potential, its evaluation, and a possible development forecast for the coming years. Voronezh, Tula and Kostroma and Belgorod regions have high rates for the Central Federal District. Ryazan, Smolensk and Kostroma oblasts have rather low indicators in comparison with other regions.

Keywords: innovative potential, region, system

Введение

В настоящее время в мировом хозяйстве активно формируется новый тип интенсивного экономического роста, который обуславливает повышение внимания к проблеме совершенствования механизмов научно-технического развития экономики, взаимодействия институтов государства, научно-технической сферы и рыночных сил [1].

Он имеет в своей основе систему наращивания знаний и воплощения их в инновации, а также механизмы расширенного воспроизводства и капитализации инноваций. Эффективность этих механизмов определяет инновационную

способность экономики, т. е. способность создавать и осуществлять диффузию новшеств в хозяйственной среде [2, 3].

Одним из главных механизмов реструктуризации экономики России, её модернизации и устойчивого подъёма должна стать национальная инновационная система, поскольку именно этот механизм создаёт необходимые условия и предпосылки для перехода экономики к её новому технологическому укладу, обеспечивающему инновационный тип экономического роста [4].

Для цитирования

Сазонова А.С., Филиппова Л.Б., Филиппов Р.А. Оценка инновационного потенциала региона // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 273–279. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-273-279

For citation

Sazonova A.S., Filippova L.B., Filippov R.A. Assessment of innovative potential of the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 273–279. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-273-279

Реализация инновационно–ориентированных процессов преобразования российской экономики на современном этапе развития требует формирования региональных инновационных систем, предопределяющих в перспективе рост конкурентоспособности народного хозяйства страны. Оптимальное функционирование инновационной системы региона как важнейшего звена национальной инновационной системы зависит от наличия, состояния и уровня развитости ее инновационного потенциала, который, в свою очередь, определяет экономический рост не только отдельно взятого региона, но и страны в целом.

Инновационный потенциал – это сложная экономическая величина, достаточно трудно поддающаяся оценке. Трудность эта связана в первую очередь с тем, что не существует единого определения этого понятия. Эта величина многогранна, и в зависимости от различных подходов можно рассматривать инновационный потенциал с разных позиций.

Особенностью инновационного развития Российской Федерации, в частности Центрального Федерального Округа, является высокая степень неравномерности регионального развития. В большей степени это определяется спецификой каждого региона, характеризующейся исторически сложившейся специализацией, особым географическим положением, а также инновационным потенциалом. В условиях современной экономики именно величина инновационного потенциала и эффективность его использования предопределяет возможности и горизонты роста региональной экономической системы [5].

Инновационный потенциал выступает подсистемой социально-экономического потенциала региона, при этом все части общего потенциала тесно связаны между собой. Эффективная реализация общего потенциала зависит от состояния как каждой из его частей, так и их взаимодействия. В этом случае развитие всех подсистем должно быть сбалансированным, поскольку отставание одной из них выступает сдерживающим фактором как для системы в целом, так и для отдельных ее составляющих.

Для оценки инновационного потенциала, для прогнозирования этого показателя и определения величины влияния инновационного показателя на развитие экономики необходимо дать наиболее точное определение понятию и определить его состав.

За последнее время в отечественной и международной практике исследований сформировалось множество подходов к рассмотрению понятия инновационного потенциала, его сущности и состава.

В рамках первого подхода инновационный потенциал рассматривается как мера готовности и способности экономической системы к осуществлению инновационной деятельности.

В рамках второго подхода можно назвать работы С.И. Кравченко и И.С. Кладченко, в основе которых лежит именно понятие «потенциал» и «инновация». С.И. Кравченко и И.С. Кладченко рассматривают понятие «потенциал» в широком смысле и определяют его как «силу, возможность, способность, существующую в скрытом виде и проявляющуюся в определенных условиях». Отсюда, инновационный потенциал – это совокупность факторов, имеющих в наличии, которые могут быть использованы и приведены в действие для достижения определенной цели, результата» [6].

Третья группа авторов трактует инновационный потенциал как совокупность ресурсов: кадровых, материально-технических, организационно-управленческих, информационных, обеспечивающих осуществление инновационной деятельности экономической системой.

Пятый подход к определению инновационного потенциала основан на понятии инновационного процесса. Под инновационным процессом понимается деятельность субъектов региона в области планирования, разработки, апробации инноваций, а под результатом – эффективность инновационной деятельности в регионе.

Шестой подход основан на рассмотрении инновационного потенциала как комплексного показателя производственно-технологического, трудового, финансового, организационно-управленческого и интеллектуального потенциалов [7].

Основная часть

Проведя анализ существующих подходов к определению понятия «инновационный потенциал», можно сформулировать следующее определение: инновационный потенциал – это совокупность ресурсных и организационных возможностей экономической системы к инновационному развитию, обеспечению непрерывного инновационного процесса.

Для того чтобы обеспечить непрерывный инновационный процесс, регион должен обладать совокупностью факторов и условий, способствующих инновационной деятельности:

1) Научно-производственные – факторы научного потенциала региона, кадровый потенциал, производственный потенциал – материально-технические средства, прогрессивные технологии, хозяйственная и научно-техническая инфраструктура.

2) Экономические факторы – наличие и достаточность собственных финансовых ресурсов региона для осуществления инновационной деятельности. Экономические и научно-производственные факторы – основная ресурсная составляющая инновационного потенциала, фундамент для возникновения инновационного процесса.

3) Правовые факторы включают законодательные меры (особенно льготы), поощряющие инновационную деятельность, государственная поддержка инноваций.

4) Организационно-управленческие факторы выступают в роли показателей способности региона к внедрению и распространению новшеств. В эту группу входят факторы организационного потенциала – инновационная активность предприятий. Кроме того, это спрос на результаты инновационной деятельности, внешнеэкономическое сотрудничество, экспорт инновационных товаров и услуг, технологический обмен в организациях, осуществляющих инновации. В эту же группу также можно отнести факторы инвестиционной привлекательности региона.

В этом рассмотрении инновационный потенциал представляется интегральной величиной, включающий в свой состав систему факторов-показателей, отражающих четыре основные составляющие инновационного потенциала, рассмотренные выше.

Математическая модель инновационного потенциала региона может быть представлена следующим образом (1):

$$ИП_p = < НП_p, Э_p, П_p, ОУ_p > \quad (1)$$

где ИП_p – обобщенный показатель инновационного потенциала региона, НП_p – комплексный показатель научно-производственных факторов, Э_p – комплексный показатель экономических факторов региона, П_p – комплексный показатель, отражающий правовую поддержку инноваций, ОУ_p – комплексный показатель, отражающий организационно-управленческие факторы.

В свою очередь, каждый из входящих в модель комплексных показателей может быть представлен как интегральная величина входящих в него факторов.

Первоначальной задачей для оценки инновационного потенциала региона является формирование системы факторов четырех компонентных составляющих.

Научно-производственные факторы:

- используемые передовые производственные технологии в регионе (ед.)¹;
- объем инновационных товаров, работ, услуг в регионе (млн руб.)²;
- удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг в регионе (проц.)³;
- численность исследователей в регионе – докторов наук (чел.);
- численность исследователей в регионе – кандидатов наук (чел.);
- общая численность исследователей в регионе (чел.);
- численность аспирантов в регионе;
- численность докторантов в регионе;
- выдано патентов на изобретения, полезные модели, промышленные образцы (ед.)⁴;
- разработанные передовые технологии в регионе (ед.)⁵;

Экономические факторы:

- затраты на технологические инновации организаций в регионе (млн руб.)⁶;
- внутренние затраты на научные исследования и разработки в регионе (млн руб.);
- Правовые факторы:
- наличие программ социально-экономического развития в регионе (ед.);
- наличие законов, постановлений, иных нормативных актов, регламентирующих инновационную деятельность в регионе (ед.);
- наличие стратегий научно-технического и инновационного развития в регионе (план, программа и др.) в ед.;

Организационно-управленческие факторы:

- инновационная активность организаций в регионе (удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций) в процентах⁷;

¹ По данным годовой формы федерального статистического наблюдения № 1-технология "Сведения о разработке и использовании передовых производственных технологий".

² По данным формы федерального статистического наблюдения № 4-инновация "Сведения об инновационной деятельности организации" (годовая).

³ По данным формы федерального статистического наблюдения № 4-инновация "Сведения об инновационной деятельности организации" (годовая).

⁴ По данным Роспатента. Данные представлены по российским заявителям.

⁵ По данным годовой формы федерального статистического наблюдения № 1-технология "Сведения о разработке и использовании передовых технологий".

⁶ По данным формы федерального статистического наблюдения № 4-инновация "Сведения об инновационной деятельности организации" (годовая). Начиная с отчета за 2011 год, в отчет включены организации с 73 кодом ОКВЭД. Начиная с отчета за 2015 год, в отчет включены организации с кодами ОКВЭД 45.21.7; 45.22; 45.25.

⁷ По данным формы федерального статистического наблюдения № 4-инновация "Сведения об инновационной деятельности организации" (годовая). Начиная с отчета за 2011 год, в отчет включены организации с 73 кодом ОКВЭД. Начиная с отчета за 2015 год, в отчет включены организации с кодами ОКВЭД 45.21.7; 45.22; 45.25.

- организации инновационной инфраструктуры в регионе (ед.);
- инновационно активные предприятия в регионе (ед.);
- мероприятия (региональные конкурсы, выставки, ярмарки), направленные на повышение инновационной активности в регионе (ед.);
- инвестиции в основной капитал (млн руб.);
- внешнеторговый оборот, (млн долл.);
- объем экспорта (млн долл.).

Для выполнения расчетов комплексного показателя по всем факторам была собрана статистическая информация за 2016 год.

На первом этапе построения математической модели был корреляционный анализ в группах факторов, в результате которого были выявлены тесные взаимосвязи между некоторыми индикаторами. Таким образом, в итоговую математическую модель инновационного потенциала вошли следующие факторы:

- x1 – используемые передовые производственные технологии в регионе (ед.);
- x2 – объем инновационных товаров, работ, услуг в регионе (млн руб.);
- x3 – общая численность исследователей в регионе (чел.);
- x4 – численность аспирантов в регионе;
- x5 – численность докторантов в регионе;
- x6 – выдано патентов на изобретения, полезные модели, промышленные образцы (ед.);
- x7 – разработанные передовые технологии в регионе (ед.);
- x8 – инновационная активность организаций в регионе (удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций) в процентах;
- x9 – организации инновационной инфраструктуры в регионе (ед.);
- x10 – мероприятия (региональные конкурсы, выставки, ярмарки), направленные на повышение инновационной активности в регионе (ед.);
- x11 – затраты на технологические инновации организаций в регионе (млн руб.);
- x12 – инвестиции в основной капитал (млн руб.);
- x13 – внешнеторговый оборот, (млн долл.);
- x14 – наличие программ социально-экономического развития в регионе (ед.);

• x15 – наличие законов, постановлений, иных нормативных актов, регламентирующих инновационную деятельность в регионе (ед.);

• x16 – наличие стратегий научно-технического и инновационного развития в регионе (план, программа и др.) в ед.;

В силу того, что все входящие в итоговую модель переменные отличаются как по физическому смыслу, так и по абсолютным величинам, целесообразно перед построением диаграмм провести процедуру нормализации значений факторов-индикаторов.

Линейная нормализация значений была выполнена по формуле:

$$n_{ir} = \frac{x_{ir} - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}}, \quad (2)$$

где n_{ir} – нормализованное значение i -ого фактора-индикатора по r -ому региону в рассматриваемом массиве данных, $0 \leq n_{ir} \leq 1$; x_{ir} – абсолютное или относительное (фактическое) значение i -ого фактора для r -ого региона в рассматриваемом массиве данных; $x_{i\min}$ и $x_{i\max}$ – минимальное и максимальное значение i -ого фактора в рассматриваемом массиве данных.

Расчет интегрированного показателя инновационного потенциала региона был выполнен с использованием метода площадных диаграмм. Сущность метода заключается в том, что комплексная величина определяется как площадь плоской фигуры, образованной лучами, длина которых определяется значениями факторов-индикаторов (рисунок 1).

Графическое представление диаграммы необходимо исключительно для наглядности метода, все вычисление были выполнены аналитическими методами.

Расчет площадей диаграмм был выполнен по следующей формуле:

$$S_r = \sum_{i=1}^i \frac{k_{ir} \cdot k_{(i+1)r} \cdot \sin(360 / i)}{2}, \quad (3)$$

где S_r – площадь построенной диаграммы для r -ого региона, k_{ir} – нормализованное значение i -ого фактора-индикатора по r -ому региону в рассматриваемом массиве данных, i – количество выбранных для моделирования факторов-индикаторов.

Были рассчитаны значения инновационного потенциала для регионов Центрального федерального округа и выполнено ранжирование регионов в соответствии с итоговым значением (таблица 1).

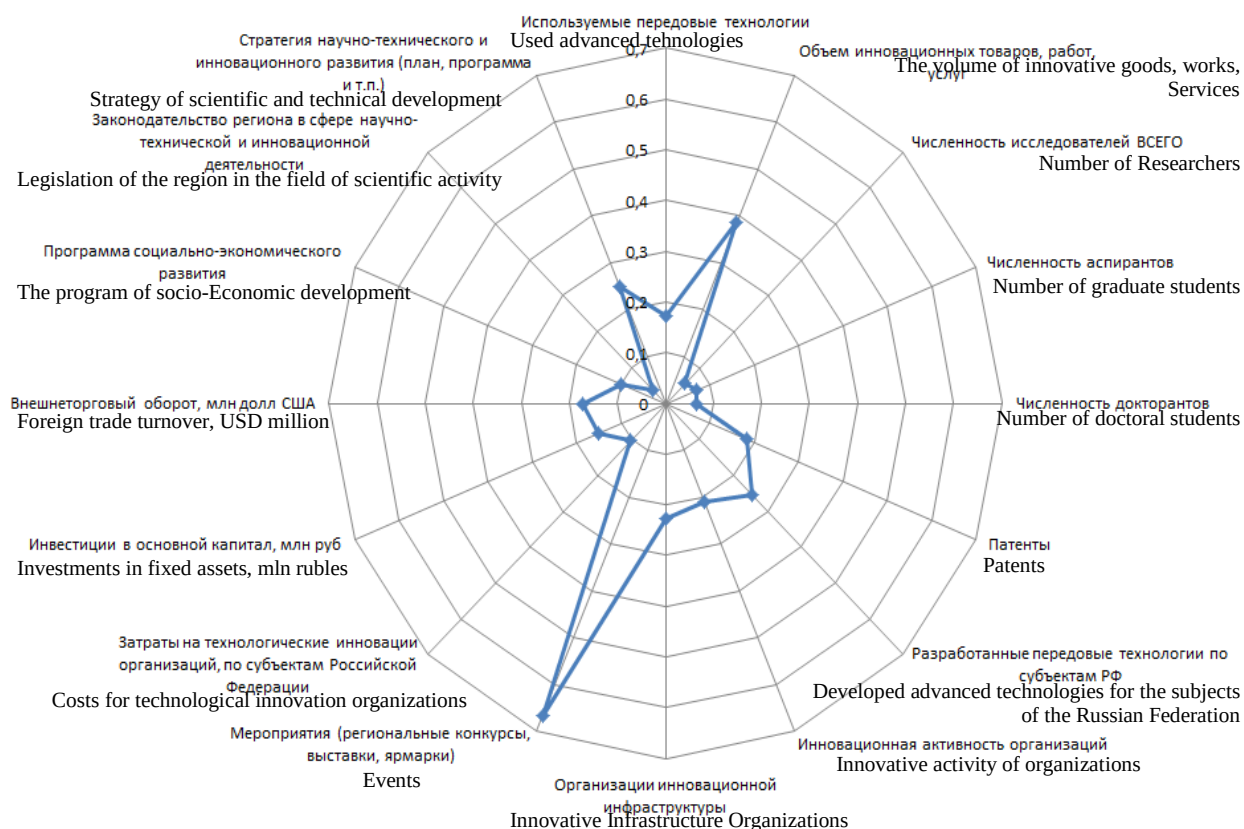


Рисунок 1. Графическое представление площадной диаграммы для Брянской области
Figure 1. Graphical representation of the area diagram for the Bryansk region

Значения показателей инновационного потенциала регионов ЦФО

Таблица 1.

Table 1.

Values of the innovation potential of the CFD regions

Наименование региона Name of region	Значение показателя инновационного потенциала The value of the indicator of innovation potential	Ранг Rank
Белгородская область Belgorod region	0,540494	4
Брянская область Bryansk region	0,113301	13
Владимирская область Vladimir region	0,324105	7
Воронежская область Voronezh region	1,749479	1
Ивановская область Ivanovo region	0,172398	10
Калужская область Kaluga region	0,607159	3
Костромская область Kostroma region	0,015017	16
Курская область Kursk Region	0,195228	9
Липецкая область Lipetsk region	0,439600	6
Орловская область Oryol Region	0,138273	11
Рязанская область Ryazan Oblast	0,085663	14
Смоленская область Smolensk region	0,050315	15
Тамбовская область Tambov Region	0,128512	12
Тверская область Tver region	0,208062	8
Тульская область Tula region	0,642984	2
Ярославская область Yaroslavl region	0,476100	5

Заключение

Высокими показателями по Центральному Федеральному округу обладают следующие области: Воронежская, Тульская, Костромская и Белгородская. Рязанская, Смоленская и Костромская области

обладают довольно низкими показателями в сравнении с остальными регионами.

Рассматривая инновационный потенциал региона, следует оценивать уровень инновационного развития экономики, а также существующие возможности инновационного развития организаций, функционирующих на этой территории [9–12].

Следует заметить, что использованный подход приемлем для оценки инновационного потенциала различных организационных систем. Однако в зависимости от объекта исследования система факторов, входящих в компоненты обобщенного показателя, будет отличаться.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пухова Л.А. Проблемы перехода экономики России на инновационный тип развития // Молодой ученый. 2014. № 7. С. 395–398.

2 Зверев А. Проблемы перехода к инновационной экономике // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2008. № 9.

3 Ивантер В.В., Комков Н.И. Перспективы и условия инновационно-технологического развития экономики России // Проблемы прогнозирования. 2007. № 3.

4 Голиченко О.Г. Национальная инновационная система России: состояние и пути развития, М.: Наука, 2006.

5 Корнилов Д.А., Беляев О.Г., Оценка инновационного потенциала региона // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2012. № 3(96).

6 Егорова С.Е., Кулакова Н.Г. Инновационный потенциал региона: сущность, содержание, методы оценки // Вестник ПсковГУ. 2014. № 4.

7 Васюхин О.В., Левина М.И. Оценка инновационного потенциала экономических систем Российской Федерации // Фундаментальные исследования. 2015. № 8. С. 349–351.

8 Корнилов Д.А., Беляев О.Г., Оценка инновационного потенциала региона // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2012. № 3(96). С. 254–261.

9 Kramin T.V., Leonov V.A., Grigoryev R.A. Determining the Directions of Increasing the Innovative Potential of the Region by Developing Innovative Technologies and Competences When Preparing and Implementing Large Investment Projects // Actual Probs. Econ. & L. 2015. С. 141.

10 Kulagina N.A. и др. Regional Features of Functioning of the Geoinformation Analytical System of Innovative Potential // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2017. Т. 803. №. 1. С. 012084.

Для процедуры оценивания наибольшее значение играет формирование системы факторов и агрегирование их в единый комплексный показатель.

Необходимость формирования региональных инновационных систем, а также создание эффективных механизмов управления ими на современном этапе развития российской экономики не вызывает сомнения.

Выстраивание инновационной системы должно происходить в соответствии с потребностями и возможностями регионов. Для построения модели инновационного развития региона необходим анализ составляющих инновационного потенциала, его оценка, возможный прогноз развития на ближайшие годы. Только при комплексном рассмотрении проблемы инновационного развития может быть построена инновационная система, оказывающая влияние на процессы стабилизации экономики страны и повышение ее конкурентоспособности.

11 Mottaeva A. и др. Innovative Development of Building Materials Industry of the Region Based on the Cluster Approach // MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2016. Т. 73. С. 07026.

12 Nikolaeva A. N. и др. Innovative development of region in the conditions of formation of knowledge economy // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. №. 3 S7. С. 297.

13 Alshammari H.F.M. The essence and assessment of the functioning of regional innovation system // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. Т. 57. № 9. С. 75–83.

REFERENCES

1 Pukhova L.A. The problems of transition of Russian economy to innovative type of development. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2014. no. 7. pp. 395–398. (in Russian).

2 Zverev A. The problems of transition to innovative economy. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial Analytics: problems and solutions]. 2008. no. 9. (in Russian).

3 Ivanter V.V., Komkov N.I. Prospects and conditions for innovative and technological development of Russia's economy. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting]. 2007. no. 3. (in Russian).

4 Golichenko O.G. Natsional'naya innovatsionnaya sistema Rossii: sostoyanie i puti razvitiya [National innovation system of Russia: condition and ways of development]. Moscow, Nauka, 2006. (in Russian).

5 Kornilov D.A., Belyaev O.G., Evaluation of innovative potential of the region. *Trudy Nizhegorodskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. R.E. Alekseeva* [Works of Nizhny Novgorod state technical University]. 2012. no. 3(96). (in Russian).

6 Egorova S.E., Kulakova N.G. The innovative potential of the region. *Vestnik PskovGU* [Proceedings of Pskovo]. 2014. no. 4. (in Russian).

7 Vasyukhin O.V., Levina M.I. The estimation of innovative potential of economic systems of the Russian Federation. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2015. no. 8. pp. 349–351. (in Russian).

8 Kornilov D.A., Belyaev O.G., Evaluation of innovative potential of the region. *Trudy Nizhegorodskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. R.E. Alekseeva* [Works of Nizhny Novgorod state technical University]. 2012. no. 3(96). pp. 254–261. (in Russian).

9 Kramin T. V., Leonov V. A., Grigoryev R. A. Determining the Directions of Increasing the Innovative Potential of the Region by Developing Innovative Technologies and Competences When Preparing and Implementing Large Investment Projects. *Actual Probs. Econ. & L.* 2015. pp. 141.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

А.С. Сазонова к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия,

Л.Б. Филиппова к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия,

Р.А. Филиппов к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, 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 07.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2017

10 Kulagina N.A. et al. Regional Features of Functioning of the Geoinformation Analytical System of Innovative Potential. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2017. vol. 803. no. 1. pp. 012084.

11 Mottaeva A. et al. Innovative Development of Building Materials Industry of the Region Based on the Cluster Approach. *MATEC Web of Conferences*. EDP Sciences, 2016. vol. 73. pp. 07026.

12 Nikolaeva A. N. et al. Innovative development of region in the conditions of formation of knowledge economy. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015. vol. 6. no. 3 S7. pp. 297.

13 Alshammari H.F.M. The essence and assessment of the functioning of regional innovation system. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016. vol. 57. no. 9. pp. 75–83. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

A.S. Sazonova candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia,

L.B. Filippova candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia,

R.A. Filippov candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia,

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.7.2017

ACCEPTED 5.17.2017

Разработка информационно-советующей системы управления производственными процессами

Олег Д. Казаков¹ kod8383@mail.ru
Андрей В. Аверченков¹ mahar@mail.ru

¹Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г.Брянск, 241035, Россия

Реферат. Рассмотрены особенности реализации информационно-советующей системы планирования основных параметров производственных процессов. В частности, представлены математические модели расчета оптимальных объемов производства валовой продукции в натуральном выражении и стоимостном выражении. Описана реализация программных подсистем расчета полной себестоимости матричным методом и подсистемы расчета оптимальной производственной цены единицы продукции в среде MATLAB. Разработанные математические модели и подсистемы программного приложения апробированы на примере целлюлозно-бумажного комбината. В качестве инструмента для измерения себестоимости единицы продукции (работ, услуг) предлагается матричная формула. Разработанная информационно-советующая система позволит рассчитать оптимальные объемы производства валовой продукции в натуральном выражении, а также оптимальные нормы условно-постоянных расходов наиболее действенным методом планирования – балансовым методом.

Ключевые слова: информационно-советующая система, производственные процессы, производственная программа

Development of an information and consulting system for managing production processes

Oleg D. Kazakov¹ kod8383@mail.ru
Andrey V. Averchenkov¹ mahar@mail.ru

¹Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia

Summary. The features of the implementation of the information and advisory system for planning the main parameters of production processes are considered. In particular, mathematical models for calculating the optimal volume of production of gross output in physical terms and in value terms are presented. The implementation of the software subsystems for calculating the total cost of production by the matrix method and the subsystem for calculating the optimal production price per unit of output in the MATLAB environment is described. The developed mathematical models and subsystems of the software application have been tested using the example of a pulp and paper mill. As a tool for measuring the unit cost of a product (works, services), a matrix formula is proposed. The developed information and advisory system will allow to calculate the optimal volumes of gross production in physical terms, as well as the optimal norms of conditional-constant expenses by the most effective method of planning - the balance method.

Keywords: information-consulting system, production processes, production program

Введение

В современных условиях хозяйствования промышленные предприятия вынуждены постоянно повышать эффективность своей финансово-хозяйственной деятельности. Выполнение этой задачи во многом зависит от разработки и внедрения новых эффективных методов организации и планирования производства и, конечно, от поддержки производственных процессов современными интеллектуальными информационными системами.

Проведенный анализ производственного планирования нескольких промышленных предприятий выявил ряд проблем, связанных с некачественным:

- определением норм расходов условно-постоянных ресурсов;
- расчетом полной себестоимости единицы продукции при помощи калькуляций;

— расчетом производственной цены единицы продукции;

— планированием производственной программы в натуральном и стоимостном выражениях.

Представленные проблемы обусловлены неэффективностью применяемых математических моделей и низкой степенью автоматизации этих процедур.

Поэтому, исследования, направленные на разработку информационно-советующей системы планирования основных параметров производственных процессов, являются актуальными.

В качестве среды разработки был выбран пакет прикладных программ MATLAB.

Разработанные математические модели и подсистемы программного приложения апробированы на примере целлюлозно-бумажного комбината. Производственный процесс

Для цитирования

Казаков О.Д., Аверченков А.В. Разработка информационно-советующей системы управления производственными процессами // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 280–284. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-280-284

For citation

Kazakov O. D. Averchenkov A.V. Development of an information and consulting system for managing production processes. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 280–284. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-280-284

на комбинате предполагает участие шести цехов, один из которых производит товарную продукцию, пять – продукцию для внутреннего потребления, используемую в производстве как ресурсы собственного потребления (РСП).

Разработка подсистемы ввода исходных данных

Для заполнения исходных данных вся информация, связанная с производственной программой, представляется в виде следующих исходных матриц (рисунок 1).

A							ПМ	Y
	0	0.0020	0.0710	0.0500	0.0600	0.0360	31000	0
	0	0	0	2.2530	0.8000	1.4000	720000	0
	0.6000	0	0	0.1690	0.1990	0.5200	200000	0
	0	0	0	0	0	0.4650	116000	0
	0	0	0	0	0	0.5430	150000	0
	0	0	0	0	0	0	250000	121000

C		D						
1	258	1	0	0	0	0	0	0
2	4.3456400...	0.1500	0	0	0	0	0.0130	
3	5.9546100...	0.0050	0	0	0	0.0970	1.0000e-03	
4	8.5409000...	0	0.1970	0.3550	0	0	0	
5	3.0891200...	0	0.0210	0.0340	0	0	0	
6	7.8358000...	0	0	0	4.3790	0	0	
7	3.0849000...	0	0	0	0.2400	0	0	
8	2.1249100...	0	0	0	0.0250	0	0	
9	5.2345000...	0	0	0	0.0080	0	0	
10	5.7462000...	0	0	0	0	2.4700	0	
11	7.0107000...	0	0	0	0	0.0140	0	
12	1.1376210...	0	0	0	0	0	0.0020	
13	1.6165800...	0	0	0	0	0	0.0080	
14	1	3.7800	10.4100	12.1100	24.4100	22.4600	32.1700	
		0.9830	2.7070	3.1490	6.3470	5.8400	8.3640	

Рисунок 1. Подсистема ввода исходных данных

Figure 1. Subsystem for input of initial data

где $ПМ = |пм_1 \dots пм_i \dots пм_n|_n$ – вектор-столбец производственных мощностей, показывающий максимальный объем валового производства i -й продукции [1]. $Y = |y_1 \dots y_i \dots y_n|_n$ – вектор-столбец объемов производства товарной продукции (работ, услуг), показывающий объем товарного производства i -й продукции.

$A = \|a_{i,j}\|_{n \times n}$, $i=1, n$, j – матрица норм расхода ресурсов собственного производства, показывающая норму расхода i -го ресурса, потребленного в производстве единицы j -й продукции. E – единичная матрица (соответствует размерности матриц A). $D = \|d_{l(r),j}\|_{L+R,n}$ – матрица норм расхода первичных ресурсов, оказывающая норму расхода $l(r)$ -го первичного ресурса,

потребленного в производстве единицы j -й продукции [1]. $C = |c_1 \dots c_L \dots c_r \dots c_R|_{L+R}$ – вектор-столбец оптово-заготовительных цен первичных ресурсов (1 – условно-переменных, r – условно-постоянных).

Оптимальные объемы производства валовой продукции в натуральном выражении рассчитываются с помощью функции **Gross_Callback(hObject, eventdata, handles)** в основе которой лежит балансовая формула (1):

$$X = (E - A)^{-1} \times Y, \quad (1)$$

где X – матрица оптимальных объемов производства валовой продукции в натуральном выражении.

а) матрицу **D** одной, последней, $(L + R + 1)$ -й строкой. Элементы в этой строке характеризуют прибыль (руб./е.и.п.), которую планирует (желает) иметь предприятие с единицы соответствующего вида продукции (работ, услуг);

б) вектор **C** одним, последним, $(L + R + 1)$ -м элементом, который, естественно, будет равен единице.

Для представления и расчета результатов производственной цены единицы продукции в среде Matlab разработана экранная форма **CalculatedData** (рисунок 3).

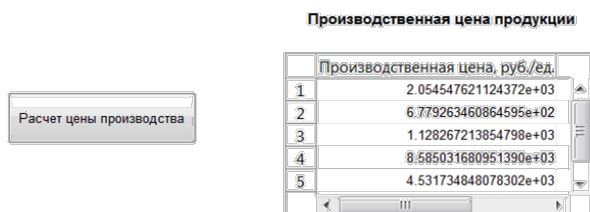


Рисунок 3. Результаты расчета оптимальной производственной цены единицы продукции

Figure 3. The results of calculating the optimal production price of a unit of production

Эти значения могут быть использованы на предприятии в качестве трансфертной цены, которая может быть справедливым инструментом

ЛИТЕРАТУРА

1 Каргополов М.Д. Балансовые методы в экономических расчетах на предприятии: учебное пособие, Архангельск: ИПЦ САФУ, 2012. 87 с.

2 Аверченкова Е.Э. Проектирование информационной советующей системы расчетно-диагностического характера // Инновационно-промышленный потенциал развития экономики регионов. 2016. С. 371–376.

3 Аверченкова Е.Э., Аверченков А.В., Черкасов В.К. Разработка структурно-функциональной системы и алгоритмов работы информационной советующей системы по формированию управленческих решений на промышленном предприятии под влиянием малопрогнозируемой внешней среды // Вестник БГТУ. 2015. № 4(48). С. 113.

4 Сазонова А.С. Прогнозирование численности приема аспирантов и докторантов в вузах регионов ЦФО с использованием показателя научного потенциала региона // Вестник БГТУ. 2010. № 3. С. 84–90.

5 Аверченков А.В., Аверченкова Е.Э. Автоматизированное принятие управленческих решений на основе моделей и алгоритмов информационной советующей системы // Информационные системы и технологии. 2016. № 3 (95). С. 31–39.

6 Сазонова А.С. Исследование факторов мотивации вовлеченности студентов в научно-исследовательскую работу // Непрерывное образование в общеевропейском образовательном пространстве. Материалы II межд. научно-практич. семинара. 2011. С. 144–149.

распределения общей прибыли, полученной предприятием от реализации товарной продукции [2–6].

Заключение

Разработанная информационно-советующая система позволит рассчитать оптимальные объемы производства валовой продукции в натуральном выражении, а также оптимальные нормы условно-постоянных расходов наиболее действенным методом планирования – балансовым методом [7–9].

В качестве инструмента для измерения себестоимости единицы продукции (работ, услуг) предлагается матричная формула, реализованная в функции **pushbutton2_Callback**. Этот метод полностью лишен недостатков, характерных для традиционного способа расчета себестоимости единицы продукции.

Расчётные значения оптимальной производственной цены единицы продукции могут быть использованы на предприятии в качестве трансфертной цены, которая может быть справедливым инструментом распределения общей прибыли, полученной предприятием от реализации товарной продукции.

7 Alcalde R. и др. Analytic Knowledge Process: An Application of decision making techniques in an Implementation Information System // Proceedings on the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2016. С. 395.

8 Krajcik V. Information system for the management of the processes // Accounting and Management Information Systems. 2013. Т. 12. №. 4. С. 650.

9 Chen Y. T., Chiu M. C. A case-based method for service-oriented value chain and sustainable network design // Advanced Engineering Informatics. 2015. Т. 29. №. 3. С. 269–294.

10 Varlamov N.V., Polyanin A.V. Scientific approaches for development of corporate management theory // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. Т. 62. № 2. С. 4–11.

REFERENCES

1 Kargopolov M.D. Balansovye metody v ekonomicheskikh raschetakh na predpriyatii [Balance methods in economic calculations at the enterprise]. Arkhangel'sk, IPTs SAFU 2012. 87 p. (in Russian).

2 Averchenkova E.E. Design of information consulting system design and diagnostic nature. *Innovatsionno-promyshlennyyi potentsial razvitiya ekonomiki regionov* [Innovative industrial development potential of regional economy]. 2016. pp. 371–376. (in Russian).

3 Averchenkova E.E., Averchenkov A.V., Cherkasov V.K. Development of structural-functional systems and algorithms information consulting system for the formation of managerial decisions at industrial enterprises influenced by the external environment malproksimaj. *Vestnik BGTU* [Proceedings BGTU]. 2015. no. 4(48). pp. 113. (in Russian).

4 Sazonova A.S. Forecasting the number receiving graduate and doctoral students in universities of the Central Federal district regions using the indicator of scientific potential of the region. *Vestnik BGTU* [Proceedings of BGTU]. 2010. no. 3. pp. 84–90. (in Russian).

5 Averchenkov A.V., Averchenkova E.E. Automated management decisions based on models and algorithms of information consulting system. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii* [Information systems and technology]. 2016. no. 3 (95). pp. 31–39. (in Russian).

6 Sazonova A.S. Investigation of factors motivating student involvement in scientific research. *Nepreryvnoe obrazovanie v obshcheevropeiskom obrazovatel'nom prostranstve. Materialy II mezhd. nauchno-praktich.*

seminara [Lifelong education in European educational space. Proceedings of the II scientific-practical seminar]. 2011. pp. 144–149. (in Russian).

7 Alcalde R. et al. Analytic Knowledge Process: An Application of decision making techniques in an Implementation Information System. *Proceedings on the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)*. The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2016. pp. 395.

8 Krajcik V. Information system for the management of the processes. *Accounting and Management Information Systems*. 2013. vol. 12. no. 4. pp. 650.

9 Chen Y. T., Chiu M. C. A case-based method for service-oriented value chain and sustainable network design. *Advanced Engineering Informatics*. 2015. vol. 29. no. 3. pp. 269–294.

10 Varlamov N.V., Polyanin A.V. Scientific approaches for development of corporate management theory. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017. vol. 62. no. 2. pp. 4–11. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Олег Д. Казаков к.т.н., доцент, кафедра компьютерные технологии и системы, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, kod8383@mail.ru

Андрей В. Аверченков д.т.н., доцент, кафедра компьютерные технологии и системы, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, mahar@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 04.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oleg D. Kazakov candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, kod8383@mail.ru

Andrey V. Averchenkov doctor of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, mahar@mail.ru

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.4.2017

ACCEPTED 5.11.2017

Информационное обеспечение принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия при маркетинговом подходе управления

Анастасия А. Тищенко	¹	karkuc@yandex.ru
Юрий М. Казаков	¹	kym2000@yandex.ru
Владимир Е. Федоров	²	
Дмитрий А. Лысов	¹	lysovdmitriia@gmail.com

¹ Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия

² Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, ул. 25 Октября, 128, г. Тирасполь, Молдова

Реферат. Цель. Сформировать теоретические и практические подходы к информационному обеспечению процедуры принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия при маркетинговом подходе управления, позволяющей повысить качество принимаемых управленческих решений по изделию. Материал и методы. Проектируемый программный комплекс на основе экспертных оценок и нечетких множеств, позволяет автоматизировать принятие решение о внедрении инновации еще на начальных этапах. В работе использовались такие научные методы, как обобщение научной литературы в области формирования и учета особенностей внедрения инновации, анализ имеющихся возможностей информационного обеспечения принятия решения на начальных этапах разработки, методы экспертных оценок и элементы нечетких множеств. Результаты и обсуждение. В статье представлено обоснование и возможности информационного обеспечения процедуры принятия решения по инновационным изделиям. Предложена методика принятия решения при разработке нового изделия на основе экспертных и прогнозных оценок инновации еще на начальных этапах его создания. Разработан программный комплекс, который позволяет автоматизировать принятие решение о производстве нового изделия еще на начальных этапах производства. Заключение. Несмотря на большое количество теоретических разработок по инновационному менеджменту риск, связанный с выпуском новых товаров, остается довольно высоким. Разработанная методика информационного обеспечения принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия, позволит снизить риск невостребованности инновации.

Ключевые слова: маркетинговый подход, принятие решений, начальные этапы, информационная система

Information support of decision-making in the early stages of new product development when approaching marketing management

Anastasia A. Tishhenko	¹	karkuc@yandex.ru
Ju... M. Kazakov	¹	kym2000@yandex.ru
Vladimir E. Fedorov	²	
Dmitry A. Lysov	¹	lysovdmitriia@gmail.com

¹ Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia

² Shevchenko Transnistria State University, 25 Octombrie st., 107, Tiraspol, Moldova

Summary. Goal. To create theoretical and practical approaches to information support of the decision making procedure at the initial stages of developing a new product with a marketing management approach that allows to improve the quality of management decisions on the product. Material and methods. The projected software package on the basis of expert assessments and fuzzy sets, allows to automate the decision to implement innovation at an early stage. The work used such scientific methods as generalization of scientific literature in the field of shaping and taking into account the features of innovation, Solutions in the initial stages of development, methods of expert evaluation and elements of fuzzy sets. Results and its discussion. The article presents the rationale and possibilities for informational support of the decision-making procedure for innovative products. The authors also proposed a methodology for making a decision when developing a new product based on expert and predictive assessments of innovation at the initial stages of its creation. A software package has been developed that automates the decision to manufacture a new product at the initial stages of production. Conclusion. Despite a large number of theoretical developments in innovative management, the risk associated with the release of new products remains quite high. The developed methodology of information support for decision-making at the initial stages of the development of a new product will reduce the risk of the lack of demand for innovation.

Keywords: marketing approach, decision-making, the initial stages, the information system

Введение

В современных условиях функционирования машиностроительных предприятий, при изменении рынка продавца на рынок потребителя и ужесточения конкурентной борьбы, предприятие не может себе позволить выпускать старые неконкурентоспособные изделия. Встает вопрос о создании более гибкой

системы управления машиностроительным предприятием, постоянно ориентированной на рынок, разработку и выпуск новых конкурентоспособных товаров.

Несмотря на большое количество теоретических разработок по инновационному менеджменту риск, связанный с выпуском новых товаров, остается довольно высоким.

Для цитирования

Тищенко А.А., Казаков Ю.М., Федоров В.Е., Лысов Д.А. Информационное обеспечение принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия при маркетинговом подходе управления // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 285–289. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-285-289

For citation

Tishhenko A.A., Kazakov Yu.M., Fedorov V.E., Lysov D.A. Information support of decision-making in the early stages of new product development when approaching marketing management. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 285–289. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-285-289

Как правило, причинами неудачи новых изделий на рынке являются несоответствие изделия потребностям конечных потребителей или же более ранний выпуск конкурентами товара-аналога или товара-заменителя [1–3].

Одним из путей снижения риска при выпуске нового изделия является переход от традиционных подходов в системе управления к маркетинговому подходу управления, в основе которого лежит объединение усилий всех подразделений предприятия для достижения общей цели удовлетворения потребителя [4, 5].

Возникает весьма актуальная задача разработки научно-методических основ автоматизации поддержки принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия на машиностроительном предприятии с учетом перехода на маркетинговый подход управления.

Проведенный анализ показал наличие множества различных, несогласованных друг с другом схем, описывающих этапы процесса разработки нового изделия. Подобные модели обычно подходят к процессу создания нововведения с технологической точки зрения, но необходимо учитывать мнение конечного потребителя.

Для этого были разработаны математические модели маркетингового и производственного подхода при формировании производственной программы.

При маркетинговом подходе необходимо сформировать потребительско–промышленную модель нового изделия, которая объединяет в себе потребительские требования и производственные возможности разработки нового изделия.

Потребительская модель нового изделия может быть представлена в следующем виде:

$$MK < P, T, SC, D > ,$$

где P – набор качественных потребительских параметров нового изделия, T – набор количественных технических характеристик нового товара, SC – набор маркетингово-ценовых характеристик, D – набор дополнительных эксплуатационных свойств.

Производственная модель нового изделия может быть представлена в виде:

$$MP < T, KT, R, EC, D > ,$$

где KT – набор конструкторско-технологических параметров нового изделия, R – наличие соответствующих ресурсов для изготовления нового изделия, EC – набор экономико–себестоимостных характеристик.

В итоге потребительско–производственную модель нового изделия, можно представить в следующем виде:

$$MKP < P, T, SEC, KT, R, D > ,$$

где SEC – набор маркетингово-себестоимостных характеристик.

Значительную часть процесса разработки нового изделия можно автоматизировать с помощью современных автоматизированных систем управления предприятия, ERP. Проводя детальный анализ современных ERP систем, в результате которого авторами была разработана БД технико-экономических характеристик ERP систем, представленных на российском рынке, было показано, что начальные этапы разработки нового изделия нельзя автоматизировать с помощью систем этого класса, т. к. входной информацией для всех систем является спецификация и маршрутная карта изделия, которых еще нет на начальных этапах разработки нового изделия. Начальные этапы предложено автоматизировать разработанным авторами программным комплексом поддержки принятия решения на начальных этапах [6–9].

Начальные этапы разработки нового изделия характеризуются следующими признаками: неполнота исходной информации; невозможность заранее предсказать реакцию внешней среды, высокая стоимость неверно принятых решений. Эти признаки описывают сложную ситуацию принятия решения.

Авторами была разработана методика принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия на основе теории нечетких множеств и оценок экспертов и специалистов предприятия, управляющим звеном которой является маркетолог. Согласно, разработанной методики формируются рекомендации по новому изделию, конечное же решение о дальнейшей разработке принимает лицо, принимающее решение (ЛПР). Одной из серьезных трудностей возникающей при практической реализации системы поддержки принятия решения о разработке нового изделия является проблема неопределенности ситуации и субъективность оценки. Признание права на субъективность решения в рамках этой модели – признак появления новой парадигмы, характерной для научного направления принятия решений при многих критериях и оценки субъективной функции полезности. Субъективное представление руководителя или эксперта о характере процесса и свойствах нового изделия может характеризовать функция принадлежности к некоторому множеству $\mu_A(u_i)$.

В рамках предложенной методики по принятию решения на начальных этапах должно быть четкое взаимодействие привлекаемых к процессу разработки служб предприятия, при этом инициировать и контролировать это взаимодействие в рамках маркетингового подхода управления должен маркетолог.

Схематично методика принятия решения на начальных этапах процесса разработки нового изделия, еще до заключения договора на производство, представлена на рисунке 1.

При разработке математических моделей использовались треугольные функции принадлежности и лингвистические переменные теории нечетких множеств. Параметры нового изделия редко задаются потребителем четко, существует некоторая размытость, которую можно охарактеризовать нечетким числом, характеризующимся треугольной функцией принадлежности. Они отвечают высказыванию: «Элементы вектора А приблизительно равны a_{cp} и находятся в диапазоне $[a_{min}, a_{max}]$ », что соответствует часто потребительским требованиям к новому изделию.

С целью определения аналогов для нового изделия была разработана математическая модель определения степени совпадения существующего объекта R^k с новым объектом R^j . Формула основана на оценке степени совпадения каждого параметра для уже существующих и нового изделий. При этом два слагаемых в формуле используются для двух видов параметра – количественный параметр (например, диаметр – 50 мм), и качественных параметров, оцениваемых по шкале лингвистическими

переменными (к примеру – отказоустойчивость – высокая оценка).

Ни одно изделие нельзя характеризовать одним параметром. Для каждого товара имеется ряд параметров, при этом каждый из них имеет определенный вес значимости для потребителя. Поэтому интересно суммарное значение степени совпадения нового товара с существующим, которое вычисляется по формуле:

$$S_{совп} = \sum_{z=1}^{N_j^j} (P_j^z \cdot \mu_{u_j^z}^k)$$

где P_j^z – вес параметра, оценка заказчиком значимости параметра R^z по сравнению с другими параметрами для нового изделия.

Для качественных же параметров, введя вес квалификации эксперта, получим:

$$S_{совп} = \sum_{z=1}^{N_j^j} (P_j^z \cdot B_k^z),$$

где B_k^z – квалификация эксперта, давшего оценку качественного параметра R^z для существующего изделия R^z , лингвистическая переменная с числовыми значениями в диапазоне от 0 до 1, по умолчанию 0,5.

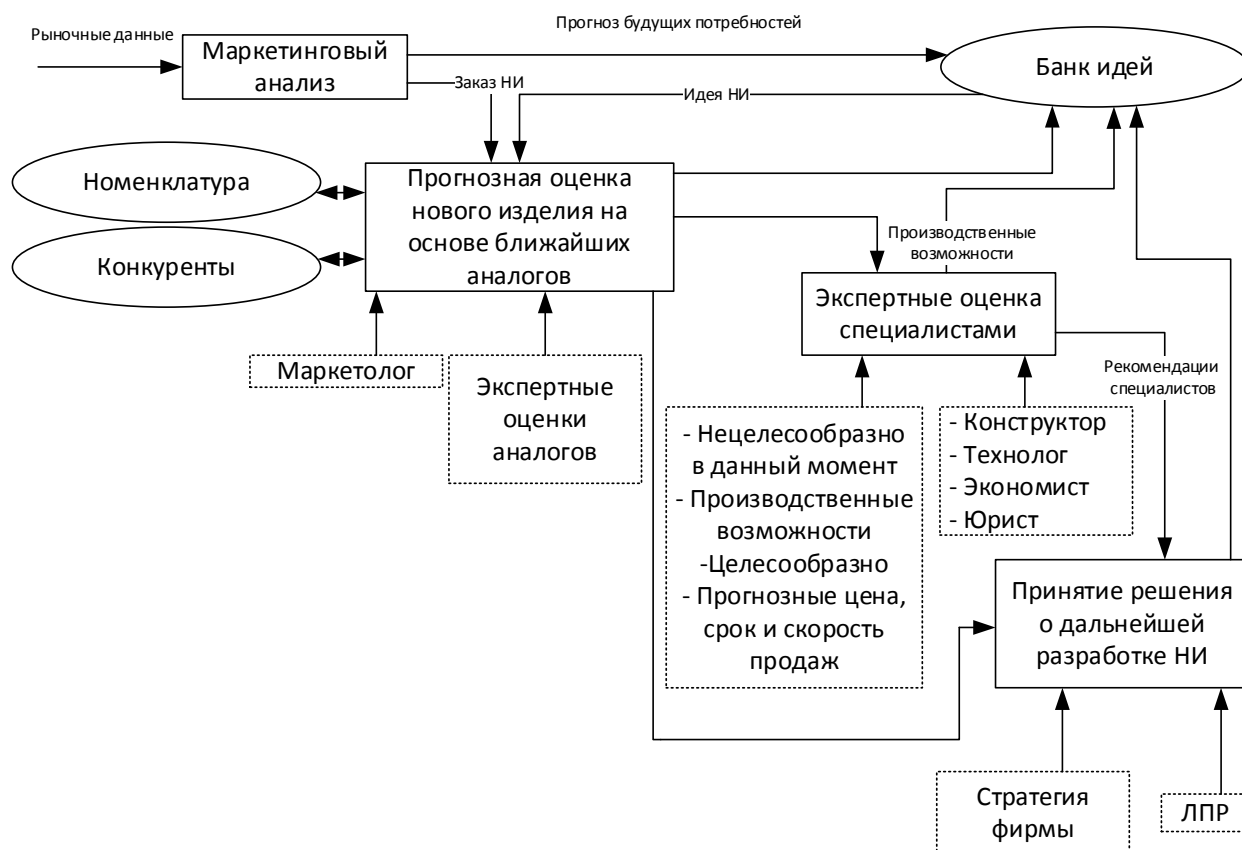


Рисунок 1. Методика принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия

Figure 1. Procedure of decision-making on initial stage of new product development

Для приведения всех аналогов к общему знаменателю и нормализации полученных значений делим каждое слагаемое на максимально возможное количество совпадающих качественных и соответственно количественных параметров. Чтобы значение степени совпадения не выходило за интервал от 0 до 1, сумму слагаемых делим на 2, в итоге получим:

$$S_j^k = \frac{1}{2} \left(\frac{\sum_{z=1}^{N_j^j} (P_j^z \cdot B_k^z)}{N_{v \max(z)}^j} + \frac{\sum_{z=1}^{N_u^j} (P_j^z \cdot \mu_{u_j^k}^z)}{N_{u \max(z)}^j} \right)$$

По этому значению оценивается степень совпадения нового товара с существующими. Чем выше $S_{совп}$, тем ближе разрабатываемое новое изделие к сравниваемому аналогу. Значения $S_{совп}$ сортируются по возрастанию и маркетолог получает данные о ближайших к разрабатываемому товару аналогах, причем в зависимости от подключенной базы данных, это могут быть аналоги, выпускаемые на предприятии, или аналоги, имеющиеся на рынке. Эта информация необходима для ценообразования нового товара, оценки его конкурентного положения на рынке. Кроме того, эта информация необходима для получения прогноза заключения эксперта на основе аналогов.

Если по некоторым параметрам заказчик определил особые требования по важности и точности их исполнения, в расчете также учитывается требование заказчика путем введения оценки значимости параметра P его вес.

Этот прогноз используется на этапе маркетингового анализа нового изделия маркетологом с целью оценки возможных ценовых параметров нового изделия и возможного решения ЛПР об изготовлении нового изделия, а также на этапе предварительной оценки нового изделия экспертом и ЛПР в качестве дополнительной информации по изделию.

На основе разработанной методики принятия решения на начальных этапах был разработан общий алгоритм программного комплекса автоматизированной поддержки принятия решения на начальных этапах разработки нового изделия, главным управляющим элементом которого является маркетолог.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Секерин В.Д. Инновационный маркетинг, М.: НИЦ ИНФРА М, 2016. 237 с.
- 2 Зозулев А.В. Промышленный маркетинг, М.: Центр учебной литературы, 2010. 576 с.
- 3 Системы поддержки принятия решений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / под ред. В.Г. Халина, Г.В. Черновой М.: Издательство Юрайт, 2015. 494 с.

Разработанный программный комплекс имеет следующие функциональные возможности:

- формирование потребительских требований к новому изделию с весами значимости, доступные для всех специалистов, использующих программный комплекс;
- автоматическое определение аналогов наиболее близких по потребительским требованиям изделий, из номенклатуры предприятия или из товаров, представленных на рынке с использованием теории экспертных систем и нечеткой логики;
- построение прогноза оценок экспертов по новому изделию;
- инициализация маркетологом оценки нового изделия на начальном этапе процесса разработки специалистами предприятия: конструктором, технологом, экономистом и т. д. с использованием сетевых технологий;
- ввод критериев оценки, весов этого критерия каждым специалистом, автоматическое генерирование рекомендации по новому изделию на основе введенных оценок;
- оценивание специалистами, участвующими в принятии решении вероятностной цены нового изделия и сроков изготовления;
- автоматическое генерирование рекомендаций по новому изделию для ЛПР, назначение предположительной цены и сроков изготовления нового изделия;
- хранение и обеспечение многократного использования полученных данных;
- хранение и сортировка всех идей новых изделий, сгенерированных на предприятии в разработанном автоматизированном банке идей;

Заключение

Разработанный программный комплекс принятия решения на начальных этапах на основе экспертных оценок и нечетких множеств, реализует предложенные авторами модели и алгоритмы, позволяет автоматизировать принятие решение о производстве нового изделия еще на начальных этапах производства в рамках комплексной автоматизации процесса разработки нового изделия.

- 4 Hanssens D.M. Empirical Generalizations about Marketing Impact // MSI. Massachusetts, 2015. 195 с.
- 5 Masterman G., Wood E.H. Innovative Marketing Communications // Routledge. New York, 2011. 322 с.
- 6 Тищенко А.А. Инновационная модель взаимодействия специалистов структурных подразделений при разработке нового изделия при маркетинговом подходе управления // Сборник международной научно-практической конференции Роль интеграции науки инновации и технологии в экономическом развитии стран. 2016. С. 262–264.

7 Тищенко А.А., Казаков Ю.М. Методика принятия решений о производстве нового изделия на начальных этапах разработки при маркетинговом подходе управления // Вестник Славянских вузов: ежегодный международный научно-практический журнал. 2015. № 4. С. 127–130.

8 Тищенко А.А., Казаков Ю.М. Модель взаимодействия специалистов структурных подразделений при разработке нового изделия // Михайло-Архангельские чтения: материалы 17 международной научно-практической конференции. 2013. С. 435–438.

9 Averchenkov A.V., Averchenkov V.I., Kazakov Y.M., Leonov E.A., Leonov Y.A. Architecture and Self-learning Concept of Knowledge-Based Systems by Use Monitoring of Internet Network // Communications in Computer and Information Science, T. 466, 2014, с. 15–26 (идентификатор статьи в SCOPUS: 2-s2.0-84907330909)

REFERENCES

1 Sekerin V.D. Innovatsionnyi marketing [Innovative marketing]. Moscow, NITs INFRA M 2016. 237 p. (in Russian).

2 Zozulev A.V. Promyshlennyi marketing [Industrial marketing]. Moscow, Tsentr uchebnoi literatury 2010. 576 p. (in Russian).

3 Sistemy podderzhki prinyatiya reshenii: uchebnik i praktikum dlya bakalavriata i magistratury. Edited by V.G. Khalina & G.V. Chernovaya [Systems decision support: tutorial and workshop for undergraduate and graduate]. Moscow, Yurait, 2015. 494 p. (in Russian).

4 Hanssens D.M. Empirical Generalizations about Marketing Impact. MSI. Massachusetts, 2015. 195 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анастасия А. Тищенко к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, karkuc@yandex.ru

Юрий М. Казаков к.т.н., доцент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, kym2000@yandex.ru

Владимир Е. Федоров к.э.н., доцент, зав. кафедрой, кафедра автоматизации технологических процессов и производств, Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, ул. 25 Октября, 128, г. Тирасполь, Молдова,

Дмитрий А. Лысов студент, кафедра компьютерных технологий и систем, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, lysovdmitriia@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.04.2017

5 Masterman G., Wood E.H. Innovative Marketing Communications. Routledge, New York, 2011. 322 p.

6 Tishchenko A.A. An innovative model of interaction between specialists of structural subdivisions in the development of a new product at the marketing management approach. *Sbornik mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii Rol' integratsii nauki innovatsii i tekhnologii v ekonomicheskom razvitii stran* [The collection of international scientific-practical conference Role of integration of science, innovation and technology in the economic development of countries]. 2016. pp. 262–264. (in Russian).

7 Tishchenko A.A., Kazakov Yu.M. The method of decision-making about the production of a new product in the initial stages of development at the marketing management approach. *Vestnik Slavyanskikh vuzov: ezhegodnyi mezhdunarodnyi nauchno-prakticheskii zhurnal* [Journal of Slavic universities: the annual international scientific-practical journal]. 2015. no. 4. pp. 127–130. (in Russian).

8 Tishchenko A.A., Kazakov Yu.M. The model of interaction between specialists of structural subdivisions in the development of a new product. *Mikhailo-Arkhangelskie chteniya: materialy 17 mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Mikhailo-Arkhangelsk reading: proceedings of the 17 international scientific and practical conference]. 2013. pp. 435–438. (in Russian).

9 Averchenkov A.V., Averchenkov V.I., Kazakov Y.M., Leonov E.A., Leonov Y.A. Architecture and Self-learning Concept of Knowledge-Based Systems by Use Monitoring of Internet Network. *Communications in Computer and Information Science*, Springer International Publishing, vol. 466, 2014, pp. 15–26 (SCOPUS: 2-s2.0-84907330909)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anastasia A. Tishchenko candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, karkuc@yandex.ru

Ju... M. Kazakov candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, kym2000@yandex.ru

Vladimir E. Fedorov candidate of economical sciences, assistant professor, head of department, automation of technological processes and productions department, Shevchenko Transnistria State University, 25 Octombrie st., 107, Tiraspol, Moldova,

Dmitry A. Lysov student, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, lysovdmitriia@gmail.com

CONTRIBUTION

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.2.2017

ACCEPTED 4.10.2017

Математическое моделирование показателей развития региона в концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему

Андрей В. Аверченков¹ mahar@mail.ru
Е.Э. Аверченкова¹
Д.И. Гончаров¹

¹ Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия

Реферат. В статье рассмотрены направления расширения комплексного подхода к оценке влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему. Авторами предлагается подход, основанный на математическом моделировании основных показателей развития региона. Эмпирическими данными для разработки моделей стала ведомственная структура расходов Брянской области департамента экономического развития и показатели, представляемые для разработки прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2019 года. При формировании модели показателей социально-экономического развития региона были получены аппроксимирующие функции, ограниченные диапазоном заданных значений ведомственных расходов бюджета Брянской области за 2012–2019 гг. и выступающих в качестве интерполирующей зависимости. Для оптимального подбора параметров уравнений был использован метод наименьших квадратов. Практическая реализация концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему определяет необходимость ее автоматизации. Разрабатываемая на основе представленной модели информационная советующая система позволит автоматизировать процесс поддержки принятия управленческого решения. Полученная модель оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему представляет собой информационно-аналитическую систему отслеживания региональной ситуации как основы для последующего принятия управленческих решений.

Ключевые слова: региональная социально-экономическая система, прогноз показателей развития, математическое моделирование

Mathematical modeling of regional development indicators in a conceptual model for assessing the impact of the external environment on the regional socio-economic system

Andrew V. Averchenkov¹ mahar@mail.ru
E.Je. Averchenkova¹
D.I. Goncharov¹

¹ Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia

Summary. In the article the directions of expansion of the complex approach to the assessment of the influence of the external environment on the regional socio-economic system are considered. The authors propose an approach based on mathematical modeling of the main indicators of the development of the region. Empirical data for the development of models has become the departmental expenditure structure of the Bryansk region of the Department of Economic Development and the indicators presented for the development of the forecast of the socio-economic development of the Russian Federation for the period until 2019. When forming a model of indicators of socio-economic development of the region, approximating functions were obtained, limited by the range of specified values of departmental expenditures of the budget of the Bryansk region for 2012-2019. And acting as an interpolating relationship. For the optimal selection of the parameters of the equations, the method of least squares was used. Practical implementation of the conceptual model for assessing the impact of the external environment on the regional socio-economic system determines the need for its automation. The information advisory system developed on the basis of the presented model will allow to automate the process of supporting the adoption of the management decision. The obtained model for assessing the influence of the external environment on the regional socio-economic system is an information and analytical system for monitoring the regional situation as the basis for subsequent management decisions.

Keywords: regional socio-economic system, forecast of development indicators, mathematical modeling

Для цитирования

Аверченков А.В., Аверченкова Е.Э., Гончаров Д.И. Математическое моделирование показателей развития региона в концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 290–295. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-290-295

For citation

Averchenkov A.V., Averchenkova E.Je., Goncharov D.I. Mathematical modeling of regional development indicators in a conceptual model for assessing the impact of the external environment on the regional socio-economic system. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 290–295. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-290-295

Введение

Ранее в работах авторов [4, 5, 7] было показано, что определить влияние внешней среды на текущее состояние региональной социально-экономической системы можно с помощью комплексного подхода. Так, были описаны возможности экспертного оценивания изучаемого влияния и мониторинговые оценки с использованием внешних статистических данных. Однако представляется важным, что для повышения достоверности комплексного подхода к изучению влияния внешней среды на регион, использовать методы математического моделирования основных показателей его социально-экономического развития.

Вклад в осознание особенностей процессов прогнозирования социально-экономических показателей развития региона внесли отечественные ученые-практики, в том числе Е.В. Бережная, В.Н. Бурков, С.Ю. Глазьев, Т.А. Дуброва, В.В. Егоров, А.Ю. Заложнев, С.В. Леонтьев, Д.А. Новиков, А.Д. Настенко, А.В. Цветков, Т.Е. Шохина. В их работах показано, что анализ и прогнозирование социально-экономического развития субъектов РФ представляется отправной точкой работы при решении задач по управлению устойчивым развитием регионов.

Цель работы – расширение концептуальной модели оценки влияния внешней среды на регион посредством разработки конкретных математических моделей, определяющих социально-экономическое развитие Брянской области.

Эмпирическая база исследования

Для формирования перечня показателей социально-экономического развития Брянского региона был использован список закрепленных показателей прогноза социально-экономического развития Брянской области за исполнительными органами государственной власти Брянской области и структурными подразделениями администрации Брянской области [3]. В качестве базового структурного подразделения в данной работе был использован департамент экономического развития Брянской области и показатели, закрепленные за ним, по следующим направлениям: население, производство товаров и услуг, торговля и услуги населению, внешнеэкономическая деятельность региона, малое и среднее предпринимательство, инвестиции региона, труд и занятость, развитие социальной сферы, окружающая среда, туризм.

Такой выбор объясняется тем, что департамент экономического развития Брянской области реализует задачи по социально-экономическому развитию региона, осуществляет стратегическое планирование, способствует развитию инновационной активности в регионе, осуществляет контроль выполнения государственных и региональных программ на территории Брянской области и т. д. [8]. Отсюда, показатели, определяемые этим департаментом, имеют ключевое место в социально-экономическом развитии региона.

В работе предлагается сформировать прогноз развития региона по данным направлениям, общее количество конкретных показателей к расчету составляет 44. При формировании математических функций были использованы статистические данные за 2011–2016 гг. и прогнозируемые данные Брянского региона до 2019 г., взятые из официальной документации Правительства Брянской области для разработки прогноза социально-экономического развития РФ на период до 2019 года (для субъектов РФ) [2].

Отметим, что данные показатели являются основными макроэкономическими показателями социально-экономического развития Брянской области за предыдущие годы, а также учитывают сценарные условия развития экономики Российской Федерации на 2017–2019 годы. Кроме того, эти показатели учитывают приоритеты и целевые индикаторы, определенные в Стратегии социально-экономического развития Брянской области на период до 2025 года, указах Президента РФ от 7 мая 2012 года № 596–606, государственных программах Брянской области, а также ход реализации мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности Российской Федерации и Брянской области.

При формировании предлагаемых моделей показателей развития Брянского региона был использован такой влияющий фактор, как финансирование соответствующих направлений социально-экономического развития региона. Ранее в статьях авторов были рассмотрены особенности формирования и расходования бюджета Брянской области на 2016–2019 и 2013–2015 гг. [6]. Так, было показано, что ведомственная структура расходов бюджета как распределение бюджетных ассигнований, предусмотренных законом Брянской области о бюджете [1], определяет объем и направление

финансирования приоритетных для региона направлений его социально-экономического развития. Как отмечалось выше, в качестве базового структурного подразделения в данной работе был использован департамент экономического развития Брянской области, поэтому при формировании моделей была использована ведомственная структура расходов Брянской области за 2011–2019 гг. на его примере.

Моделирование показателей прогноза социально-экономического развития Брянской области

При формировании модели показателей социально-экономического развития региона были получены аппроксимирующие функции, ограниченные диапазоном заданных значений ведомственных расходов бюджета Брянской области за 2012–2019 гг. и выступающих в качестве интерполирующей зависимости. Для оптимального подбора параметров уравнений был использован метод наименьших квадратов.

Сложность, взаимное влияние процессов, протекающих в социально-экономической системе региона, определило выбор типа аппроксимации с помощью полинома 4-й или 5-й степени. Формирование функций производилось с помощью ресурсов MS Excel. Результатом модели является значение показателей развития социально-экономического региона в виде функции от объема ведомственных расходов области. Каждая функция будет характеризоваться величиной достоверности аппроксимации R_2 , определяющей степень соответствия трендовой модели исходным данным. Использование критерия Фишера для проверки значимости построенной регрессионной модели оценивалось с надежностью 95%. Критическое (табличное) значение критерия Фишера составило $F_{кр} = 5,99$, с ним сравнивались расчетные значения $F_{расч}$, которые для всех функций были одинаковым, так как количество наблюдений ($n = 8$ «лет») и число объясняющих переменных ($k = 1$) во всех случаях было одинаковым. Аппроксимирующие функции по основным показателям развития региональной социально-экономической системы и их расчетные значения F -критерия представлены в таблице 1.

Очевидно, что значения достоверности аппроксимации R_2 для всех рассчитанных функций имеют величину, превосходящую критическое значение, равное 0,5. Это позволяет сделать вывод о том, что построенные модели прогнозирования основных показателей развития региональной социально-экономической системы пригодны для дальнейшего анализа.

Все расчетные значения F -критерия больше табличного критического значения. Значит, с вероятностью 95% полученные модели являются адекватными.

Формирование комплексной оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему

Актуальность формирования методологии комплексного подхода к оценке влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему обосновывается необходимостью обеспечения динамичности и объективности оценки происходящих в ней изменений. Это обеспечивается учетом следующих четырех позиций:

1. Анализируются внешние источники информации о состоянии региона.
2. Производится градация текущего состояния регионального промышленного комплекса.
3. Проводится экспертная оценка влияния внешней среды на регион.
4. Формируются прогнозные значения основных показателей развития региона, отслеживаются их тренды.

Обобщение результатов исследований, представленных в работах [4–6] позволило сформировать следующую концептуальную модель оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему (рисунок 1).

В модели представлены четыре основных блока:

- информационная система мониторинга внешней среды региональной социально-экономической системы;
- мониторинг состояния регионального промышленного комплекса;
- экспертная оценка влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему;
- прогноз изменения основных показателей развития региона на основе применения методов математического моделирования.

Все четыре блока независимы друг от друга и являются основанием для принятия управленческих решений, обеспечивающих нивелирование или усиление влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему.

Практическая реализация концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему определяет необходимость ее автоматизации. Разрабатываемая на основе представленной модели информационная советующая система позволит автоматизировать процесс поддержки принятия управленческого решения.

Таблица 1.
Некоторые функции аппроксимаций основных показателей развития региональной социально-экономической системы (на примере Брянской области)
Table 1.
Some functions of approximations of the main indicators of the development of the regional socio-economic system (on the example of the Bryansk region)

Частные показатели прогноза социально-экономического развития региона Particular indicators of socio-economic development forecast for the region	Размерность показателя Dimension of the indicator	Аппроксимирующая функция Approximating function	Показатель достоверности аппроксимации Indicator of reliability of approximation R ²	Критерий Фишера F-criteria
Выпуск товаров и услуг Release of goods and services	Производство товаров и услуг млн руб. mln RUB	$y = -262x^4 + 4653,6x^3 - 23554x^2 + 63994x + 368926$	0,9935	917,08
Индекс промышленного производства Index of industrial production	% к предыдущему году в сопоставимых ценах % To the previous year in comparable prices	$y = 0,2975x^4 - 5,686x^3 + 36,884x^2 - 91,942x + 175,52$	0,8304	29,38
Индекс потребительских цен за период с начала года Consumer price index for the period from the beginning of the year	Торговля и услуги населению к соответствующему периоду предыдущего года, % To the corresponding period of the previous year, %	$y = 0,0811x^4 - 1,2929x^3 + 6,0538x^2 - 7,5484x + 107,64$	0,7279	16,05
Оборот розничной торговли Retail trade turnover	млн руб. mln RUB	$y = 81,634x^4 - 1074,6x^3 + 2740,1x^2 + 22039x + 127823$	0,9917	716,89
Экспорт товаров Export	Внешнеэкономическая деятельность млн долл. США mln USD	$y = 0,113x^4 - 3,3934x^3 + 35,592x^2 - 149,51x + 533,43$	0,9216	70,53
Импорт товаров Import	млн долл. США mln USD	$y = -3,8672x^4 + 72,412x^3 - 434,44x^2 + 822,12x + 789,48$	0,9791	281,08
Количество предприятий Count	Малое и среднее предпринимательство, включая микропредприятия Small and medium enterprises, including microenterprises	$y = -0,589x^4 + 13,739x^3 - 136,41x^2 + 769,38x + 10859$	0,9799	292,51
Инвестиции в основной капитал Investments in fixed assets	Инвестиции млн руб. mln RUB	$y = -170,57x^4 + 3407,3x^3 - 23172x^2 + 64250x + 1868,7$	0,9883	506,82
Среднемесячная номинальная начисленная з/п в целом по региону Average monthly nominal accrued wages in the region as a whole	Труд и занятость тыс. руб. thousand RUB	$y = -0,0061x^4 + 0,1503x^3 - 1,2889x^2 + 5,5514x + 12,082$	0,9988	4994,00
Численность обучающихся общеобразовательных учреждений (без вечерних (сменных) общеобразовательных учреждений (на начало учебного года) The number of students of general education institutions (without evening (shift) general education institutions (at the beginning of the academic year)	Развитие социальной сферы тыс. чел. thousand people	$y = 0,0319x^4 - 0,6447x^3 + 4,2501x^2 - 8,8019x + 117,88$	0,9985	3994,00
Текущие затраты на охрану окружающей среды Current costs of protecting the environment	Окружающая среда в ценах соответствующих лет; млн руб. In the prices of the corresponding years; Million RUB.	$y = 1,1495x^4 - 19,906x^3 + 101,62x^2 - 86,73x + 479,17$	0,9782	269,23
Численность российских граждан, выехавших за границу Number of Russian citizens traveling abroad	Туризм тыс. чел. thousand people	$y = -0,1417x^4 + 2,5657x^3 - 14,695x^2 + 24,86x + 33,571$	0,9413	96,21

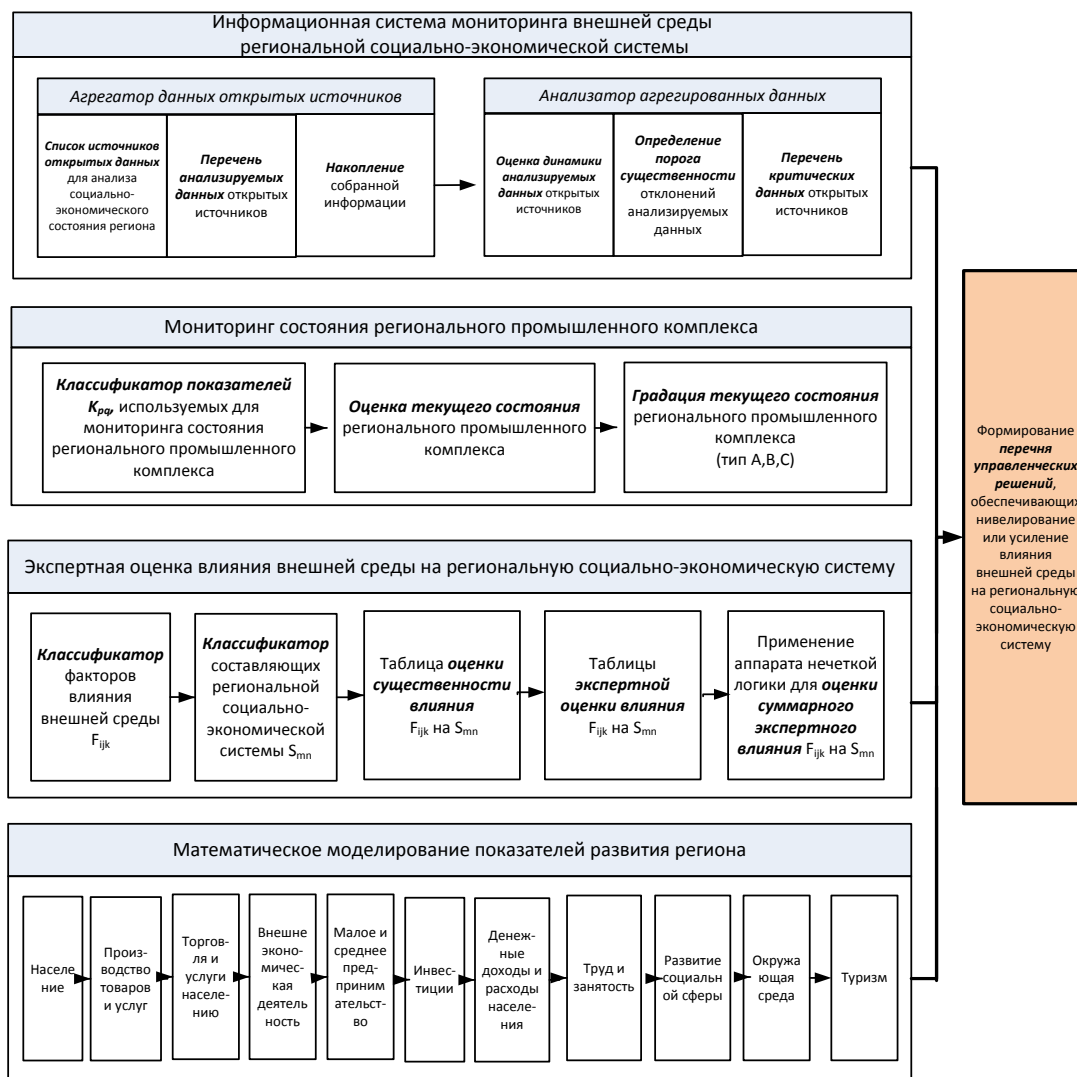


Рисунок 1. Место блока математического моделирования в концептуальной модели оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему

Figure 1. The place of the block of mathematical modeling in the conceptual model for assessing the influence of the external environment on the regional socio-economic system

Заключение

Сформированная концептуальная модель влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему позволяет обосновать подход к созданию информационной советующей системы. Результатом работы автоматизированной системы будет являться формирование комплекса управленческих решений, позволяющих повысить качество управления на разных уровнях региональной власти.

ЛИТЕРАТУРА

1 Закон Брянской области от 21.12.2016 № 111-3 «Об областном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов» в редакции Закона Брянской области от 27.04.2017 № 23-3 «О внесении изменений в Закон Брянской области «Об областном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов»

Предлагаемая поддержка принятия управленческих решений будет основываться на независимой интеграции информационного мониторинга внешней среды, мониторинга регионального промышленного комплекса, экспертных оценках и результатах математического моделирования основных показателей развития региона, что обеспечит независимость и объективность комплексной оценки ситуации и формирования управленческих решений.

2 Постановление Администрации Брянской области от 01.04.2008 № 289 "Об утверждении регламента по разработке прогноза социально-экономического развития Брянской области на 2009 год и на период до 2011 года" URL: <http://lawru.info/dok/2008/04/01/n526497.htm>

3 Основные показатели, представляемые для разработки прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2019 года (для субъектов Российской Федерации) URL: <http://www.bryanskobl.ru/docs/economy-forecast/form2p-2015.pdf>

4 Averchenkov A.V., Averchenkova E.E., Gorlenko O.A., Miroshnikov V.V. Machine-building Enterprise Fuzzy Model as the Interrelated Factor Complex System // International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. doi: 10.1088/1742-6596/803/1/012009. (SCOPUS: 2-s2.0-85016636779).

5 Averchenkova E.E., Averchenkov A.V., Kulagina N.A. Designing of the Information Advising System to Assess the Potential of Creation and Development of Cluster Agglomeration in the Industrial Complex of the Region // International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016. IOP Conf. Series: Journal of Physics. doi: 10.1088/1742-6596/803/1/012011 (SCOPUS: 2-s2.0-85018367471)

6 Аверченкова Е.Э., Гончаров Д.И. Обзор основных направлений формирования бюджета Брянской области на 2017–2019 гг. // Проблемы сохранения культурного наследия: материалы VI международного семинара, Брянск: ООО «Новый проект», 2017. 250 с. С. 162–165

7 Аверченкова Е.Э., Аверченков А.В. Концептуальная модель оценки влияния внешней среды на региональную социально-экономическую систему // Вестник БГТУ, 2016. № 9. С. 148–153

8 Treshchevsky Y.I., Litovkin M.V. Innovative activity in regions of Russia with various types of economic behaviour // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 64. № 4. С. 4–11.

REFERENCES

1 Zakon Brjanskoj oblasti ot 21.12.2016 # 111 "Ob oblastnom bjudzhetе na 2017 god i na planovyy period 2018 i 2019 godov" v redakcii Zakona Brjanskoj oblasti ot 27.04.2017 № 23 Z "O vnesenii izmenenij v Zakon Brjanskoj oblasti "Ob oblastnom bjudzhetе na 2017 god i na planovyy period 2018 i 2019 godov"

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей В. Аверченков д.т.н., доцент, кафедра компьютерные технологии и системы, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия, mahar@mail.ru

Е.Э. Аверченкова к.т.н., доцент, кафедра компьютерные технологии и системы, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, Россия,

Д.И. Гончаров к.т.н., доцент, кафедра компьютерные технологии и системы, Брянский государственный технический университет, бул. 50-лет Октября, 7, г. Брянск, 241035, 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 10.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.05.2017

2 Postanovlenie Administracii Brjanskoj oblasti ot 01.04.2008 # 289 "Ob utverzhdenii reglamenta po razrabotke prognoza social'no-jekonomicheskogo razvitiya Brjanskoj oblasti na 2009 god i na period do 2011 goda" Available at: <http://lawru.info/dok/2008/04/01/n526497.htm>

3 Osnovnye pokazateli, predstavljajemye dlja razrabotki prognoza social'no-jekonomicheskogo razvitiya Ros-sijskoj Federacii na period do 2019 goda (dlja subektov Ros-sijskoj Federacii) Available at: <http://www.bryanskobl.ru/docs/economy-forecast/form2p-2015.pdf>

4 Averchenkov A.V., Averchenkova E.E., Gorlenko O.A., Miroshnikov V.V. Machine-building Enterprise Fuzzy Model as the Interrelated Factor Complex System. *International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016*. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. doi: 10.1088/1742-6596/803/1/012009. (SCOPUS: 2-s2.0-85016636779).

5 Averchenkova E.E., Averchenkov A.V., Kulagina N.A. Designing of the Information Advising System to Assess the Potential of Creation and Development of Cluster Agglomeration in the Industrial Complex of the Region. *International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016*. IOP Conf. Series: Journal of Physics. doi: 10.1088/1742-6596/803/1/012011 (SCOPUS: 2-s2.0-85018367471)

6 Averchenkov A.V., Goncharov D.I. Overview of the main directions of formation of the budget of the Bryansk region in the 2017-2019 biennium. *Problemy sokhraneniya kul'turnogo naslediya: materialy VI mezhdunarodnogo seminar* [Problems of preservation of cultural heritage: materials of the VI international seminar]. Bryansk, New project, 2017. pp. 162–165. (in Russian).

7 Averchenkova E.E., Averchenkov A.V. A conceptual model of the impact of the environment on regional socio-economic system. *Vestnik BGTU* [Proceedings of BGTU]. 2016. no. 9. pp. 148–153. (in Russian)

8 Treshchevsky Y.I., Litovkin M.V. Innovative activity in regions of Russia with various types of economic behaviour. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017. vol. 64. no. 4. pp. 4–11. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrew V. Averchenkov doctor of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia, mahar@mail.ru

E.E. Averchenkova candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, Russia,

D.I. Goncharov candidate of technical sciences, assistant professor, computer technologies and systems department, Bryansk State Technical University, Bulvar 50-letiya Oktyabrya, 7, Bryansk, 241035, 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 4.10.2017

ACCEPTED 5.19.2017

Государственное регулирование рынка органической продукции в России

Валентина М. Кручинина¹ valay0267@yandex.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Хоросhevское шоссе, 35, к. 2, г. Москва, 123007 Россия

Реферат. Рынок органической продукции и спрос на качественные продукты в мире растет стремительно. В России он только формируется. В Европейском союзе выстроена эффективно функционирующая система регулирования производства и использования органических продуктов. Цель исследования заключалась в сравнении действующего европейского и отечественного законодательства в области органического сельского хозяйства для выработки предложений по дальнейшему совершенствованию отечественного законодательства, что будет способствовать развитию рынка органических продуктов. Автор использовал методы: абстрактно-логический, анализ, сравнение, индукция, дедукция, монографический. В результате исследования автор пришел к следующим выводам: в настоящее время нормативно-правовая система регулирования рынка органической продукции России представляет собой комплекс законов, стандартов, требований не только российских, но и международных. Она включает как специальные правовые акты, так и общехозяйственные, а также как федеральные, так и региональные. Формирование правового поля в этой области происходит в период экономического кризиса, санкций и антисанкций, членства страны в ВТО и т. п. Оттого как быстро завершится его становление зависит положение России на международном органическом рынке. В России до настоящего момента нет закона, координирующего органическое производство. Принятие закона о производстве и обороте органических продуктов обеспечит развитие экологического земледелия, а также производство качественных и безопасных продуктов питания. Разработка форм и методов государственного регулирования рынка органической продукции создаст условия для эволюции органического земледелия и фермерства в России, что позволит обеспечить экологически чистой продукцией не только граждан страны, но и предоставит возможность отечественным организациям стать полноправными игроками на международном органическом рынке. Результаты, полученные автором, в дальнейшем могут быть использованы участниками рынка органической продукции на практике и правительством при выработке специальных законов и подзаконных актов.

Ключевые слова: нормативно-правовое регулирование, органическое производство, добровольная сертификация, стандарты, соответствие, рынок органической продукции

State regulation of organic products market in Russia

Valentina M. Kruchinina¹ valay0267@yandex.ru

¹ All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Khoroshevskoe highway, 35. 2, Moscow, 123007 Russia

Summary. The organic products market and the demand for quality products in the world are growing rapidly. In Russia it is only being formed. The European Union has an efficiently functioning system for regulating the production and use of organic products. The purpose of the study was to compare the current European and domestic legislation in the field of organic agriculture to develop proposals for the further improvement of domestic legislation, which will contribute to the development of the organic products market. The author used methods: abstract-logical, analysis, comparison, induction, deduction, monographic. As a result of the research, the author came to the following conclusions: at present, the regulatory and legal system for regulating the organic products market in Russia is a set of laws, standards, requirements not only Russian but also international. It includes both special legal acts and general economic ones, as well as federal as well as regional ones. Formation of the legal field in this area occurs during the economic crisis, sanctions and unsanctions, the country's membership in the WTO, etc. On how quickly its completion will depend on the position of Russia in the international organic market. In Russia there is still no law coordinating organic production. Adoption of the law on the production and circulation of organic products will ensure the development of ecological farming, as well as the production of quality and safe food. The development of forms and methods of state regulation of the organic products market will create conditions for the evolution of organic farming and farming in Russia, which will ensure that not only citizens of the country will be provided with environmentally friendly products, but will also provide an opportunity for domestic organizations to become full-fledged players on the international organic market. The results obtained by the author, in the future can be used by market participants of organic products in practice and the government in the development of special laws and by-laws.

Keywords: regulatory and legal regulation, organic production, voluntary certification, standards, conformity, organic products market

Введение

Во всем мире параллельно с традиционным развивается органическое сельское хозяйство. Последние исследования говорят о том, что в таких странах как США, Европейский Союз и Япония спрос на органические продукты превышает предложение, а интерес потребителей и рост рынков органических продуктов во всем мире имеет восходящий

тренд. В России рынок органических продуктов находится в стадии формирования, но имеет тенденции к существенному развитию. Это обусловлено как спросом, поскольку часть населения озабочена безопасностью традиционных продуктов питания и сужением ассортимента из-за санкций, так и предложением, когда отдельные энтузиасты стали поставлять на рынок экологически чистые продукты, которые дороже традиционных,

Для цитирования

Кручинина В.М. Государственное регулирование рынка органической продукции в России // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 296–305. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-296-305

For citation

Kruchinina F.S. State regulation of organic products market in Russia. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 296–305. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-296-305

но потребители готовы платить премию за органически выращенные продукты. Исследуемый рынок привлекателен для российских фермеров, так как он может обеспечить доступ к прибыльным и стабильно развивающимся рынкам Европы, Азии и США. Но для выхода на него необходимо пройти международно признанную сертификацию. В США и европейских странах разработаны механизмы регулирования для органического сельского хозяйства. В России же до настоящего момента нет закона, координирующего органическое производство. Принятие закона о производстве и обороте органических продуктов обеспечит развитие экологического земледелия, а также производство качественных и безопасных продуктов питания.

Цель исследования заключается в том, чтобы на основе анализа действующего европейского и отечественного законодательства в области органического сельского хозяйства сделать вывод о соответствии отечественных регулируемых законодательных актов по исследуемой теме международным нормам и правилам, а также выработать предложения по дальнейшему совершенствованию законодательства, способствующего развитию рынка органических продуктов.

По мере исследования автор использовал методы: абстрактно-логический, анализ, сравнение (при изучении европейского и отечественного законодательства по регулированию рынка органической продукции); экономико-статистические (при анализе экономических показателей рынка органических продуктов); монографический метод (при выработке рекомендаций по дальнейшему совершенствованию регулирования органического рынка).

При написании работы автор пользовался информационными материалами: международными и российскими документами и нормативно-правовыми актами по органическому сельскому хозяйству, научными статьями и публикациями по данной тематике, полученными через интернет и опубликованными в печатных периодических изданиях.

Результаты и обсуждение

Одно из современных мировых продовольственных направлений – органическое сельское хозяйство активно набирает темпы в большинстве стран мира. В 2015 г. его развитие получило в 179 странах на площади 50,9 млн га. Органическим производством занимаются 2,4 млн сертифицированных производителей, а органический размер мирового рынка в 2015 г. составил 81,6 млрд долл.

В России под органическим сельским хозяйством занято 385,1 тыс. га. Из бывших советских республик Казахстан и Украина опережали Россию до 2014 г. по размеру органических площадей, при этом среднегодовой темп роста в России был выше, чем в этих республиках (таблица 1). В 2015 г. Россия обогнала Казахстан по площади под органическим сельским хозяйством, однако уступает Украине как по площади, так и по количеству производителей и переработчиков. В России в органическом производстве работают 82 сертифицированных производителя и 37 переработчиков, украинский же рынок представлен 210 производителями и 110 переработчиками.

Таблица 1.
Развитие органических сельскохозяйственных земель в России, Казахстане и Украине в 2011–2014 гг., га

Table 1.
Development of organic agricultural land in Russia, Kazakhstan and Ukraine in 2011–2014, hectares

Страна Countries	Годы Years					2015 к 2014, % 2015 to 2014, %
	2011	2012	2013	2014	2015	
Россия Russia	126848	146251	144254	245846	385140	1,6 раз
Украина Ukraine	270320	272850	393400	400764	410550	102,4
Казахстан Kazakhstan	196215	291203	291203	291203	303381	104,2

Источник: FIBL, Швейцария, 2017

Система регулирования в области органического сельского хозяйства в России только начинает складываться. Государство в различных документах отмечает важность нового направления в развитии сельского хозяйства. Так, в Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года подчеркивается, что, хотя органическое сельское хозяйство является

быстрорастущим рынком, но спрос на его продукцию пока не удовлетворен, кроме того оно выступает одной из потенциальных точек роста для сельских поселений.

Указывается, что формирование и развитие органического сельского хозяйства в России позволит:

— ввести в оборот значительную часть брошенных посевных площадей;

— обеспечить занятость сельского населения в регионах, где производство сельскохозяйственной продукции в настоящее время сократилось;

— создать имидж России на внешнем рынке как поставщика экологически чистой продукции и обеспечить тем самым более высокие цены на экспортируемые сельскохозяйственные товары;

— обеспечить внутренний продовольственный рынок отечественной продукцией высокого качества [1].

В Концепции развития системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 года отмечено, что развитие стандартизации органического сельского хозяйства обеспечит безопасность и повысит конкурентоспособность продукции АПК.

В Концепции федеральной целевой программы «Социально-экономическое развитие Курильских островов (Сахалинская область) на 2016–2025 годы» развитие сельского хозяйства в области производства органической продукции названо одним из условий для осуществления государственной политики в сфере поддержки сбалансированного регионального развития.

Для реализации этих и других преимуществ необходима выработка соответствующих правовых и нормативных документов, направленных на изменение приоритетов развития национальной сельскохозяйственной политики. Создание стабильной системы органического сельского хозяйства связано со многими организационными и правовыми проблемами. В России до настоящего момента нет закона, координирующего органическое производство. Принятие закона о производстве и обороте органических продуктов обеспечит развитие экологического земледелия, а также производство качественных и безопасных продуктов питания.

В Государственной думе на рассмотрении находится проект Федерального закона «О производстве и обороте органической продукции (продукции органического производства)», который будет устанавливать правовые основы регулирования отношений в области производства и реализации органической продукции. В представленном проекте определены основные понятия (органическая продукция, органический пищевой продукт, органическое производство и др.), полномочия органов государственной власти на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, принципы производства и оборота органической продукции, основы

сертификации и др. Однако по своей сути закон является рамочным, условия производства, хранения, реализации и сертификации упорядочиваются ГОСТами.

В ГОСТах детализируются правила производства и оборота органических продуктов. Первым документом, где они устанавливались, были СанПин 2.3.2.1078-01.2.3.2. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, в которые в 2008 г. внесен раздел «Санитарно-эпидемиологические требования к органическим продуктам». Раздел содержит условия для производства сельскохозяйственной продукции растениеводства, животноводства, птицеводства и пчеловодства без применения пестицидов, химических удобрений, ГМО и др., а также разрешенные пищевые добавки и технологические вспомогательные средства, агрохимикаты, средства контроля за численностью вредителей и борьбы с болезнями растений, используемые при производстве органических продуктов и т. п.

С 2014 г. ежегодно принимаются стандарты по органическому производству. Так, первым стандартом стал Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 56104-2014 «Продукты пищевые органические. Термины и определения», устанавливающий термины и определения в сфере производства, состава и свойств пищевых органических продуктов и продуктов их переработки, произведенных органическим сельским и лесным хозяйствами, водными экосистемами и пчеловодческими хозяйствами.

ГОСТ Р 56104-2014 определяет органическое сельское хозяйство как производственную систему, улучшающую экосистему, сохраняющую плодородие почвы, защищающую здоровье человека, принимающую во внимание местные условия, опирающуюся на экологические циклы и при этом сохраняющую биологическое разнообразие, и которая не использует компоненты, способные принести вред окружающей среде. Органическое землепользование сочетает в себе традиционные методы ведения хозяйства, инновационные технологии и современные научно-технические разработки, которые благотворно сказываются на окружающей среде и, обеспечивая тесную взаимосвязь между всеми формами жизни, включенными в данную систему, поддерживают и обеспечивают их благоприятное развитие.

Производство с использованием правил органического производства, установленных на всех стадиях органического производства,

подготовки и оборота, является органическим производством. Оно основано на использовании природных, биологических и возобновляемых ресурсов. Кроме этих определений стандарт содержит определения зон, стадий и правил органического производства, органического сырья, видов органических пищевых продуктов и др.

Правила производства и обращения органической продукции декларируются Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования». Согласно которому, продукцией органического производства (органической продукцией) является продукция

растительного, животного и микробного происхождения, аквакультуры (натуральные, обработанные или переработанные), которая употребляется человеком в пищу, используется как корм животных, посадочный и посевной материал, полученная в результате производства, сертифицированного на соответствие требованиям ГОСТ Р 56508-2015. ГОСТ определяет общие правила при производстве органической продукции (рисунок 1), порядок ведения органического растениеводства, животноводства, пчеловодства и выращивания, разведения и содержания объектов аквакультуры, а также правила сбора, упаковки, транспортировки и хранения продукции органического производства.



Рисунок 1. Общие правила производства органической продукции

Figure 1. General rules for the production of organic products

Источник: составлен автором на основании ГОСТ Р 56508-2015

Стандарт предусматривает переходный период при преобразовании хозяйства традиционного производства в органическое, который различается применительно к отраслям сельскохозяйственного производства. В переходный период действует запрет на маркировку и реализацию произведенной продукции как органического продукта.

ГОСТ 56508-2015 разработан в соответствии с международными документами, такими как Регламент Совета (ЕС) от 28 июня 2007 г. № 834/2007 об органическом производстве и маркировке органической продукции и о прекращении действия Регламента ЕЭС № 2092/91

(официальный бюллетень Европейского Союза от 27 июля 2007 г.) и Регламент Комиссии (ЕС) от 5 сентября 2008 г. № 889/2008 с положениями о порядке исполнения Регламента Совета (ЕС) № 834/2007 об органическом производстве и маркировке органической продукции в отношении органического производства, маркировки и контроля продукции (официальный бюллетень Европейского Союза от 18 сентября 2008 г.), стандарт Комиссии Кодекс Алиментариус «Руководящие положения по производству, переработке, маркировке и сбыту органических пищевых продуктов (GL 32-1999, REV. 1-2001)», Базовые стандарты IFOAM.

Стандарт не затрагивает такую важную область органического рынка как сбор и переработка дикоросов. Хотя дикорастущие продукты – ягоды, плоды, грибы, травы, аквакультуры –

являются значительным сегментом органического производства. В 2015 г. площадь под дикоросами составляла 39669,3 тыс. га или 43,4% от всех органических земель (таблица 2).

Таблица 2.

Органические площади сельскохозяйственных и других земель по регионам в 2015 г., тыс. га

Table 2.

Organic areas of agricultural and other lands by regions in 2015, thousand hectares

Регион Region	Сельскохозяйственные земли Agricultural land	Аква- культуры Aquacul- ture	Лесные земли Forest lands	Пастбища на землях не сельско- хозяйствен- ного назна- чения Pastures on non-agricul- tural land	Дикорастущие культуры Wild cultures	Прочие сельско- хозяйст- венные земли Other ag- ricultu- ral lands	Всего Total
Африка Africa	1683,5	–	38,4	–	11905,0	–	13626,9
Азия Asia	3965,3	27,5	0,1	–	5522,9	1,5	9517,3
Европа Eu- rope	12717,0	–	19,5	8,1	17658,8	–	30403,4
Латинская Америка Latin Amer- ica	6744,7	3,8	–	–	4221,1	10,3	10979,9
Северная Америка North Amer- ica	2973,9	–	208,7	–	54,6	–	3237,2
Океания Oceania	22838,5	–	–	–	0,8	–	22839,3
Мир World	50922,9	31,3	266,7	8,1	39363,2	11,8	90604,0

Источник: FiBL 2017

Во многих российских областях сбор дикоросов оформляется в виде отдельной отрасли экономики регионов. Особенно это относится к Сибири и Дальнему Востоку. Так, в Томской области в течение последних лет сбор дикоросов превратился в динамично развивающийся сектор хозяйства. С начала 2000-х гг. в регионе принято несколько документов, способствующих его формированию и развитию. К ним относятся распоряжение Главы Администрации (Губернатора) Томской области от 17.05.2004 № 327-р «О мерах по повышению эффективности заготовки и переработки дикоросов, рыбы, лекарственного и технического сырья в Томской области», Концепция развития заготовительной и перерабатывающей деятельности в Томской области на 2007–2010 годы, Государственная программа «Развитие сферы заготовки и переработки дикорастущего сырья в Томской области на 2013–2015 годы» и др.

Кроме того, в рамках создаваемого инновационно-территориального центра «ИНО ТОМСК» должен сформироваться кластер возобновляемых природных ресурсов, для чего принята программа «Развитие инновационно-промышленного кластера возобновляемых природных ресурсов Томской области до 2020 года», который связывает участников по 4-м направлениям: «рыбохозяйственный комплекс», «лесное хозяйство», «заготовка и глубокая переработка дикорастущего сырья», «охотничье хозяйство». Продукция из дикоросов востребована на российском и международном рынках.

В кластер вовлекаются крупные производители и переработчики возобновляемых природных ресурсов, научные и учебные учреждения, субъекты малого и среднего предпринимательства, а также трудоспособное население. Возможность создания кластера

обусловлена, по мнению разработчиков программы, следующими преимуществами:

- благоприятным инвестиционным климатом в регионе;

- существование в регионе устойчивой производственной кооперации между организациями-участниками кластера (малый бизнес использует свободные производственные мощности крупных компаний для производства пробных партий новой продукции; реализация совместного проекта лидером рынка и малым инновационным предприятием; предоставление технологических услуг малому бизнесу и начинающим компаниям по отработке рецептуры, состава и качеству продукции);

- сложившаяся практика сотрудничества вузов и организаций;

- организации кластера обладают значительным потенциалом импортозамещения;

- наличие у организаций опыта экспортных операций и сертификации продукции (сертификат «БИО») для усиления присутствия в секторе экологической продукции продуктового рынка стран ЕС и Азиатско-Тихоокеанского региона.

Однако власти региона не предусматривают вовлечение в кластер организации потребительской кооперации Центросоюза, хотя райпо и райпотребсоюзы традиционно присутствуют на рынке возобновляемых природных ресурсов [2]. До настоящего времени организации потребительской кооперации Томской области заготавливают дикорастущие плоды и ягоды, черемшу, папоротник и др. Включение существующей инфраструктуры заготовок потребкооперации в инфраструктуру создаваемого кластера позволит расширить охват как организаций области, так и трудовых ресурсов, что положительно скажется на благосостоянии сельского населения [2, с. 261].

Создаваемый кластер возобновляемых природных ресурсов направлен на построение модели комплексного управления возобновляемыми природными ресурсами и объединит в границах Томской области основные центры сбора и глубокой переработки дикоросов, обеспечит создание логистических цепочек поставки ресурсов, будет способствовать решению задач продовольственной безопасности и импортозамещения в лесохозяйственном комплексе, охотничьем хозяйстве, рыбохозяйственном комплексе и комплексе глубокой переработки дикорастущего сырья.

Не урегулирование на федеральном уровне базовых условий (нормативно-правовых, финансовых, регуляторных, инфраструктурных, институциональных) для развития промышленной переработки дикоросов мешает вовлечению возобновляемых природных ресурсов в страновой экономический оборот, сдерживает развитие промышленного сектора глубокой переработки дикоросов, тормозит систему продвижения органической продукции на российский и международные рынки и интеграции с другими секторами экономики [4, с. 270]. Формирование рынка дикоросов содействует становлению рынка органической продукции как полноценного сектора экономики [5, с. 145].

В 2016 г. принят Межгосударственный стандарт ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации» (CAC/GL 32-1999, NEQ), разработанный Россией и к которому присоединились Республики Кыргызстан и Таджикистан. Стандарт устанавливает требования к производству (изготовлению) хранению, транспортированию и реализации продукции органического производства. Положения ГОСТ 33980-2016 идентичны положениям Национального стандарта РФ ГОСТ Р 56508-2015.

С 01.01.2017 г. действует Национального стандарта РФ ГОСТ Р 57022-2016 «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства», которым установлен единый порядок добровольной сертификации органического производства на соответствие требованиям ГОСТ 56508. Его действие распространяется на органы по сертификации органического производства, юридические лица всех организационно-правовых форм, индивидуальных предпринимателей, претендующих на получение сертификата соответствия органического производства, а также держателей такового сертификата. Добровольная сертификация состоит из нескольких стадий:

- организация работ (подача заявки организацией или индивидуальным предпринимателем в сертифицирующий орган, ее регистрация и анализ для определения возможности сертификации, при положительном решении заключается договор на проведение сертификации органического производства, формируется комиссия по сертификации);

- первый этап – предварительная (заочная) оценка (заявитель в комиссию предоставляет документы и сведения, необходимые для достижения целей сертификации) осуществляется без выезда к заявителю;
- второй этап – проверка и оценка органического производства с выездом к заявителю (рисунок 2).

В процесс сертификации включаются инспекционные контроли в течение срока действия сертификата и ресертификация органического производства до окончания срока действия сертификата.

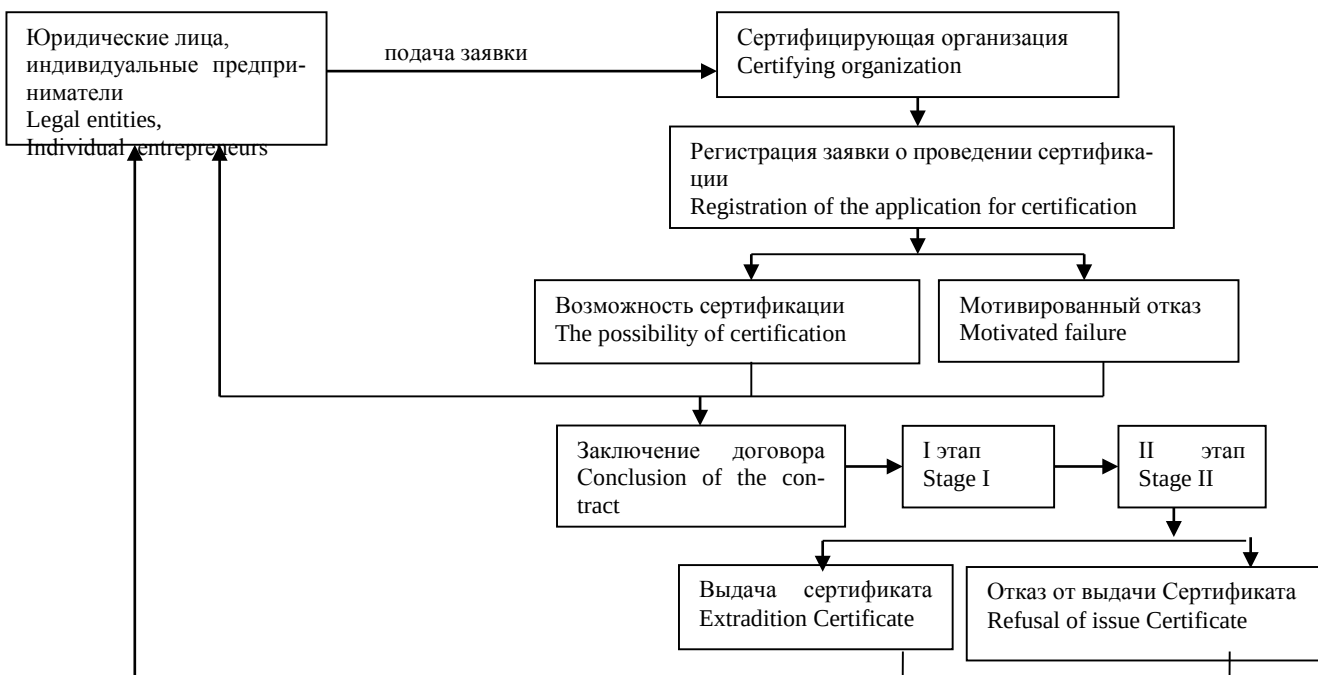


Рисунок 2. Этапы проведения добровольной сертификации органического производства

Figure 2. Stages of voluntary certification of organic production

Источник: составлен автором по ГОСТ Р 57022-2016

К объектам сертификации относятся процессы производства органической продукции на всех этапах производственной цепочки, состоящей из процесса производства, переработки, хранения, упаковки, маркировки и транспортирования. Результатом сертификации является выдача сертификата, одновременно с которым орган сертификации предоставляет его держателю письменное разрешение на использование знака соответствия Системы сертификации, в которой был выдан сертификат на органическое производство.

Принятие ГОСТ Р 57022-2016 – важный этап развития отечественного рынка органической продукции, т. к. безусловным условием отнесения организации к органической является ее сертификация. При отсутствии закона об экологическом производстве, регламентирующем использование слов «эко», «органик», «био», «экологический», «органический» и «биологический» на упаковке продукции,

недобросовестные производители и продавцы, используя их без должного основания, вводят в заблуждение покупателей. За рубежом даже введен термин «гринвошинг» – зеленый камуфляж (от англ. *green* – зеленый и *whitewash* – отбеливание), когда в маркетинге применяются технологии придания репутации экологичности.

Нормативно-правовая система регулирования рынка органической продукции России представляет собой комплекс законов, стандартов, требований не только российских, но и международных (таблица 3). Она включает как специальные правовые акты, так и общехозяйственные, а также как федеральные, так и региональные. Формирование правового поля в этой области происходит в период экономического кризиса, санкций и антисанкций, членства страны в ВТО и т. п. Оттого как быстро завершится его становление зависит положение России на международном органическом рынке.

Система нормативно-правового регулирования российского рынка органических продуктов

Table 3.

The system of regulatory and legal regulation of the Russian market of organic products

Сфера распространения Sphere of distribution	Наименование нормативно-правового документа Name of the normative legal document
Прямого действия Direct action	
Международные документы и нормативно-правовые акты International instruments and regulations	Комиссия Кодекса Алиментариус «Руководство по изготовлению, переработке, маркировке и реализации органических продуктов питания»; Регламент совета (ЕС) № 834/2007 об экологическом производстве и маркировке экологической продукции и прекращении действия Регламента ЕЭС № 2029/91; Регламент комиссии (ЕС) № 889/2008 от 05.09.2008 г. с положениями о порядке исполнения Регламента совета (ЕС) № 834/2007 об экологическом производстве и маркировке экологической продукции в отношении экологического производства, маркировки и контроля продукции; Закон об исполнении правовых актов Европейского сообщества в сфере экологического сельского хозяйства; Нормативные требования IFOAM для системы органического производства и переработки и др.
Специальные законы РФ Special laws of the Russian Federation	Проект закона «Об органическом производстве и обороте продукции»
Международный стандарт International Standard	Межгосударственный стандарт ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации»
Национальные стандарты National standards	Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 56104-2014 «Продукты пищевые органические. Термины и определения»; Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования»; Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 57022-2016 «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства»
Региональные документы и нормативно-правовые акты РФ Regional documents and normative-legal acts of the Russian Federation	Закон Ульяновской области от 05.07.2013 г. № 106-ЗО «О мерах государственной поддержки производителей органических продуктов в Ульяновской области»; Закон Краснодарского края от 01.11.2013 г. № 2826-КЗ «О производстве органической сельскохозяйственной продукции в Краснодарском крае»; Закон Воронежской области от 30.12.2014 г. № 226-ОЗ «О производстве органической сельскохозяйственной продукции в Воронежской области»; Постановление правительства Белгородской области от 29.08.2011 г. № 324-пп «Об утверждении долгосрочной целевой программы «Внедрение биологической системы земледелия на территории Белгородской области на 2011–2018 годы»; Кодекс добросовестного землепользователя Белгородской области от 26.01.2015 г. № 14-пп
Частные стандарты Private Standards	Стандарт организации НП «Экологический союз» СТО ЛЖ 2.03.9900-14-1.0 «Органическая сельскохозяйственная продукция. Требования к производству и переработке. Правила применения»; Стандарт организации «Агрософия» «Об экологическом сельском хозяйстве, экологическом природопользовании и соответствующей маркировке экологической продукции»; Стандарт производства органической сельскохозяйственной продукции и ее переработки (Листок жизни. Органик – Экологический союз)
Общехозяйственные законодательные акты	
Международные документы и нормативно-правовые акты International instruments and regulations	Модельный закон «Об экологическом агропроизводстве» (принят на Межпарламентской ассамблее государств-участников СНГ. Приложение к постановлению МПА СНГ от 18.04.2014 г. № 40-8)
Законы РФ Laws of the Russian Federation	Гражданский кодекс; Налоговый кодекс; Земельный кодекс; Федеральный закон от 29.12.2006 г. № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства»; Федеральный закон от 02.01.2000 г. № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов»; Федеральный закон от 11.06.2003 г. № 74-ФЗ «О крестьянском (фермерском) хозяйстве»; Федеральный закон от 07.07.2003 г. «О личном подсобном хозяйстве» и др.
Международные регламенты	ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»; ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»; ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»; ТР ТС 027/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» и др.

Источник: составлена автором

Для регулирования органического рынка используется также программно-целевой метод. Хотя в концепциях развития различных аспектов экономики России отмечается важность органического производства, но общероссийская программа его развития не принята. Первые шаги по экологизации сельского хозяйства сделаны в Белгородской области, где принята Долгосрочная целевая программа «Внедрение биологической системы земледелия на территории Белгородской области на 2011–2018 годы».

Необходимость ее принятия обусловлена широким распространением химико-техногенной интенсивной системой земледелия, которая хотя и увеличила урожайность сельскохозяйственных культур, но сопровождается значительными затратами энергии, труда, средств. Результатом промышленного подхода к сельскому хозяйству области, широкому внедрению высокзатратных интенсивных систем земледелия утрачен агро-биологический принцип природопользования как фактор энергосбережения. Многовековое использование почвенных ресурсов для земледелия привело к ряду отрицательных явлений: сплошной распашке земли, истреблению лесов, нарушению дернины естественной травяной растительности, что привело к развитию крупномасштабных эрозийных процессов, сокращению гумусового фонда, разрушению структуры почвы, ухудшению ее физических свойств и водного режима и т. д.

Разработчики программы учли, что государственный планово-нормативный метод недостаточен как с точки зрения ресурсного обеспечения, так и с точки зрения системного решения проблемы биологизации земледелия в области. Поэтому с учетом масштабности задач, связанных с проведением в аграрном секторе работ по переходу к биологической системе земледелия, наиболее действенным инструментом для их решения является программно-целевой метод, т. к. он охватывает большой комплекс проблем с учетом рационального использования сельхозпроизводства, бюджетных и внебюджетных источников.

Целями программы поставлены обеспечение устойчивого сельскохозяйственного производства в условиях глобальных изменений климата, увеличение площадей многолетних трав, поддержка плодородия почвы, снижение негативного влияния экономических и природных рисков за счет внедрения биологической системы земледелия и перехода сельхозтоваропроизводителей всех форм собственности на дифференцированные севообороты и др.

На выполнение программы предполагается направить 3302,48 млн руб. в 2011–2018 гг., в т. ч. из средств федерального бюджета – 1210,8 млн руб., средств областного бюджета – 1033,2 млн руб. и внебюджетных источников – 2148,7 млн руб.

Заключение

В условиях неразработанности мер государственного регулирования органического рынка у России мало вероятности присутствовать на международном рынке органической продукции как полноправный партнер. Это ставит отечественных производителей в неравные условия с иностранными товаропроизводителями, т. к. последним открыт неограниченный доступ на рынок России (особенно в условиях членства России в ВТО), когда поставляется продукция, произведенная в соответствии со стандартами, установленными государствами-экспортерами применительно к органической продукции. Вместе с тем нет единых международных нормативно-правовых актов, регулирующих производство, сертификацию и оборот органической продукции, обязательных к применению. Кроме того, необходимо принимать в расчет аграрную политику государств-членов ЕС, США и др., характеризующуюся отчетливо выраженным протекционизмом в отношении собственных производителей сельхозпродукции, в т. ч. и органической.

Поддержка органических сельхозпроизводителей относится к «зеленой корзине» ВТО, но она должна сопровождаться специальной программой. Однако в проекте Закона о производстве и обороте органической продукции государственная поддержка производителей органической продукции, являющихся сельскохозяйственными товаропроизводителями, осуществляется в форме и методами, предусмотренными законодательством России, для сельскохозяйственного производства. Законодатель не выделяет производителей органической продукции из всей массы сельхозпроизводителей в отдельную группу.

Разработка форм и методов государственного регулирования рынка органической продукции создаст условия для эволюции органического земледелия и фермерства в России, что позволит обеспечить экологически чистой продукцией не только граждан страны, но и обеспечит возможность отечественным организациям стать полноправными игроками на международном органическом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1 Marian L. и др. The role of price as a product attribute in the organic food context: An exploration based on actual purchase data // *Food Quality and Preference*. 2014. Т. 37. С. 52–60.

2 Кручинина В.М. Проблемы государственно-кооперативного партнерства // Вестник Белгородского университета кооперации экономики и права. 2016. № 2 (58). С. 249–256.

3 Кручинина В.М., Рыжкова С.М., Гасанова Х.Н. и др. Потребительская кооперация на рынке органической сельскохозяйственной продукции России // *Экономика сельского хозяйства России*. 2017. № 1. С. 71–78.

4 Рыжкова С.М. Развитие рынка органических продуктов в мире и России / Развитие предпринимательства и бизнеса в современных условиях, М.: Дашков и К, 2017. С. 268–281

5 Рыжкова С.М. Мировой рынок плодово-овощной продукции: тенденции и направления // Вестник института дружбы народов Кавказа Теория экономики и управления народным хозяйством. 2016. № 1. С. 176–186.

6 Шаркова А.В. Тенденции развития инновационного предпринимательства в Российской Федерации / Теоретические и прикладные аспекты развития современного предпринимательства. Монография М: Перо, 2014. 346 с.

7 Шаркова А.В. Развитие инновационно-технологического бизнеса и факторы, его определяющие / Предпринимательство и бизнес: финансово-экономические, управленческие и правовые аспекты устойчивого развития: монография, М.: Дашков и К, 2016. С. 370–382

8 Wilier H., Lernoud Ju. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, IFOAM Organics International, Bonn.

REFERENCES

1 Marian L. et al. The role of price as a product attribute in the organic food context: An exploration based on actual purchase data. *Food Quality and Preference*. 2014. vol. 37. pp. 52–60.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валентина М. Кручинина к.т.н., ведущий научный сотрудник, отдел маркетинга и развития продуктовых рынков, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, д. 35, корп. 2, г. Москва, 123007 Россия, valay0267@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валентина М. Кручинина написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.05.2017

2 Kruchinina V.M. The problems of state-cooperative partnership. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii ekonomiki i prava* [Proceedings of Belgorod University of cooperation Economics and law]. 2016. no. 2 (58). pp. 249–256. (in Russian).

3 Kruchinina V.M., Ryzhkova S.M., Gasanova Kh.N. i dr. Consumer cooperation in the market of organic agricultural products of Russia. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia]. 2017. no. 1. pp. 71–78. (in Russian).

4 Ryzhkova S.M. Razvitie rynka organicheskikh produktov v mire i Rossii, Razvitie predprinimatel'stva i biznesa v sovremennykh usloviya [The development of the market for organic products in Russia and the world. In: the Development of entrepreneurship and business in modern conditions]. Moscow, Dashkov i K, 2017. pp. 268–281. (in Russian).

5 Ryzhkova S.M. World fruit and vegetable market: trends and directions. *Vestnik instituta druzhby narodov Kavkaza Teoriya ekonomiki i upravleniya narodnym khozyaistvom* [Bulletin of Institute of friendship of peoples of the Caucasus Theory of Economics and national economy management]. 2016. no. 1. pp. 176–186. (in Russian).

6 Sharkova A.V. Tendentsii razvitiya innovatsionnogo predprinimatel'stva v Rossiiskoi Federatsii. Teoreticheskie i prikladnye aspekty razvitiya sovremennogo predprinimatel'stva. Monografiya [Tendencies of development of innovative entrepreneurship in the Russian Federation. In Theoretical and applied aspects of modern business. Monograph]. Moscow, Pero. 2014. 346 p. (in Russian).

7 Sharkova A.V. Razvitie innovatsionno-tekhnologicheskogo biznesa i faktory, ego opredelyayushchie. Predprinimatel'stvo i biznes: finansovo-ekonomicheskie, upravlencheskie i pravovye aspekty ustoichivogo razvitiya: monografiya [Development of innovative-technological business and the factors determining it. In Entrepreneurship and business: financial, economic, managerial and legal aspects of sustainable development: monograph]. Moscow, Dashkov i K, 2016. 370–382 p. (in Russian).

8 Wilier H., Lernoud Ju. (Eds.) The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, IFOAM Organics International, Bonn.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valentina M. Kruchinina candidate of economical sciences, leading researcher, department of marketing and development of food markets, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Khoroshevskoe highway, d. 35, Bldg. 2, Moscow, 123007 Russia, valay0267@yandex.ru

CONTRIBUTION

Valentina M. Kruchinina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.17.2017

ACCEPTED 5.19.2017

Финансовый учет как способ оценки финансового потенциала домашних хозяйств

Александр Б. Унтанов¹ stalker.pro@bk.ru

¹ Байкальский государственный университет, ул. Ленина 11, г. Иркутск, 664003, Россия

Реферат. В статье рассмотрены существующие исследования по оценке финансового потенциала домашних хозяйств. Были выделены и обоснованы имеющиеся противоречия и недостатки анализируемых работ. Обоснована необходимость в формировании нового подхода к рассмотрению этого вопроса. Произведено теоретическое обоснование фундаментальных категорий для данной области научного знания. В частности отмечается, что отечественный и зарубежный опыт по определению финансов домашнего хозяйства в значительной мере отличается. При этом выявление ключевых сходств позволяет определить состав финансового потенциала домашних хозяйств. Представлен опыт государственных и корпоративных финансов, обладающий значительным объемом накопленных знаний по текущему вопросу. Исследования позволили классифицировать финансовый потенциал не только как стоимостную оценку ресурсов, но и как способность хозяйствующего субъекта формировать финансовый результат своей деятельности. В работе отмечена специфика стоимостной оценки финансового потенциала, которая включает в себя как финансовые ресурсы в их классическом понимании, так и любое другое имущество, выраженное в стоимостной форме и участвующее в хозяйственной деятельности домашнего хозяйства. Представлена авторская позиция по вопросу оценки финансового потенциала домохозяйств. Широкое определение финансового потенциала обусловило применение концептуально иного подхода в изучении рассматриваемого вопроса. В связи с этим использован метод сравнительного анализа, который обосновывает значительное сходство домашнего хозяйства и коммерческого предприятия. Этот факт позволяет организовать финансовый учет в рамках домохозяйства, который делает возможным четко определить состав и структуру финансового потенциала. В статье подробно отражена специфика формирования финансового учета домохозяйств. Представлена авторская позиция в отношении имеющихся противоречий с более ранними исследованиями.

Ключевые слова: домашнее хозяйство, финансы домашних хозяйств, финансовый потенциал, оценка финансового потенциала, домашнее хозяйство как коммерческая организация, финансовый учет

Financial accounting as a method of household finance capacity valuation

Aleksandr B. Untanov¹ stalker.pro@bk.ru

¹ Baikal state university, Lenin str., 11, Irkutsk, 664003, Russia

Summary. The article presents existing household finance capacity investigations. Comparison conducting allowed to determinate collisions and flaws of previous works. That substantiates to find a new approach in household finance capacity valuation necessity. The article contains theoretical research of household finance fundamental categories. In particular, it notes significant difference between domestic and foreign experience of household finance determination. Although emphasizing key similarities allows identifying household finance capacity composition. Moreover, the article provides a public and corporate finance sectors experience, which contains a huge knowledge of finance capacity investigations. Used research allows classify finance capacity not only as a resource valuation, but also as an economic entity's ability to generate financial result. In terms of resource valuation, the paper suggests assessing both financial resources in classical meaning and any other property, which participating household economic activity and could be evaluated. The author's position in terms of household finance capacity valuation is suggested. A broad definition of finance capacity causes applying conceptually different approach in this paper. Thus, comparative analysis method is suggested to substantiate household and corporate firm similarities. Used method allows forming household financial accounting, which leads to clear determination of household finance capacity composition and structure. Specificity forming household financial accounting is considered. An author's position in regards existing contradictions with early research is suggested.

Keywords: household, household finance, finance capacity, finance capacity valuation, household as a corporate firm, financial accounting

Введение

В условиях развития современной отечественной экономической мысли, в то время, когда мировые события бросают вызов дальнейшим перспективам развития всех составляющих финансовой системы страны, становится крайне важным поиск источников дальнейшего роста, потенциала дальнейшего развития. Финансы домашних хозяйств как

один из элементов финансовой системы страны могут представлять значительный интерес для исследователей. Домашние хозяйства принимают участие практически во всех сферах финансовых отношений при помощи формирования доходной базы, осуществления расходов по различным направлениям, инвестиционной активности.

Для цитирования

Унтанов А. Б. Финансовый учет как способ оценки финансового потенциала домашних хозяйств // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 306–313. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-306-313

For citation

Untanov A.B. Financial accounting as a method of household finance capacity valuation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79, no. 2. pp. 306–313. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-306-313

Домашние хозяйства выступают важным источником для развития, повышения финансового потенциала региона, страны. При этом финансовый потенциал домашних хозяйств как самостоятельное явление не изучен достаточно подробно. Причиной является отсутствие у исследователей четкого представления о роли домашнего хозяйства в экономике и внутреннем устройстве хозяйственной деятельности. Опыт имеющихся авторов связывает домашнее хозяйство с потреблением, акцентирован на том, что домашнее хозяйство может отдать другим субъектам. В результате чего понятие финансового потенциала может в значительной мере искажаться.

Примечательно, что этот вопрос касался умов многих исследователей, и феномен финансового потенциала домашних хозяйств изучался неоднократно. Так некоторые авторы исследуют проблемы трансформации финансового потенциала домохозяйств в финансовый потенциал региона за счет привлечения инвестиционных ресурсов населения [2]. Другие затрагивают проблему развития финансового потенциала домохозяйств в России [3, 4]. Не остается без внимания теоретическое обоснование финансового потенциала домохозяйств [6]. Однако, несмотря на сильный интерес у исследователей, произведенный анализ показал, что на этот момент не существует четкой дефиниции финансового потенциала домашних хозяйств. Парадокс также заключается в том, что многие авторы мало задумываются о сущности этого явления, выстраивая свои исследования на интуитивных оценках и приравнивая к финансовому потенциалу доходы и сбережения домашних хозяйств.

Анализ существующих исследований

Несомненно, такая степень проработки этого вопроса обуславливает необходимость глубокого и детального изучения финансового потенциала домашних хозяйств. Так одно из наиболее углубленных исследований определяет финансовый потенциал домашних хозяйств как совокупность располагаемых ими финансовых ресурсов и финансового богатства, которые могут быть использованы для реализации разнообразных потребностей домохозяйства и решения задач развития каждого его участника [3, с. 28]. Автор также приводит структуру финансового потенциала домохозяйств по нескольким основаниям:

1. По видам доходов (текущие денежные доходы, финансовое богатство).

2. По источникам образования средств (внутренние и внешние).

3. По видам финансовых ресурсов (первоначальные, текущие и накопительные).

Однако во время анализа было подмечено множество аспектов, которые при детальном рассмотрении могут противоречить друг другу. Так представленное автором определение предполагает наличие финансовых ресурсов и финансового богатства, как двух основных составляющих финансового потенциала домашних хозяйств. Однако введенные автором основания разделяют их.

В результате этого остается только догадываться что, по мнению автора, является финансовыми ресурсами. С одной стороны, финансовые ресурсы могут быть интерпретированы как текущие денежные доходы в рамках разделения финансового потенциала по видам доходов. С другой стороны, финансовые ресурсы включают в свой состав и финансовое богатство согласно третьему основанию структуры финансового потенциала. Вероятно, именно первоначальные и накопительные финансовые ресурсы являются финансовым богатством. Остается неясным причина их выделения из состава финансовых ресурсов.

Сам же автор определяет финансовое богатство как результат развития сберегательного процесса на каждый момент. В его состав включаются вклады в банках, наличные деньги, вложения в ценных бумагах. Более того собственность в движимой и недвижимой формах, а также материальные запасы, оцениваемые в денежном эквиваленте также относятся к финансовому богатству. Возникает вопрос о целесообразности введения термина «финансовое богатство», поскольку следуя логике можно выделить и нефинансовое богатство, в состав которого более целесообразно включать имущество.

Еще более неопределенной является роль обязательств домашнего хозяйства по привлеченным кредитам в формировании финансового богатства. Непонятно будет ли имущество, сформированное за счет заемных средств, входить в состав финансового богатства, либо обязательства уменьшают рассматриваемую величину.

Согласно мнению автора, финансовые ресурсы представляют собой текущие доходы домашнего хозяйства. Они представляют собой ту величину доходов, поступающих на регулярной и (или) нерегулярной основе, которая направлена на потребление и (или) сбережение¹.

¹ В целом такое определение является несостоятельным, поскольку сложно представить направление расходов, которое будет направлено не на потребление или сбережение.

Еще в рамках экономической теории расходы населения разделяются на потребление и сбережение без иных вариантов, поэтому такое определение излишне и неинформативно.

Как правило, финансовые ресурсы в первую очередь ассоциируются с денежными средствами, финансовыми вложениями, но не с доходами. Более того доходы не являются фондом денежных средств, где хранятся денежные средства, полученные при получении доходов, поскольку такие средства сразу же направляются по различным направлениям текущей деятельности хозяйствующего субъекта. Это утверждение может быть верным только в случае, когда рассматривается короткий промежуток времени, где текущие доходы представлены нераспределенной суммой денежных средств. В остальных случаях доходы не могут быть финансовыми ресурсами, поскольку уже распределены.

Интересным также представляется опыт теоретического обоснования формирования финансового потенциала [6]. В работе приводится структура финансового потенциала, а также рассматриваются отдельные его элементы.

Так, в вопросе определения финансового потенциала автор солидарен с вышеупомянутым мнением. Однако состав финансовых ресурсов и финансового богатства в значительной мере отличается. Финансовое богатство представлено наличной валютой и накопленными средствами на текущих счетах в виде вкладов, вложений в ценные бумаги, а также резервов страховых взносов. Вместе с тем финансовое богатство не включает в свой состав движимое и недвижимое имущество и материальные запасы, и также не рассматривает влияние имеющихся обязательств на величину финансового богатства.

Финансовые ресурсы представлены автором текущими доходами, вложениями в краткосрочные ценные бумаги, а также кредитом. Несомненно, интересной является наличие кредита как источника финансовых ресурсов, если речь идет о потенциальном кредите, который домашнее хозяйство может получить при необходимости. Отдельно из состава вложений в ценные бумаги выделяются краткосрочные вложения, которые в течение небольшого промежутка времени могут быть трансформированы в денежные средства. Однако совершенно не ясно, почему наличные денежные средства не представлены в финансовых ресурсах, поскольку этот ресурс обладает абсолютной ликвидностью по отношению к остальным элементам. Более того, средства в виде вкладов обладают не меньшей, а скорее даже большей ликвидностью, чем краткосрочные финансовые вложения.

Несомненно, проведенная исследовательская работа в области теоретического обоснования финансового потенциала домохозяйств огромна, однако существующие противоречия и отсутствие

четкого обоснования выделяемых критериев затрудняют дальнейшие исследования. Этот факт наталкивает на необходимость глубокого и детального анализа рассматриваемого явления.

Состав и структура финансового потенциала

В самом широком смысле потенциал (от лат. *potentia* – сила, мощь) подразумевает под собой источники, возможности, средства, которые могут быть использованы для решения какой-либо задачи, достижения определенной цели. Таким образом, потенциал домашнего хозяйства можно расценивать как совокупность имеющихся средств, возможностей, сосредоточенных в руках домашних хозяйств, предназначенных для достижения ими поставленных целей и задач. Возникает вопрос, что представляют собой совокупность средств и возможностей.

Последовательное изучение составляющих финансового потенциала домашних хозяйств не позволяет в полной мере и наверняка ответить на этот вопрос. Так термин «домашнее хозяйство» до сих пор не имеет четкой дефиниции, и часто ассоциируется с похожим явлением «семья». Взяв за основу имеющиеся многочисленные исследования по данному вопросу [7, 8], можно выделить основные признаки, присущие домашним хозяйствам:

- наличие одного и более людей, проживающих на совместной территории;
- совместная деятельность по ведению хозяйства;
- распоряжение определенными ресурсами;
- самостоятельное принятие решений;
- стремление к обеспечению принципа эффективности.

Наличие участников, осуществляющих хозяйственную деятельность в условиях ограниченности ресурсов, обуславливает стремление домашнего хозяйства к обеспечению экономической эффективности своей деятельности. Этот факт наводит на мысль о сходности домашнего хозяйства с коммерческим предприятием в своей организации и деятельности. Эта мысль впоследствии позволит применить совершенно иной, нежели существующие на этот момент подходы к определению финансового потенциала домашних хозяйств.

Что более важно, во время хозяйственной деятельности домохозяйство распоряжается ресурсами, представленными в виде различных запасов, материалов, имущества движимого и недвижимого, а также разного рода хозяйственного инвентаря. Эти ресурсы представляют собой средства и возможности для реализации экономического (хозяйственного) потенциала домашнего хозяйства.

Финансы домашних хозяйств явление крайне молодое и слабо исследованное. Впервые этот термин был употреблен лишь в 2006 году и обозначал раздел научного знания, который изучает использование финансовых инструментов и рынков домашними хозяйствами для достижения поставленных целей [10, с. 1553]. Здесь необходимо отметить связь финансов домашнего хозяйства с финансовыми инструментами. Такая трактовка несвойственна отечественной научной мысли, которая определяет финансы, как экономические отношения по формированию, распределению и использованию фондов денежных средств. Финансы в данном случае связывают с деньгами.

Для разрешения этого вопроса необходимо четко понимать, что такое финансы. Задача эта, однако, не совсем тривиальна, поскольку финансы – понятие историческое, и берет свою историю еще с XIII века. Хотя в период до XV–XVI веков говорить с уверенностью о существовании финансов неправомерно, поскольку до этого периода денежные отношения носили крайне нерегулярный характер, а неразвитость института государственности никоим образом не помогало становлению финансов [1, с. 11–12]. Сам термин «финансы» уходит корнями к латинскому языку к таким словам как *finis* или *finatio*, что означает конец, окончание срока уплаты. Что примечательно в нашем случае – финансы появились в связи с развитием частных финансовых операций и именно в связи с появлением первых ценных бумаг – прообразом современных финансовых инструментов, но не денег, которые уже существовали в то время.

В связи с этим может показаться странной современная отечественная трактовка финансов. Однако деньги в настоящее время – это не настоящие, классические деньги, имеющие внутреннюю стоимость. Современные бумажные деньги являются своего рода разновидностью финансовых инструментов, где стоимость отрывается от материального носителя. Таким образом, происходит разрыв между движениями капитала и товара.

Принимая во внимание этот факт, можно говорить о некой похожести отечественной и западной точек зрения, если воспринимать финансовые инструменты не только как ценные бумаги, которые обращаются на биржах, но более широко. Однако если исходить из представленных выше определений, финансовые инструменты являются средством для формирования отношений между участниками, в то время как фонды денежных средств являются по своей сути объектом финансовых отношений. Данное утверждение не позволяет в полной мере приравнять имеющиеся определения.

С другой стороны финансовые инструменты также могут выступать и фондами, которые могут быть выражены в денежной форме. Так пример, ценные бумаги, дебиторская и (или) кредиторская задолженность могут выступать в роли объекта финансовых отношений. Здесь стоит отметить, что современные деньги хоть и являются финансовым инструментом центрального банка, также выполняют функции денег и выступают универсальной мерой стоимости товаров, услуг. В результате основным критерием становится возможность денежного выражения какого-либо ресурса.

Таким образом, как фонды денежных средств, так и финансовые инструменты могут выступать объектом финансовых отношений, вследствие чего являются теми самыми средствами, ресурсами финансового потенциала домашнего хозяйства, которые используются для реализации своих целей и задач. Однако остается непонятным, что конкретно можно включать в состав финансового потенциала домашнего хозяйства. В данном случае не вызывают сомнений, что ценные бумаги, а также денежные средства будут включены. Остается неясным, можно ли остальное имущество также относить к финансовому потенциалу при условии возможности их денежного выражения.

Для этого крайне полезным может оказаться опыт корпоративных финансов в идентификации финансового потенциала предприятия. Существующие исследования связывают финансовый потенциал со стоимостной оценкой величины финансового потенциала, а также со способностью хозяйствующего субъекта формировать финансовый результат [5].

Похожая ситуация наблюдается и в сфере государственных финансов, где финансовый потенциал рассматривается в рамках ресурсного и результативного подходов. Так, первый связывается с оценкой величины финансовых ресурсов, второй же подход акцентирует свое внимание на потенциальных доходах, которые может получить хозяйствующий субъект.

Определение термина «потенциал» с одной стороны обуславливает наличие ресурсов, как условие для существования финансового потенциала, с другой стороны отмечает необходимость их непосредственного использования для достижения поставленных целей. Поэтому финансовый потенциал можно определить как способность субъекта, используя доступные финансовые ресурсы, формировать финансовый результат.

Однако говоря о финансовых ресурсах как стоимостного выражения финансового потенциала хозяйствующего явления, важно понимать, что не только финансовые ресурсы в их классическом понимании включаются в расчет. Будут также учитываться стоимостная оценка материальных запасов, дебиторской задолженности, а также внеоборотных активов [5, с. 82]. Таким образом, все имущество, участвующее в хозяйственной деятельности коммерческого предприятия, является средствами, ресурсами финансового потенциала предприятия.

В результате основным критерием выступает возможность денежного выражения стоимости ресурсов, а также участие этого имущества в хозяйственной деятельности субъекта. Принимая во внимание тот факт, что финансовые ресурсы в виде денежных средств и эквивалентов являются далеко не единственным фактором, формирующим результат хозяйственной деятельности, можно считать данное предположение верным. Это наводит на мысль о правильности ранее поставленных умозаключений.

Финансовый учет в домашнем хозяйстве

Таким образом, финансы предприятий обладают достаточным опытом, для оценки финансового потенциала коммерческого предприятия. Поэтому будет разумно, используя метод сравнительного анализа, представить домашнее хозяйство как коммерческую организацию. Такой подход позволит четко определить состав и структуру финансового потенциала домашних хозяйств. Для этих целей подходит опыт зарубежных исследователей, которые

предлагают исследовать домашнее хозяйство как коммерческое предприятие [11, 12]. В российской практике этот подход в настоящее время незаслуженно оставлен без внимания.

При этом данная идея не является новой для западной экономической мысли. Гэри С. Беккер в своих работах отмечал, что человеческое поведение сходно с поведением остальных участников экономики, поскольку направлено на максимизацию результата [9, с. 5]. Ранее было отмечено, что домашнее хозяйство стремится к обеспечению экономической эффективности своей деятельности, что в очередной раз указывает на необходимость этого метода. Более того, экономический подход, по его мнению, применим абсолютно к любой сфере деятельности человека, будь то образование, здравоохранение или финансы.

И действительно, финансы домашних хозяйств имеют множество аналогий с коммерческой организацией. Так существующие исследования предлагают пути формирования для домашнего хозяйства финансовой отчетности, а именно баланса, отчета о доходах и расходах, а также отчета о движении денежных средств. Для целей этого исследования была использована концептуальная основа построения финансовой отчетности для домашних хозяйств. В результате, составление для домашнего хозяйства всей необходимой финансовой отчетности позволит без затруднений определить величину финансового потенциала.

Так, для построения баланса, выделяются активы, обязательства и богатство домашнего хозяйства (таблица 1). При этом разделение по статьям может быть представлено в следующем виде:

Таблица 1.

Состав и структура баланса домашнего хозяйства

Table 1.

Composition and structure of household balance sheet

<i>Активы Assets</i>	<i>Пассивы Liabilities</i>
Реальные активы Tangible assets	4. <i>Богатство Wealth</i>
1. <i>Физические активы Physical assets</i>	Первоначальный капитал Initial wealth
Движимое и недвижимое имущество Fixed assets	Безвозмездные поступления Net gifts received
Материальные запасы Inventories	Накопленные сбережения (Прибыль) Cumulative savings
2. <i>Финансовые активы Financial assets</i>	5. <i>Обязательства Liabilities</i>
Денежные средства Cash	Задолженность по кредитам Loan payable
Финансовые вложения Financial investment	Прочие займы Other borrowing
Неосязаемые активы Intangible assets	
3. <i>Человеческий капитал Human Capital</i>	

Хотя представленная классификация активов и пассивов в целом понятна, требует более детальных пояснений, поскольку специфика домашнего хозяйства накладывает уникальные особенности.

Так, реальные активы в данном случае подразумевают под собой ту величину активов, которая указывается в первом и втором разделе актива баланса. Однако группировка внутри отличается от правил бухгалтерского учета, где активы делятся на внеоборотные и оборотные,

поскольку основным критерием выступает период, в течение которого актив участвует в производственном процессе. Важно понимать, что не каждое домохозяйство осуществляет производственную деятельность в виде личного подсобного хозяйства или иной предпринимательской деятельности, а если и осуществляет, то нельзя наверняка утверждать, что какой-либо актив не задействован где-либо еще помимо этого. К примеру, стиральная машина может быть использована для деятельности частной прачечной, а в остальное время использоваться для собственных нужд.

Представленная классификация исходит из иного принципа, который можно интерпретировать как время, в течение которого актив может быть трансформирован в денежные средства. Физические (нефинансовые) активы, которые состоят из движимого и недвижимого имущества, а также низколиквидных материальных запасов, требуют длительного времени для трансформации в денежные средства. Финансовые активы, состоящие из наличных денежных средств (как в национальной, так и в иностранной валюте), денежных средств на текущих счетах, вклады, а также финансовые вложения, могут в сравнительно короткий срок трансформированы в денежные средства.

Отдельного внимания заслуживают неосязаемые активы, в частности человеческий капитал. Классический финансовый учет не принимает в расчет неосязаемые активы, такие как патенты, торговые знаки или гудвилл в силу сложности расчета и оценки. Однако для домашнего хозяйства влияние человеческого капитала может иметь решающее значение. Человеческий капитал как актив способен генерировать большую величину доходов домашнего хозяйства. Домашние хозяйства варьируются по численности и половому признаку. Сами члены домохозяйств могут иметь разный уровень образования, опыт работы, различный набор потенциально полезных способностей и состояние здоровья. Существуют несколько способов оценки человеческого капитала [12, с. 50], однако осуществить грамотный расчет этого вида активов в рамках финансового учета домашнего хозяйства крайне сложно. Вследствие чего исследователи предпочитают опускать этот вопрос в своих работах.

В противовес активам пассивы домашнего хозяйства состоят из богатства и обязательств. Обязательства – это величина основного долга домохозяйств по уже привлеченным кредитам и займам. Богатство в данном случае рассчитывается как разность между активами и обязательствами и по своей сути эквивалентно собственному капиталу в коммерческом предприятии.

Однако богатство домашнего хозяйства имеет совершенно иную внутреннюю структуру, поскольку всецело принадлежит самому домохозяйству, не имеет внешних собственников. Разность между текущими доходами и расходами – сбережения, прибавляются к богатству. Таким образом, богатством можно считать результат сберегательного процесса на каждый момент. В таком случае можно согласиться с мнением ранее упомянутых авторов о финансовом богатстве. С другой стороны, совершенно не целесообразно приписывать приставку «финансовое», поскольку в своем составе богатство домашних хозяйств может содержать как финансовые, так и физические активы.

Существуют здесь также и безвозмездные поступления от других субъектов экономики. Зачастую таковым является другое домашнее хозяйство, что чаще всего выражается в безвозмездной помощи родителями своим детям. С другой стороны сюда также можно отнести государственные субсидии, как в виде денежных средств, так и в натуральной форме. Примером могут служить образовательные стипендии или льготные медикаменты. Важно понимать, что часть таких субсидий может быть учтена в рамках отчета о доходах и расходах, если напрямую связана с компенсацией затрат по осуществлению хозяйственной деятельности домашнего хозяйства. Однако в остальных случаях разумнее определять эти ресурсы как безвозмездные поступления.

Похожим образом осуществляется построение остальных форм отчетности. Отчет о доходах и расходах является аналогом отчета о финансовом результате в коммерческой организации и содержит информацию о доходах домашнего хозяйства и его расходах, а также итоговой величине, которую условно можно назвать финансовым результатом. Однако в остальном этот отчет будет отличаться от аналога в коммерческом предприятии, так как внутренняя группировка доходов и расходов будет разниться. В рамках доходов домашнего хозяйства можно выделить внешние доходы (заработная плата, социальная помощь со стороны государства, доходы от использования финансовых активов домохозяйства) и внутренние доходы, которые связаны с хозяйственной экономической деятельностью (ведение личного подсобного хозяйства, осуществление предпринимательской деятельности). Расходы в свою очередь могут быть поделены на:

- расходы, связанные с удовлетворением потребностей членов домашнего хозяйства;
- расходы, связанные с внутренней производственной деятельностью;
- расходы на обслуживание заемного капитала.

Важно понимать, что такое разделение расходов является довольно условным, поскольку зачастую сложно однозначно определить к какой группе относится какой-либо расход (вспомним пример со стиральной машиной).

Отчет о движении денежных средств домашнего хозяйства практически идентичен по своей структуре аналогу коммерческого предприятия. Здесь также можно выделить операционную деятельность, если домашнее хозяйство ведет личное подсобное хозяйство или предпринимательскую деятельность, инвестиционную и финансовую деятельность. С другой стороны для определения величины финансового потенциала домашнего хозяйства этот отчет не используется.

Сформированная финансовая отчетность домашнего хозяйства открывает возможности для полноценной оценки финансового потенциала домашних хозяйств. Стоимостная величина финансового потенциала состоит из всего имущества домашнего хозяйства, выраженного в денежной форме. В этом случае не возникает вопросов о причастности движимого и недвижимого имущества к финансовому потенциалу. Более того доходы домашнего хозяйства не будут включаться в состав стоимостной величины финансового потенциала, поскольку являются критерием оценки эффективности финансового потенциала, хотя для таких целей разумнее использовать конечную прибыль а не доходы.

Отдельно стоит упомянуть о роли обязательств домашнего хозяйства в рамках изучения финансового потенциала. С одной стороны имеющиеся обязательства домашнего хозяйства должны уменьшать величину финансового потенциала, поскольку обязательства обременяют, связывают часть имущества и не позволяют в полной мере и свободно использовать ресурсы. С другой же стороны обязательства являются лишь источником для расширения хозяйственной деятельности домашнего хозяйства,

как результат – грамотное использование заемных ресурсов позволяет достичь больших выгод.

Здесь важно понимать, что в рамках финансового потенциала крайне важна цель осуществляемой деятельности. По сути, цель определяет средства, т. е. величину ресурсов. Если цель домашнего хозяйства предполагает использование заемных ресурсов, то обязательства не могут являться ограничивающим фактором. Однако этот аспект может меняться в зависимости от исследователя и целей, которые он ставит. К примеру, обязательства будут исключены из расчета величины финансового потенциала, если цель исследования – высвобождение финансовых ресурсов за пределы хозяйствующего субъекта.

Заключение

Возвращаясь к ранее описанному опыту определения финансового потенциала домохозяйств, предложенному другими авторами, можно отметить значительные различия в понимании этого вопроса.

Причиной является отсутствие представления домашнего хозяйства как полноценного участника экономических отношений. Опыт представленных ранее авторов исходит из принципа потребления, т. е. для авторов в первую очередь важно, что домашние хозяйства могут отдать другим субъектам. В таком случае речь в первую очередь идет об инвестиционном, кредитном, потребительском и налоговом потенциале. Происходит своего рода подмена понятий. Финансовый потенциал имеет совершенно иную специфику, хотя, несомненно, включает в свой состав все вышеперечисленные элементы.

Метод сравнительного анализа домашнего хозяйства с коммерческой организацией позволил в значительной мере скорректировать понимание финансового потенциала домашнего хозяйства, а также позволил выявить скрытые резервы дальнейшего изучения этого вопроса.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Березкин Ю.М. Проблемы и способы организации финансов. Иркутск: ИГЭА. 2006. 248 с.
- 2 Герауф Ю.В. Развитие финансового потенциала населения региона // Вестник алтайского государственного университета. 2014. № 3. С. 173–174.
- 3 Матюшенко Т.В. Развитие финансового потенциала домохозяйств в России: дис. канд. экон. наук: 08.00.10. М. 2008. 183 с.
- 4 Карпенко Ю.А. Развитие финансового потенциала домохозяйств в Российской Федерации // Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. 2013. № 1. С. 89–191.

5 Николаевская О.А. Реализация инвестиционно-финансового потенциала предприятия // Финансы и кредит. 2013. № 30 (558). С. 80–85.

6 Орлов Л.Ф. Теоретические основы формирования финансового потенциала домохозяйств // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2010. № 3. С. 36–41.

7 Радаев В.В. Человек в домашнем хозяйстве // Социс. 1997. № 4. С. 64–72.

8 Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. М.: ИНФРА-М. 2013. 512 с.

9 Becker G.S. The Economic Approach to Human Behavior // Chicago: The University of Chicago Press. 1976. 320 p.

10 Campbell J.Y. Household Finance // The Journal of Finance. 2006. no. 4 (61). P. 1553–1604. DOI: 10.1111/j.1540-6261.2006.00883.x

11 Guiso L., Sodini P. Household Finance: An Emerging Field // Handbook of the Economics of Finance. 2013. pp. 1397–1532.

12 Samphantharak K., Townsend R.M. Household as Corporate Firm: An Analysis of Household Finance Using Integrated Household Survey and Corporate Financial Accounting // N.Y.: Cambridge University Press. 2009. 199 p.

REFERENCES

1 Berezkin Yu.M. Problemy i sposoby organizatsii finansov [Problems and ways of finance management]. Irkutsk State Academy of Economics Publ. 2006. 248 p. (In Russian)

2 Gerauf Yu. V. Finance capacity of region's population development. *Vestnik altaiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of the Altai State University]. 2014. no. 3. pp. 173–174. (In Russian)

3 Matyushenko T.V. Razvitie finansovogo potentsiala domohozjajstv v Rossii [Household finance capacity development in Russia], PhD Thesis, 2008. 183 p. (In Russian)

4 Karpenko Yu. A. Household finance capacity development in Russian Federation. *Biznes v zakone. Ekonomiko-yuridicheskii zhurnal* [Business in Law. Economic and law journal]. 2013. no. 1. pp. 89–91. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Б. Унтанов аспирант, кафедра финансов, Байкальский государственный университет, ул. Ленина, 11, г. Иркутск, 664003, Россия, stalker.pro@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2017

5 Nikolaevskaya O.A. Realization of Investment and financial potential. *Finansi I Kredit* [Finance and Credit]. 2013. no. 30 (558). pp. 80–85. (In Russian)

6 Orlov L.F. Theoretical basis of forming the household finance potential. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya Ekonomika* [Proceedings of Moscow University. Series: Economics]. 2010. no. 3, pp. 36–41. (In Russian)

7 Radayev V.V. Man in household. *Sotsiologicheskie issledovaniya* [Sociological Studies]. 1997. no. 4. pp. 64–72. (In Russian)

8 Raizberg B.A., Lozovskii L.Sh. Starodubtseva E.B. Modern Economic Dictionary. Moscow, INFRA-M Publ. 2013. 512 p. (In Russian)

9 Becker G.S. The Economic Approach to Human Behavior. Chicago: The University of Chicago Press. 1976. 320 p.

10 Campbell J.Y. Household finance. The Journal of Finance. 2006. no. 4 (61) pp. 1553–1604. DOI: 10.1111/j.15406261.2006.00883.x

11 Guiso L., Sodini P. Household Finance: An Emerging Field. Handbook of the Economics of Finance. 2013. pp. 1397–1532.

12 Samphantharak K., Townsend R.M. Household as Corporate Firm: An Analysis of Household Finance Using Integrated Household Survey and Corporate Financial Accounting. N.Y.: Cambridge University Press. 2009. 199 p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr B. Untanov graduate student, finance department, Baikal state university, Lenin str., 11, Irkutsk, 664003, Russia, stalker.pro@bk.ru

CONTRIBUTION

Aleksandr B. Untanov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.14.2017

ACCEPTED 5.15.2017

Методы оценки и управления предпринимательскими рисками

Ирина А. Киселева	¹	kia1962@list.ru
Николай Е. Симонович	²	nsimoni@mail.ru
Галина Н. Егорова	³	egorovahp@gmail.com
Юрий А. Шаповалов	³	meatech@yandex.ru

¹ Российский экономический Университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия

² Российский Государственный Гуманитарный Университет, Миусская пл., 6, г. Москва, Россия

³ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Статья посвящена актуальной теме современности – управлению предпринимательскими рисками. Неотъемлемой составляющей профессионального управления рисками является определение сущности объекта управления в сфере экономики. Поскольку отечественная теория управления рисками находится в стадии формирования, то проблема четкого всестороннего определения понятия «риски» приобретает в настоящее время особую актуальность. В статье рассмотрены основные понятия риск-менеджмента; изучены его составляющие в предпринимательской деятельности; отражена система и принципы управления риском; исследованы основные виды рисков в сфере бизнеса. Предложен организационно-экономический механизм оценки предпринимательских рисков. Даны практические советы по управлению риском. Предпринимательства без рисков не существует. В условиях развития рыночной экономики конкретный предприниматель самостоятельно определяет методы, которыми будет осуществлять свою деятельность, и все они приводят к предпринимательским рискам. Уровень угроз на рынке сегодня выше уровня потенциальной прибыли. Сделан вывод о том, что невозможно повысить доход без увеличения риска или снизить риск без уменьшения дохода. Чем меньше диапазон вероятностного распределения ожидаемой доходности по отношению к ее средней величине, тем меньше риск, связанный с этой операцией. Избежать риска в предпринимательской деятельности практически невозможно, но можно уменьшить уровень этого риска. И это зависит от того, насколько профессионально и правильно действует сам предприниматель, какую стратегию он выберет, чтобы уменьшить появление рисков.

Ключевые слова: риск, оценка рисков, предпринимательские риски

Methods of assessment and management of enterprise risks

Irina A. Kiseleva	¹	kia1962@list.ru
Nikolay E. Simonovich	²	nsimoni@mail.ru
Galina N. Egorova	³	egorovahp@gmail.com
Yuryi A. Shapovalov	³	meatech@yandex.ru

¹ Plekhanov Russian University of economics, Stremyanny alley, 36, Moscow, Russia

² Russian State Humanitarian University, Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia

³ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The article is devoted to the actual topic of our time – the management of business risks. An integral part of professional risk management is to identify the nature of the object of management in the sphere of economy. Since the domestic theory of risk management is under development, the problem of a clear comprehensive definition of risk becomes now of particular relevance. The article discusses the basic concepts of risk management; studied its components in the business activities; reflected system and risk management principles; The basic types of risks in business. A organizational and economic mechanism of enterprise risk assessment. Practical advice on risk management. Entrepreneurship without risk does not exist. With the development of market economy the specific entrepreneur determines the methods that will work, and they all lead to entrepreneurial risks. The level of threats on the market today, above the level of potential profits. It is concluded that it is impossible to increase revenue without increasing the risk or reduce risk without reducing income. The lower range of the probability distribution of expected returns relative to its mean value, the lower the risk associated with this operation. Avoid risk in business is almost impossible, but you can reduce this risk. And it depends on how professionally and correctly operates the entrepreneur, what kind of strategy he will choose to reduce the appearance of risk.

Keywords: risk, risk assessment, business risks

Введение

В странах с развитой экономикой существует множество наглядных примеров, когда предприятия, различные фирмы и организации терпят то подъем и процветание, то крах

и банкротство вследствие своей деятельности. В среде жесткой конкуренции на рынке у каждого субъекта есть некий риск оказаться на дне своего жизненного цикла. И чтобы попытаться этого избежать, необходимо разобраться, какие методы снижения рисков существуют.

Для цитирования

Киселева И.А., Симонович Н.Е., Егорова Г.Н., Шаповалов Ю.А. Методы оценки и управления предпринимательскими рисками // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 314–319. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-314-319

For citation

Kiseleva I.A., Simonovich N.E., Egorova G.N., Shapovalov Yu.A. Methods of assessment and management of enterprise risks. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 314–319. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-314-319

Понятие и сущность предпринимательского риска

Для того чтобы в полной мере понять и осмыслить тематику, заданную в настоящей работе, необходимо начать с самого понятия и сущности термина «предпринимательский риск». Итак, под **предпринимательским риском**, следует понимать невозможность предугадать и предусмотреть какое-либо событие и последствие этого события в дальнейшей деятельности предприятия. Риск – это всегда вероятность. Вероятность, что предприятие понесет убытки и неудачи ввиду своих решений [12, с. 85].

Многие предприниматели начинают открывать свой бизнес далеко не в легких и благоприятных условиях экономики страны. Кризис, который нарастает в настоящий момент в России, является началом того, что предприятия начинают усиливать предпринимательские риски. Вследствие этого увеличивается количество организаций, работающих себе в убыток [1, 3].

Обойти встречи с рисками в этой сфере деятельность невозможно. Умение рисковать – это классическая черта, которая помогает предпринимателю противостоять неопределенности. Без нее невозможно построить успешно развивающийся бизнес. Чем больше риск, тем больше вероятность, что предприятие окажется на вершине своего жизненного цикла [8, с. 25].

В условиях рыночной среды, которая существует в наши дни, появляется все больше и больше причин, расширяющих территорию рискованных ситуаций. При таких обстоятельствах зарождается неуверенность в том, что конечный результат принесет положительный эффект предприятию. Поэтому и возрастает степень предпринимательского риска. Предпринимательские риски часто называют хозяйственными. Это означает, что они связаны с производственными, социальными, финансовыми и другими функциями.

Виды предпринимательского риска

К настоящему времени еще не разработана определенная классификация предпринимательских рисков. Из-за многообразия социально-экономических отношений существует множество видов рисков в предпринимательской деятельности. Это связано с тем, что почти каждый день возникают какие-либо новые виды рисков. Более того, один и тот же вид можно просто определить различным термином [16, с. 128].

Но принято разграничивать виды предпринимательского риска с помощью факторов, вследствие которых они возникают. К примеру, политические факторы способствуют созданию *политических рисков*. Это может быть:

- Введение эмбарго (ограничение государством экспорта или импорта товаров, валюты);
- Национализация предприятия;
- Трудность осуществления предприятием своих действий из-за военных действий либо революций, нарастания негативного настроения в стране;
- Извлечение каких-либо товаров или предприятий с рынка.

Социально-экономические факторы являются причиной создания *коммерческих (экономических) рисков*. Они возникают в процессе реализации предпринимателем товаров и услуг. Здесь необходимо уметь учитывать многочисленные факторы (невыгодное увеличение цены закупаемых товаров, снижение цены реализации товаров и т. д.) [11, 15].

Такой фактор, как экологический, способствует возникновению еще одного вида рисков. Это *производственный риск*. Он связан с реализацией и созданием продукции (работы, услуги), а также с осуществлением иных видов производственной деятельности. Например, ограничение использования природных ресурсов приводит к тому, что начинает изменяться предпринимательская деятельность. Этот риск проявляется в остановке производства либо неритмичности работы предприятия, а также вследствие природных катастроф и аварий из-за наводнений, землетрясений и пожаров [17, 18].

Такие риски, как *технические и инновационные*, появляются вследствие научно-технических факторов. Они проявляются в следующем:

- В снижении дохода предприятия, ввиду разного рода факторов. Это могут быть: уменьшение фактических продаж по сравнению с планом, изменение % ставки по кредиту и т. д.);
- В том, что предприниматели не сумели извлечь определенные экономические выгоды из своих действий;
- В экономических потерях, связанных, к примеру, с банкротством партнера.

Методы оценки и управления предпринимательским риском

В экономической науке до конца не разработаны методы оценки и управления предпринимательского риска, не существует четких инструкций по уменьшению и предотвращению рисков. Хотя стоит отметить, что в последние годы появилось множество научных работ и статей, в которых при рассмотрении и анализа деятельности различных коммерческих организаций, затрагиваются вопросы о риске в предпринимательстве [2, 4–6, 13, 14].

Многообразие факторов хозяйственной деятельности предпринимателя – это основная причина того, что необходимо знать основные положения теории рисков, которые позволят предпринимателю найти нужный путь (методику) для оценки какого-либо риска [9, с. 67]. Риск можно объяснить с помощью таких критериев, как:

- Вероятность наступления события $P(E)$. Это отношение количества благоприятных исходов (K) к общему числу всех исходов (M),

$$P(E) = K / M; 0 < P(E) < 1;$$

- Величина отклонения от прогнозируемого значения (размах вариации) R – разница между $\max$ и $\min$ значением рассматриваемого фактора;

- D – дисперсия;
- $M(E)$ – математическое ожидание;
- KB – коэффициент вариации и др.

Управление рисками в деятельности предпринимателя связано с анализом всех факторов, связанных с внешней и внутренней средой хозяйственной деятельности [19, 20]. В кругах российского предпринимательства крупные и средние предприятия слишком консервативны, поэтому им сложно реагировать

на изменения во внутренней и внешней среде. В то время как малые предприятия способны быстро переориентироваться и уйти от убыточного бизнеса, предварительно проводя оценку степени риска ($K_{\text{вероятности}}$). Для крупного предприятия это является сложностью. Поэтому при управлении предприятием необходимо предусматривать последствия от принятия решения в сфере управления рисками [7, с. 85].

Существуют четыре зоны риска предпринимательской деятельности:

- I зона – не предвидится риск;
- II зона – риск допустим. Предпринимательская деятельность сохраняет свою экономическую целесообразность;
- III зона – критический риск (потери превышают прибыль и вложенные средства);
- IV зона – катастрофический риск (потери превышают критический уровень).

Чтобы избежать появления определенного вида риска, необходимо рассмотреть некоторые методы управления рисками. Их можно разделить на четыре категории. Все они представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Виды методов управления рисками

Table 1.

Types of risk management methods

Название метода Method name	Сущность метода The essence of the method
Метод уклонения от риска The method of risk evasion	Необходимо просчитать все решения, связанные с управлением на стопроцентную гарантию застрахованности от рисков. Этими решениями могут стать (It is necessary to calculate all decisions related to management for a 100% risk insurance guarantee. These solutions can be): – отказ от взаимодействия с партнерами, которые считаются ненадежными (refusal to cooperate with partners that are considered unreliable); – отказ от инновационной деятельности (refusal of innovative activity); – все виды страхования (all types of insurance); – поиск надежных партнеров (search for reliable partners).
Метод локализации риска Risk localization method	Необходимо выявить участников, которые в большей степени подвержены влиянию факторов риска. В основе этого метода лежит выявление «опасных» зон в хозяйственной деятельности предприятия, раскрутка бизнеса и т. д. It is necessary to identify participants who are more susceptible to the influence of risk factors. At the heart of this method lies the identification of dangerous zones in the economic activities of enterprises, the promotion of business, and so on.
Метод диссипации риска The method of risk dissipation	Необходимо распределить факторы риска среди участников деятельности предприятия. Принцип этого метода заключается в том, чтобы распределить ответственность между участниками. Это может быть образование АО, обмен акциями, расширение закупок различных ресурсов, распределение риска по этапам работ. It is necessary to distribute risk factors among the participants of the enterprise activity. The principle of this method is to distribute responsibility among the participants. This can be the formation of joint stock companies, the exchange of shares, the expansion of procurement of various resources, the distribution of risks by the stages of work.
Название метода Method name	Это меры, инструменты, не способствующие зарождению рисков. Это методы стратегического планирования и прогнозирования, борьба действиями в сфере криминала, создание законопроектов, ликвидирующих появления факторов риска и т. д. These are measures, tools that do not promote the emergence of risks. These are methods of strategic planning and forecasting, approving actions in the sphere of crime, creating bills, eliminating unforeseen risks, and so on.

В практике управление рисками подразделяют на следующие этапы:

- Подготовительный – распределение возможных альтернатив в условиях принятия решения, связанных с управлением предприятия;
- Организационный – предусматривает выбор некоторых методов управления рисками, способов, благодаря которым потери сойдутся к минимуму, ситуационного прогнозирования и планирования деятельности бизнеса (фирмы);
- Нормативный – создание инструкций для того, чтобы вывести предприятие из негативных ситуаций.

Следовательно, для того, чтобы организация находилась в комфортных условиях и ей не угрожала опасность в сфере защиты информации, потеря которой может повлечь за собой дальнейшие убытки, необходимо правильно

профессионально организовать предпринимательскую деятельность [10, с. 142]. Стратегия экономической безопасности фирмы должна быть описана в соответствующих документах компании и быть частью стратегического развития фирмы.

В рамках этой стратегии должна сформироваться программа антирисковых мероприятий. Их могут проводить и сами работники предприятия, и приглашенные специалисты.

Примеры ситуаций, которые приводят к созданию факторов риска для фирмы

Приведем примеры, когда определенная ситуация приводит к созданию факторов риска для фирмы. И для каждой ситуации найдем оптимальный метод управления сложившегося риска. Примеры представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Ситуации, приводящие к созданию факторов риска для фирмы и путь решения

Table 2.

Situations leading to the creation of risk factors for the firm and the way to solve it

Ситуация Situation	Решение Decision
Напряженная политическая ситуация в стране, вследствие этого развитие частного предпринимательства находится на очень низком уровне The tense political situation in the country, as a result, the development of private entrepreneurship is at a very low level	Необходим метод компенсации рисков (стратегическое планирование, прогнозирование). Этот метод описан в таблице 1. A method of risk compensation is needed (strategic planning, forecasting). This method is described in table 1.
Низкий жизненный уровень населения страны приводит к падению платежеспособного спроса Low living standards of the population lead to a fall in effective demand	Метод уклонения от рисков (страхование, отказ от инноваций) The method of avoiding risks (insurance, rejection of innovations)
На рынке появились новые конкуренты New competitors appeared on the market	Метод диссипации. Следует произвести увеличение числа наименований и видов изделий, выявить «опасные» с точки зрения экономики сектора рынка. The dissipation method. It is necessary to increase the number of items and types of products, identify dangerous from the point of view of the economy of the market sector.

Заключение

Любое предприятие рано или поздно может понести определенные риски, которые связаны с производственной и коммерческой деятельностью предприятия. Избежать риска в предпринимательской деятельности практически невозможно, но можно уменьшить уровень этого риска. И это зависит от того, насколько профессионально и правильно действует сам предприниматель, какую стратегию он выберет, чтобы уменьшить появление рисков. Организация

развития деятельности предприятия основывается на профессиональном знании, умении и навыков работы в различных условиях экономической ситуации. Поэтому знания в сфере управления рисками необходимы для организации успешно развивающегося бизнеса. Между динамикой уровня риска и динамикой доходности существует прямая зависимость, а именно: чем выше средняя доходность операции, тем выше связанный с ней риск. Практически невозможно повысить доход без увеличения риска или снизить риск без уменьшения дохода.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Альгин А.П. Грани экономического риска. М.: Знание, 1991.
- 2 Акаев А.А., и др. Проекты и риски будущего: концепции, модели, инструменты, прогнозы, М.: URSS, 2011. 432 с.
- 3 Гитман Л.Дж., Джонк М.Д. Основы инвестирования, М. Дело, 1997. с.
- 4 Власов А. Риск-менеджмент: система управления потенциальными потерями // Бизнес. 2013. № 5. С. 2013.

5 Дорохина Е.Ю. Риски проектов: теория и практика управления // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2009. № 6. С. 86–93.

6 Дорохина Е.Ю. Ресурсы покрытия рисков на предприятии // РИСК: Ресурсы информация снабжение конкуренция. 2009. № 3. С. 116–120.

7 Киселева И.А., Симонович Н.Е. Особенности оценки рисков и роль мотивации в период кризиса, М: Новая реальность, 2016. 136 с.

8 Киселева И.А., Симонович Н.Е. Принятие решений в условиях риска: психологические аспекты // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 18. С. 23–29.

9 Киселева И.А., Симонович Н.Е. Проблемы безопасности и риска с позиции психолога и экономиста, М.: Новая реальность, 2016. 148 с.

10 Леонтьева Л.С., Кузнецов В.И. Производственный менеджмент М.: Юрайт, 2014. 305 с.

11 Норткотт Д. Принятие инвестиционных решений, М.: Банки и биржи ЮНИТИ, 1997.

12 Тихомиров Н.П., Тихомирова Т.М. Риск анализ в экономике, М.: Экономика, 2010. 168 с.

13 Тутова Н.А. Каждый из видов риска необходимо держать под жестким контролем // Банковские технологии, 2013. № 2. с. 30.

14 Халиков М.А., Хечумова Э.А., Шардин А.А. Методология учета и оценки рисков производственной и финансовой сфер деятельности предприятия // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. 2010. № 23. С. 165–180.

15 Черешкин Д.С. Управление рисками и безопасностью М.: Издательская группа URSS, 2010. 200 с.

16 Экономическая теория. Концептуальные основы и практика / Под общ. ред. В.Ф. Максимова М.: ЮНИТИДАНА, 2012. 751 с.

17 Financial optimization. Edited by Stavros A. Zeios. Cambridge University Press, 1993.

18 Alexander C. Financial Risk Management and Analysis. Wiley, 1996.

19 Financial Risk Management and Analysis. Wiley, 1996.

20 Vaughan E.J. Risk management. N.Y. etc.: Wiley, 1997.

21 Мистров Л.Е., Дерканосова А.А. Метод информационного воздействия при синтезе стратегии управления конкурентоустойчивостью социально-экономических организаций // Вестник ВГУИТ. 2013. № 4 (58). С. 282–288.

22 Matveev V.V. Monitoring of economic risks of business activities // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 55. № 7. С. 72–79.

REFERENCES

1 Al'gin A.P. Grani ekonomicheskogo riska. [The verge of economic risk.]. Moscow, Znanie 1991. p. (in Russian).

2 Akaev A.A., i dr. Proekty i riski budushchego: kontseptsii, modeli, instrumenty, prognozy [Projects and risks of the future: concepts, models, instruments, forecasts]. Moscow, URSS, 2011. 432 p. (in Russian).

3 Gitman L.Dzh., Dzhonk M.D. Osnovy investirovaniya [Investing basics]. Moscow, Delo, 1997. (in Russian).

4 Vlasov A. Risk management: control system potential losses. *Biznes* [Business]. 2013. no. 5. 2013. (in Russian).

5 Dorokhina E.Yu. Project risks: the theory and practice of management. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta* [Proceedings of the Russian economic University]. 2009. no. 6. pp. 86–93. (in Russian).

6 Dorokhina E.Yu. Resources cover risks in the enterprise. *RISK: Resursy informatsiya snabzhenie konkurentsii* [RISK: Resources, information, supply, competition]. 2009. no. 3. pp. 116–120. (in Russian).

7 Kiseleva I.A., Simonovich N.E. Osobennosti otsenki riskov i rol' motivatsii v period krizisa [Features of the risk assessment and the role of motivation in times of crisis]. Moscow, Novaya real'nost', 2016. 136 p. (in Russian).

8 Kiseleva I.A., Simonovich N.E. Decision making under risk: psychological aspects. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial Analytics: problems and solutions]. 2014. no. 18. pp. 23–29. (in Russian).

9 Kiseleva I.A., Simonovich N.E. Problemy bezopasnosti i riska s pozitsii psikhologa i ekonomista [Security concerns and risk from the perspective of a psychologist and economist]. Moscow, Novaya real'nost', 2016. 148 p. (in Russian).

10 Leont'eva L.S., Kuznetsov V.I. Proizvodstvennyi menedzhment [Production management]. Moscow, Yurait, 2014. 305 p. (in Russian).

11 Nortkott D. Prinyatie investitsionnykh reshenii [Investment decisions]. Moscow, Banki i birzhi YuNITI, 1997. (in Russian).

12 Tikhomirov N.P., Tikhomirova T.M. Risk analiz v ekonomike [Risk analysis in Economics]. Moscow, Ekonomika, 2010. 168 p. (in Russian).

13 Tutova N.A. Each of the types of risk must be kept under tight control. *Bankovskie tekhnologii* [Bank technologies]. 2013. no. 2. pp. 30. (in Russian).

14 Khalikov M.A., Khechumova E.A., Shardin A.A. Accounting and risk assessment operational and financial areas of the company. *Uchenye zapiski Rossiiskoi Akademii predprinimatel'stva* [Scientific notes of the Russian Academy of entrepreneurship]. 2010. no. 23. pp. 165–180. (in Russian).

15 Chereshekin D.S., bezopasnost'yu Upravlenie riskami i bezopasnost'yu [Risk management and safety]. Moscow, Izdatel'skaya gruppa URSS, 2010. 200 p. (in Russian).

16 Ekonomicheskaya teoriya. Kontseptual'nye osnovy i praktika [Economic theory. The conceptual basis and practice. Edited by V. F. Maximova]. Moscow, YuNITIDANA, 2012. 751 p. (in Russian).

17 Financial optimization. Edited by Stavros A. Zeios. Cambridge University Press, 1993.

18 Alexander C. Financial Risk Management and Analysis. Wiley, 1996.

19 Financial Risk Management and Analysis. – Wiley, 1996.

20 Vaughan E.J. Risk management. N.Y. etc.: Wiley, 1997.

21 Mistrov L.E., Derkanosova A.A. The method of the information impact in the synthesis of the control strategy the stability of socio-economic organizations.. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 4 (58). pp. 282–288. (in Russian).

22 Matveev V.V. Monitoring of economic risks of business activities. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016. vol. 55. no. 7. pp. 72–79. (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

Галина Н. Егорова к. п. н., доцент, кафедра машин и аппаратов химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, egorovahp@gmail.com

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 01.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Kiseleva doctor of economical sciences, professor, mathematical methods in economics department, Plekhanov Russian University of economics, Plekhanov Russian University of economics, Stremyanny alley, 36, Moscow, Russia, kia1962@list.ru

Nikolay E. Simonovich doctor of psychological sciences, professor, department of personality psychology institute named after L.S. Vygotsky, Russian State Humanitarian University, Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia, nsimoni@mail.ru

Galina N. Egorova candidate of pedagogical sciences, assistant professor, machines and apparatuses of chemical production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, egorovahp@gmail.com

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 4.1.2017

ACCEPTED 5.1.2017

Манипулирование ставкой дисконтирования при оценивании международных инвестиционных проектов

Анна А. Медведь¹ annmedved@mail.ru

¹ Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Садовая, 21, Санкт-Петербург, 191023, Россия

Реферат. В статье рассматривается практика оценивания международных инвестиционных проектов с использованием ставки дисконтирования денежных потоков. Поднимается проблема манипулирования ставкой дисконтирования с помощью категории «страновой риск», оказывающей часто определяющее влияние на величину ставки и, соответственно, принятие инвестиционных решений. Критически рассматриваются имеющиеся подходы к определению понятия «страновой риск». Выделяются категории, составляющие целостную картину «страновых рисков». Выявляется общий недостаток существующих концепций странового риска – тот факт, что измерения базируются в целом на довольно субъективных оценках и не имеют достаточного эмпирического обоснования, что практически все они имеют явный либерально-демократический уклон: как правило, обращая внимание на взаимосвязь между политической системой и стабильностью, наиболее устойчивой, без каких-либо приемлемых научных доказательств, считается либерально-демократическая структура общества, за которой следуют автократии, военные диктатуры и новые независимые государства. Автором утверждается отсутствие четкого и однозначного определения этой категории, дискуссионность подходов к ранжированию стран. Автор анализирует и обосновывает тенденциозность и ангажированность выставления рейтингов иностранными компаниями. Делаются выводы о необходимости создания национальной научно-исследовательской концепции понятия «страновой риск» с последующим продвижением национальных рейтинговых агентств на мировой рынок. Предлагается авторская концепция категории «страновой риск», дается авторское определение этому понятию, рекомендуется установить примат национальных рейтингов над иностранными как во внутренних, так и в международных отношениях с тем чтобы иметь самостоятельное влияние на международные капиталопотоки. Предлагается также оценивание проектов на основе динамической ставки дисконтирования, в особенности для долгосрочных стратегических проектов.

Ключевые слова: инвестиции, капитал, оценка проектов, страновой риск, ставка дисконтирования

Manipulating the discount rate when valuing international investment projects

Anna A. Medved¹ annmedved@mail.ru

¹ Saint-Petersburg state university of economics, Sadovaya Av., 21 Saint-Petersburg, 191023, Russia

Summary. The article deals with the practice of evaluation of international investment projects using the cash flow discounting rate. The problem of the discount rate manipulating is connected with the category “country risk”, which often determines the impact on the rate and, accordingly, the investment decisions. Critically examines existing approaches to the definition of “country risk”. Categories that make up a complete picture of “country risk” are distinguished. The general defect of existing country risk concepts is revealed – the fact that the measurements are based on rather subjective assessments and do not have sufficient empirical evidence, the fact that almost all of them have a clear liberal democratic bias: as a rule, drawing attention to the relationship between the political system and stability, the liberal democratic structure of society is recognized as the most stable, without any acceptable scientific evidence, followed by autocracy, military dictatorships and new independent states. The author affirms the lack of a clear and unambiguous definition of this category, the controversial approach to ranking of countries. The author analyzes and proves the bias of rating assigned by foreign companies. As a conclusion the need to create a national research concept of the “country risk” category is affirmed with the subsequent promotion of national rating agencies to the world market. The author's conception of the category “country risk” is proposed, an author's definition is given to this notion, it is recommended to establish the primacy of national ratings over foreign ones both in domestic and international relations in order to have independent influence on international capital flows. It is also proposed the evaluation of projects based on the dynamic discounting rates, especially for long-term strategic projects.

Keywords: Investment, capital, project evaluation, country risk, discount rate

Введение

Информация, обрабатываемая на этапе развития инвестиционного проекта, включает в себя: цели проекта; анализ его внешней среды (экономические, правовые, социальные, технологические условия и т. д.); маркетинговая информация; расходы, связанные непосредственно с проектом; географическое месторасположение и имеющаяся инфраструктура; выбор технологий;

вопросы управления персоналом; финансово-коммерческая оценка проекта и т. д. Однако на сегодняшний день сформировалась устоявшаяся практика использования финансового показателя чистой приведенной стоимости (NPV) как основополагающего при принятии инвестиционных решений, в особенности это касается международных проектов. Этот метод, как и другие способы дисконтирования денежных потоков, имеет то главное преимущество, что

Для цитирования

Медведь А.А. Манипулирование ставкой дисконтирования при оценивании международных инвестиционных проектов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 320–325. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-320-325

For citation

Medved A.A. Manipulating the discount rate when valuing international investment projects. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 320–325. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-320-325

учитывает временную стоимость денег, благодаря чему этот показатель может быть использован для сравнений. Общая формула уравнивания для расчета NPV имеет следующий вид:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{NCF_i}{(1+d)^i} - INV$$

где NCF_i – чистый денежный поток для i -го периода; INV – необходимые первоначальные инвестиции; d – ставка дисконтирования.

Как видно из формулы, приемлемое значение NPV – не меньше нуля. Однако неизбежно возникает методологический вопрос: чему должна быть равна ставка дисконтирования? И здесь открывается большой простор для всевозможных злоупотреблений.

Ставка дисконтирования становится ключевой проблемой международных инвестиционных проектов, особенно для рынков, признаваемых «аварийными». Дело в том, что в ставку дисконтирования можно включить такие показатели, как инфляция, банковский процент, риски, в том числе так называемый *страновой риск*, якобы присущий всем проектам, реализуемым в конкретно взятой стране. В связи с тем, что страновые рейтинги часто имеют политическое значение, часто именно они становятся техническим препятствием для принятия проекта. Рынок ранжирования стран согласно их «страновым» рискам фактически монополизирован на сегодняшний день американскими рейтинговыми агентствами, на которые ориентируются не только институциональные, но и частные инвесторы. При этом достаточно абсурдной выглядит практика, при которой иностранные («международные») рейтинги являются определяющими не только в международных, но и во внутренних отношениях. Следует понимать, что иностранные рейтинги не только, как правило, политически ангажированы и обслуживают интересы определенных стран и корпораций, но и в обязательном порядке учитывают показатели, несущественные для внутреннего взаимодействия – простота репатриации прибыли, валютный контроль и т. п. В связи с этим в РФ необходимо форсировано развивать национальную систему ранжирования стран и корпораций и установить примат национальных рейтингов над иностранными как во внутренних, так и в международных отношениях. Необходимо поддерживать национальные агентства и продвигать их услуги на мировой рынок. Рейтинги странового риска не несут фактически объективной информации, а являются одной из форм субъективной оценки доверия.

Рейтинги для различных стран мира определяются ежегодно, при этом каждая организация – эксперт сама решает, какую из сфер – политическую, экономическую, социальную, правовую, религиозную и т. д. – необходимо исследовать более тщательно, что приводит к большому разбросу критериев и методик. Техника оценки и рейтингов имеет и «национальные особенности». Интересно, что рейтинг, присваиваемый стране в целом, является основополагающим для оценки инвестиционного риска всех субъектов страны. По сложившейся практике ни один экономический субъект, находящийся на территории страны, не может иметь рейтинг выше того, что присвоен всей стране. В связи с вышеизложенным, целесообразно развивать отечественные научно-исследовательские концепции оценивания «страновых рисков», с тем чтобы иметь самостоятельное влияние на международные капиталопотоки. Национальная система оценивания страновых рисков позволит воздействовать на инвестиционные решения прежде всего через влияние на ставку дисконтирования, являющуюся на сегодняшний день универсальным механизмом оценки и отбора. Развивая исследовательские школы подобного рода, РФ получит инструмент прямого воздействия на рынок капитала. Сама категория «страновой риск» до сих пор не имеет четкого и однозначного определения, этот вопрос отличается неустоявшейся терминологией и отсутствием общепринятой концепции и вообще обладает большой степенью дискуссионности. Современные представления о страновом риске весьма вариативны. В наиболее общем случае под ним понимают риск, связанный с текущим и перспективным экономическим и политическим состоянием страны в той степени, в какой это может отразиться на способности экономических субъектов отвечать по своим обязательствам. Более узко речь идет о вероятности неожиданных финансовых потерь (прямые убытки, недополученная прибыль или упущенные возможности), которые могут возникать при осуществлении операций, прямо или косвенно связанных с международной экономической деятельностью и/или трансграничным перемещением средств. Как правило, страновой риск определяется для субъекта международной деятельности не как арифметическая сумма тех или иных внешних рисков, а как интегрированный результат взаимодействия не зависящих от этого субъекта событий и обстоятельств. Общий инвестиционный риск при этом разделяется обычно на макро- и микрориск. Макрориск

подразумевает ситуации, которые могут отразиться на всех субъектах в стране размещения капитала. К микрорискам относятся риски, специфичные для определенной отрасли, фирмы или проекта. Макрориск обычно делится на следующие основные группы:

- Политические риски.
- Риски экономического регулирования.
- Социальные риски.
- Природные риски.
- Макроэкономические риски.

Под политическими рисками имеются в виду изменения в политической обстановке в стране, которые могут привести к невыполнению экономическими субъектами своих обязательств. Источникам политического риска являются такие события, как войны, революции, государственные перевороты, отставка правительства страны и т. д. Под рисками экономической политики правительства подразумеваются последствия, которые могут иметь для инвесторов определенные решения правительства: различные фискальные и монетарные реформы, введение контроля цен, ограничений торговли, национализация (конфискация или экспроприация), усиление правительственного регулирования, валютный контроль, отказ от производства общественных благ и пр. Наиболее серьезным из рисков экономической политики правительства является риск экспроприации. Экспроприация означает, что имущество, находящееся в частной собственности на территории страны, может быть передано в собственность государства. Экспроприацию необходимо отличать от конфискации, поскольку при конфискации никакой компенсации «потерпевшей» стороне не выплачивается (конфискация была, например, проведена в Советской России). На протяжении истории правительства не раз осуществляли экспроприации (Куба, Иран, Чили и др.). Экспроприация прямо не запрещается международным правом: каждое суверенное государство может экспроприировать собственность частных владельцев, но при этом последним должна быть выплачена справедливая компенсация в объеме рыночной стоимости экспроприированного имущества. Однако «рыночная стоимость», как правило, определяется государством произвольно и без учета упущенной выгоды. Кроме того, правительственные чиновники чаще всего оценивают экспроприируемое имущество не по рыночной, а по балансовой стоимости (для успешно работающих предприятий она гораздо ниже реальной рыночной). И, наконец, у стран, вынужденных производить экспроприацию, вряд ли имеется

возможность сразу же рассчитаться с собственниками, следовательно, «платеж» будет произведен долгосрочными облигациями с сомнительными перспективами погашения. Производство и субсидирование правительством общественных благ также является довольно важным вопросом: если, например, правительство откажется от поддержки таких отраслей, как коммуникации и транспорт, то это очень негативно скажется на перспективах всего частного сектора. Опасные ситуации возникают в связи с несоответствием целей местного правительства и экономических субъектов. Основной целью бизнеса является, в конечном счете, получение прибыли. Целями же правительства должны быть стабильный рост доходов и валового национального продукта на душу населения, полная занятость, стабильные цены, выгодная внешняя торговля, социальная справедливость. Конфликт интересов может быть на почве монетарной, фискальной, социальной политики правительства, регулирования курса валюты, экономического протекционизма и планов долгосрочного экономического развития. Как правило, выделяют отдельно также социальные риски. Разделение в анализе политических и социальных рисков, на взгляд автора, является целесообразным, поскольку позволяет более четко определить, что источником риска в одном случае является правительство, а в другом – общество в целом. К социальным рискам относят волнения, бунты, террористические движения, этнические и гражданские конфликты, действия криминальных структур и т. д. Если такие события становятся опасными для существующего правительства, могут последовать изменения политики правительства или смена его состава. К природным рискам относятся риски убытков от природных явлений, достаточно трудно-предсказуемых.

В целом существующие подходы к исследованию странового риска можно обобщить по критерию теоретические – практические и качественные – количественные. На основе вышеперечисленных подходов формируются различные модели странового риска. Из числа теоретических наибольшую применимость имеют на сегодняшний день модели, основанные на методе структурирования и взвешивания качественных составляющих. Общим недостатком существующих концепций странового риска является, на взгляд автора, тот факт, что измерения базируются в целом на довольно субъективных оценках и не имеют достаточного эмпирического обоснования. Кроме того, практически все они имеют явный либерально-демократический

уклон. Как правило, обращая внимание на взаимосвязь между политической системой и стабильностью, наиболее устойчивой, без каких-либо приемлемых научных доказательств, считается либерально-демократическая структура общества, за которой следуют автократии, военные диктатуры и новые независимые государства. Кроме того, неясно обозначаются источники рисков, а преобладает их констатация. Важным вопросом является и выбор показателей с приданием им веса. Каждая страна обладает специфическим набором преимуществ и слабостей, соответственно, выбирая показатель и придавая ему вес, авторы концепции вольно или невольно «работают» на определенные страны, ущемляя другие. Кроме того, обобщение рисков для различных отраслей также не имеет должного обоснования – риск, например, экспроприации и конфискации для добывающих отраслей представляется несоизмеримо большим, чем для высокотехнологичных, торговых или сервисных.

Как уже указывалось, автору видится необходимым создание национальной исследовательской школы изучения страновых рисков. В обобщенном виде, в зависимости от причин и условий, определяющих возникновение странового риска, автор предлагает выделять следующие укрупненные взаимосвязанные факторные категории странового риска: политический, правовой и экономический, причем они последовательно исходят один из другого, также нужно учитывать прочие риски, характерные для каждой страны в отдельности. По мнению автора, политический риск является наиболее значимым, поскольку политики формируют правовое поле, которое, в свою очередь, определяет экономическое развитие. Политический риск можно поделить на 3 составляющих (по степени убывания важности):

1. Общая политика государства.
2. Политическая ситуация в стране.
3. Политика государства непосредственно в отношении экономического субъекта (группы субъектов).

Общая экономическая политика характеризует долгосрочную стратегию и приоритеты властей. Этот фактор, по мнению автора, является основополагающим, поскольку формирует политическую ситуацию в стране. При несоответствии политики правительства настроениям и желаниям некоторой части населения страны происходит дестабилизация политической ситуации в стране. В этом случае возможны коллективные действия людей, направленные

на изменение существующего порядка. Когда политика государства не устраивает иностранных заинтересованных лиц, возможно применение различных методов международного давления, вплоть до объявления войны. Политическая ситуация в стране характеризуется способностью правительства реализовать принятую экономическую политику в расширенном временном горизонте, т. е. легитимность и дееспособность властей и «жизнеспособность» сформировавшейся политической элиты.

Политика государства, направленная непосредственно на субъект (группу субъектов) экономических взаимоотношений осуществляется, на взгляд автора, исходя из общей экономической политики государства и политической ситуации в стране. С точки зрения экономического агента можно выделить следующие моменты государственной политики, затрагивающие его интересы:

- различные фискальные и монетарные реформы;
- введение контроля цен;
- ограничения торговли;
- национализация (экспроприация);
- введение (усиление) государственного регулирования и т. п.

Следствием государственной политики и политической обстановки в стране, по мнению автора исследования, являются правовые и экономические риски. Под понятием «правовые риски» следует понимать законодательные и иные нормативные ограничения, относящиеся к деятельности хозяйствующих субъектов. Это, например, лицензирование деятельности, запрещение экспорта или импорта, правовое регулирование инвестиционного процесса и др. Если посмотреть более широко на эти проблемы, то можно еще рассматривать такое понятие, как традицию «законопослушности». Большинство экономических рисков производны от неадекватности и, часто как следствие, невыполнения хозяйствующими субъектами (в том числе – органами власти) существующего в стране законодательства [1, С. 25–30].

Нужно также понимать, что «страновой риск» – это по сути определенность институциональной среды. Это означает, что при прогнозировании риска необходимо учитывать не только негативные изменения, но также и позитивные, представляющие дополнительные возможности для бизнеса, при этом в финансовом анализе базовый риск является нейтральным, предполагающим как положительные, так и отрицательные отклонения. При этом любое неблагоприятное для одних субъектов событие может послужить

источником дополнительной выгоды для других. Если в обычном понимании слово риск понимается как вероятность ущерба или потерь, то расширенное толкование риска идентифицируется с понятием неопределенности, означающим невозможность точного прогнозирования развития сложных систем и несущим в себе не только вероятность негативных последствий, но также и позитивные возможности. Следует понимать, что риску всегда соответствуют дополнительные возможности, и повышенный страновой риск означает расширенные «страновые возможности» по извлечению прибыли (посредством, например, спекулятивных операций, монопольного ценообразования и т. п.). Крупные успехи в бизнесе были достигнуты благодаря не только предвидению и избежанию риска, но также предвидением и использованием возможностей (например, Натан Ротшильд использовал информацию о битве при Ватерлоо для успешной операции на Лондонской фондовой бирже). Имея в виду вышеизложенное, автор считает нужным уточнить это понятие, дав ему следующее определение: **«Страновой риск – это волатильность результатов экономической деятельности, связанная с институциональными характеристиками национального рынка».**

Заключение

Создание конкуренции западным методам манипуляции ставками дисконтирования с помощью ранжирования стран по критерию страновых рисков позволит радикально перестроить рынок капитала, перенаправив

его потоки в нужном направлении. При этом очевидно, что для долгосрочных проектов показатели инфляции, процентной ставки, а также сопутствующих рисков не могут быть статичными. Между тем этот момент может сильно исказить прогноз, поскольку проект, в особенности стратегического характера, может иметь достаточно долгий период жизни. Возможным выходом из положения может стать модернизация подходов к оцениванию инвестиционных проектов путем придания им динамического характера. Использование динамического подхода к дисконтированию денежных потоков позволит использовать прогнозные значения, а не статичные показатели. Если приведенная стоимость при неизменной ставке дисконтирования получится отрицательной, то, соответственно, проект будет отвергнут. Если же мы предположим, что ситуация меняется в лучшую сторону (падает инфляция и, соответственно, ставки, снижаются риски), то это в результате приведет к элиминированию премии на страновой риск и инфляционной составляющей ставки дисконтирования, которая сравнивается с требуемой нормой доходности, в стабильных неинфляционных экономиках составляющей порядка 5%. При такой ставке количество одобряемых инвестиционных проектов вырастет в несколько раз, что в условиях капиталонедостаточной экономики является стратегически необходимым процессом.

Публикация подготовлена в рамках научно-исследовательской работы, выполненной при финансовой поддержке СПбГЭУ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Медведь А.А. Управление международными инвестициями в аспекте страновых рисков, СПб: Изд-во СПб академии управления и экономики, 2008. 160 с.

2 Медведь А.А., Плотников В.А. Институциональные аспекты формирования инвестиционного климата в РФ // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия Экономика. 2013. № 6–1 (185). С. 135–143.

3 Марковская Е.И., Белов А.В. Эмпирический анализ влияния экономических и неэкономических факторов оттока капитала: пример построения эконометрической модели // Вестник Финансового Университета. 2017. № 2 (98). С. 121–132.

4 Марковская Е.И., Бурковская А.В. Использование метода Fuzzy Logic в процессе принятия решения стратегическим инвестором // Финансы и бизнес. 2017. № 1. С. 2017.

5 Аганбегян А.Г. Сокращение инвестиций, подъем инвестиций – ее спасение // Экономические стратегии. 2016. Т. 18. № 4 (138). С. 74–84.

6 Шурухина Л.Н., Миронова Н.А. К вопросу об инвестициях // Человек. Общество. Инклюзия. 2015. № 2 (22). С. 115–124.

7 Задорожний В.Г. Одна задача об инвестициях с учетом рисков // Таврический вестник информатики и математики. 2016. № 3 (32). С. 31–47.

8 Богданов А.И., Ильин Ф.В., Никитина Л.Н. Математические модели принятия решений по управлению реальными инвестициями // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2014. Т. 24. № 2. С. 85–87.

9 Гусарова С.А. Иностранные инвестиции в мировой экономике: преимущества и проблемы // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2013. № 4. С. 58–68.

10 Khimich N. A comparison of alternative cash flow and discount rate news proxies // Journal of Empirical Finance. 2017. Volume 41. P. 31–52.

REFERENCES

1 Medved' A.A. Upravlenie mezhdunarodnymi investitsiyami v aspekte stranovykh riskov [Management of international investments in the aspect of country risk]. St. Petersburg. Akademiya upravleniya i ekonomiki, 2008. 160 p. (in Russian).

2 Medved' A.A., Plotnikov V.A. Institutional aspects of formation of investment climate in Russia. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Seriya Ekonomika* [Scientific-technical Bulletin of Saint-Petersburg state Polytechnic University. Economics]. 2013. no. 6–1 (185). pp. 135–143. (in Russian).

3 Markovskaya E.I., Belov A.V. An empirical analysis of the impact of economic and non-economic factors in the outflow of capital: the example of the econometric model. *Vestnik Finansovogo Universiteta* [Bulletin Of The Financial University]. 2017. no. 2 (98). pp. 121–132. (in Russian).

4 Markovskaya E.I., Burkovskaya A.V. Using the method of Fuzzy Logic in the decision-making process a strategic investor. *Finansy i biznes* [Finance and business]. 2017. no. 1. pp. 2017. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анна А. Медведь к.э.н., доцент, кафедра национальной экономики, Санкт-Петербургский университет экономики и финансов, ул. Садовая, 21, г. Санкт-Петербург, 191023, Россия, annmedved@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Анна А. Медведь Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.04.2017

5 Aganbegyan A.G. Reduced investment the rise of investment – her salvation. *Ekonomicheskie strategii* [Economic strategy]. 2016. vol. 18. no. 4 (138). pp. 74–84. (in Russian).

6 Shurukhina L.N., Mironova N.A. To the question about investments. *Chelovek. Obshchestvo. Inklyuziya* [People. Society. Inclusion]. 2015. no. 2 (22). pp. 115–124. (in Russian).

7 Zadorozhnii V.G. One problem about investments based on risk. *Tavrisheskii vestnik informatiki i matematiki* [Tavrisheskiy Bulletin of Informatics and mathematics]. 2016. no. 3 (32). pp. 31–47. (in Russian).

8 Bogdanov A.I., Il'in F.V., Nikitina L.N. Mathematical models of decision-making on the management of real investments. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya legkoi promyshlennosti* [News of higher educational institutions. Technology of light industry]. 2014. vol. 24. no. 2. pp. 85–87. (in Russian).

9 Gusarova S.A. Foreign investment in the world economy: advantages and problems. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika* [The Moscow University Herald. Series 6. Economy]. 2013. no. 4. pp. 58–68. (in Russian).

10. Khimich N. A comparison of alternative cash flow and discount rate news proxies. *Journal of Empirical Finance*. 2017. vol. 41. pp. 31–52.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anna A. Medved candidate of economic sciences, assistant professor, economics and finance department, Saint-Petersburg state university of economics, Sadovaya str., 21 Saint-Petersburg, 191023, Russia, annmedved@mail.ru

CONTRIBUTION

Anna A. Medved Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.28.2017

ACCEPTED 4.21.2017

Государственный контроль и аудит: институциональное обеспечение и перспективы развития в целях обеспечения экономической безопасности региона

Татьяна Ю. Феофилова¹ feotu@yandex.ru
Вадим С. Лопатников¹ ksp@ksp.org.ru

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия

Реферат. Уровень развития государственного контроля указывает на системные проблемы государственного управления и влияет на состояние экономической безопасности региона. Проведен анализ отечественной практики внутреннего контроля и внутреннего аудита в государственном секторе. В результате выявлено, что функции внутреннего финансового контроля дублируют функции линейного менеджмента по операционному управлению, а внутреннего финансового аудита сводятся к ревизии финансово-хозяйственной деятельности. Сопоставление с положениями концептуальных документов и стандартов позволило выявить, что внутренний финансовый контроль и внутренний финансовый аудит не в полной мере соответствует представлениям этих документов. Обоснована необходимость перехода в государственном секторе от внутреннего финансового контроля и аудита к внутреннему контролю и аудиту. Предложено ввести дополнительную специализацию «Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности в государственном секторе» в ФГОС ВО 38.05.01 «Экономическая безопасность».

Ключевые слова: экономическая безопасность региона, внутренний финансовый аудит, внешний финансовый аудит, государственный финансовый контроль

State control and audit: Institutional provision and development prospects in order to ensure economic security of the region

Tatiana Yu. Feofilova¹ feotu@yandex.ru
Vadim S. Lopatnikov¹ ksp@ksp.org.ru

¹ St. Petersburg Polytechnic University named after Peter the Great, Polytechnic str., 29, St. Petersburg, 195251, Russia

Summary. The level of development of state control points to systemic problems of state administration and affects the state of economic security in the region. The author conducted a study of the Russian practice of internal control and internal audit in the public sector. The functions of internal financial control duplicate the functions of line management for operational management. Internal financial audit means the audit of the financial and economic activities of the institution. Comparison with the provisions of conceptual documents and standards has made it possible to identify that internal financial control and internal financial audit does not fully correspond to the representations of these documents. The author substantiated the need to transform internal financial control in internal control, internal financial audit into internal audit. The author proposed to supplement with the specialization “Economic and legal support of economic security in the public sector” specialty 38.05.01 “Economic security”.

Keywords: economic security of the region, internal financial audit, external financial audit, state financial control

Введение

Получившие широкую огласку антикоррупционные дела, фигурантами которых стали чиновники федерального и регионального уровней государственного управления, а также руководители других организаций государственного сектора, демонстрируют крайние проявления неэффективного, нерационального, недобросовестного, а также незаконного исполнения государственных функций и оказания государственных услуг. Это, в свою очередь, указывает на системные проблемы государственного управления, что во многом определено

несостоятельностью контроля в государственном секторе, что наносит существенный ущерб экономике страны и регионов, снижая уровень их экономической безопасности. Приходится констатировать – современная система государственного контроля относительно эффективная по отношению к субъектам внешней среды, но «недорабатывает» по отношению к органам власти и отчасти к государственным организациям. Такая ситуация связана с несовершенством нормативного правового обеспечения, а также нежеланием государственного менеджмента развивать внутриведомственный контроль.

Для цитирования

Феофилова Т.Ю., Лопатников В.С. Государственный контроль и аудит: институциональное обеспечение и перспективы развития в целях обеспечения экономической безопасности региона // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 326–336. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-326-336

For citation

Feofilova T.Yu., Lopatnikov V.S. State control and audit: Institutional provision and development prospects in order to ensure economic security of the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 326–336. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-326-336

Проблемы определения области государственного контроля

По большей части в толковых словарях «контроль» определяется через понятия «проверка», «наблюдение», которые в свою очередь требуют определения.

В отечественной литературе авторы предлагают свое видение понятий «контроль», «внутренний контроль», «внешний контроль», «государственный контроль», «финансовый контроль», «финансовый аудит» и др.

В части государственного контроля бюджетных правоотношений выделяются четыре направления исследований. Первое, основывается на положениях нормативных правовых актов и, по сути, детализирует их посредством формулирования элементов регламентов, проверяемых вопросов [4, 6]. Его несомненным достоинством является развитие методического обеспечения государственного финансового контроля в границах норм, закрепленных Бюджетным кодексом РФ (гл. 26) и Постановлением Правительства РФ от 17 марта 2014 г. № 193. Однако такие исследования не предусматривают разрешение противоречий, заключенных в этих документах и не способствуют развитию системы контроля, а, следовательно, и повышению уровня экономической безопасности региона.

Второе – сужает понятие государственного контроля до ревизии финансово-хозяйственной деятельности [5, 8].

Третье направление базируется на международных документах. По большей части эти исследования касаются Счетной палаты [9, 10], реже контрольно-счетных органов субъектов Федерации и муниципальных образований.

Четвертое направление посвящено развитию теории государственного контроля в сфере бюджетных правоотношений, особое внимание в которых уделяется уточнению терминологического аппарата, формулированию принципов, функций и полномочий, организационной структуры. Так, Ю.В. Прохоров [7], видит главный недостаток контрольной составляющей БК РФ в том, что в нем ставится знак равенства между бюджетным и государственным финансовым контролем. Автор считает: «Бюджетный контроль – основная, но не исчерпывающая и неисключительная сфера деятельности органов финансового контроля».

Поиск теоретического и методологического базиса для развития государственного контроля и аудита, должен способствовать, по крайней мере, ликвидации пересечения зон

ответственности, иерархической и функциональной неопределенности внутреннего контроля, внутреннего аудита и ревизии, уточнения функций и полномочий, имеющих место в отечественном нормативном правовом регулировании. Недостаточная конкретика институционального обеспечения сферы внутреннего контроля и внутреннего аудита в сфере бюджетных правоотношений и его слабая согласованность с международным опытом регулирования внутреннего и внешнего контроля в государственном секторе, породили дискуссии, в которых не принимается во внимание международная профессиональная практика, смешиваются понятия, виды деятельности, вводятся дублирующие элементы. В качестве примера приведем работу Н.И. Даниленко [3], в которой автор внутренний финансовый контроль и аудит справедливо относит к ведомственному. В отличие от хозяйствующего субъекта реального сектора экономики в государственном секторе организация контроля выходит за пределы одного учреждения ввиду его встроенности в иерархическую систему государственного управления. Из этого следует, что определение цели деятельности отдельного учреждения государственного сектора формулируется на более высоком уровне государственного управления. Поэтому внутренний аудит должен осуществляться силами и средствами ведомства, в подчинении которого находится учреждение, независимо оценивая внутренний контроль, управление рисками и качество управления этого учреждения. Соответственно внутренний контроль интегрирован в систему управления учреждения. Учитывая, что таким учреждением может выступать орган государственного управления или местного самоуправления с соответствующими полномочиями в сфере экономики или государственной деятельности, то внутренний контроль также можно отнести к ведомственному контролю.

Н.И. Даниленко комментирует мнения специалистов и проводит свое понимание понятия «внутренний контроль» и проблем его реализации. При этом автор не разграничивает внутренний контроль и аудит и внутренний финансовый контроль и финансовый аудит, что демонстрирует наличие терминологической проблемы и проблемы закрепления границ отдельных составляющих контроля в государственном секторе. На аналогичные проблемы обращает внимание Е.В. Бергаль, которая, разделяя позицию В.В. Бандурина и В.И. Щедрова [1], справедливо считает, что терминологическая неопределенность

не добавляет четкого разграничения полномочий органов государственного финансового контроля и не способствует четкому пониманию: «...объектов контроля, предмета контроля, функций региональных уполномоченных, осуществляющих внутренний финансовый контроль, внутренний финансовый аудит, внешний государственный аудит (контроль)...» [2].

Н.И. Даниленко указывает на эффективное функционирование в регионах внешнего финансового контроля и на слабое развитие внутреннего финансового контроля. В качестве причины проблемы видит отсутствие четкого разграничения полномочий между внешним и внутренним контролем, наличия пробелов в законодательстве, отсутствие единой методологии и квалифицированных кадров для выполнения контрольных мероприятий. Полагаем, что источником перечня проблем, сформулированных Н.И. Даниленко, выступает отмеченная ранее неопределенность при формировании понятийного аппарата, то есть первопричина состоит в отсутствии институционального закрепления границ и элементов контроля в государственном секторе.

Н.И. Даниленко предложил прикладные меры решения проблем внутреннего финансового контроля, но приводит только инструменты ревизии, например: «...сопоставление документов, отражающих хозяйственные операции, с документами, оформление и содержание которых обуславливается непосредственно первичными документами». Демонстрирует и другие сложности в понимании границ элементов контроля. Так, автор, излагает свое мнение по развитию системы внутреннего контроля и аудита в федеральных (муниципальных) органах исполнительной власти, а именно: «...по трем основным направлениям: внутренний контроль, внутренний аудит, управление рисками». При этом Н.И. Даниленко дублирует элементы внутреннего контроля. Например, указывает на то, что ведомственный контроль должен учитывать антикоррупционный аспект, а также обеспечение соблюдения законодательных и нормативных правовых актов, а затем предлагает еще один – самостоятельный элемент – комплаенс-контроль. Таким образом, элементы, относимые к контролю соответствия, необоснованно представлены в качестве самостоятельных единиц.

Критически проанализированная работа Н.И. Даниленко показывает, что область государственного контроля требует как минимум структурирования, четкого закрепления зон ответственности за отдельными ее элементами.

Регламентация внутреннего контроля и внутреннего аудита

В мировой практике накоплен значительный опыт в области контроля, включая государственный контроль.

В международных профессиональных стандартах внутреннего аудита: контроль (*control*) – любые действия менеджмента, Совета и других сторон по управлению рисками и повышению вероятности достижения поставленных целей и выполнения задач¹. В определении однозначно сделан акцент на два взаимосвязанных аспекта – управление рисками и достижение целей. Внутренний аудит в указанных стандартах трактуется как независимая, обеспечивающая объективность консультационная деятельность, призванная добавить стоимость и улучшить работу организации. Он помогает организации достичь своих целей путем применения систематического и упорядоченного подхода к оценке и повышению эффективности процессов управления рисками, контроля и процессов управления.

По версии концептуального документа «Внутренний контроль. Интегрированная модель», выпущенного Комитетом спонсорских организаций Комиссии Тедуэя (COSO), внутренний контроль – это процесс, осуществляемый советом директоров, менеджментом и другим персоналом организации, направленный на обеспечение разумной уверенности в достижении целей, связанных с операционной деятельностью, подготовкой отчетности и комплаенс.

Руководства к стандартам внутреннего контроля в государственном секторе², разработанные комитетом профессиональных стандартов ИНТОСАИ, в качестве основы используют комплексную систему внутреннего контроля COSO; определяют внутренний контроль как всеобъемлющий процесс, реализуемый руководством и персоналом организации, предназначенный для сокращения рисков, а также обеспечения соответствующих гарантий того, что в время реализации задач организации будут достигаться следующие общие цели:

- 1) ведение деятельности упорядоченным, этичным, экономичным, эффективным и результативным образом;
- 2) исполнение обязательств подотчетности;

¹ Международные профессиональные стандарты внутреннего аудита. URL: <https://global.theiia.org/standards-guidance/Pages/Permission-to-Reprint-and-Translate-IPPF.aspx>

² ISSAI 9100 «Руководства к стандартам внутреннего контроля в государственном секторе». URL: <http://www.eurosai.org/handle404?exporturi=/export/sites/eurosai/.content/documents/other/ISSAI/ISSAI-9100-RU.pdf>

3) соблюдение соответствующего законодательства и положений;

4) защита ресурсов от утраты, нецелевого использования и повреждения.

В этом определении несколько интерпретированы, но, по сути, сохранены три составляющие целевых функций внутреннего контроля в редакции COSO. Первая и четвертая подцели соответствуют целям операционной деятельности, вторая – цели в области подготовки отчетности, третья – целям комплаенс. Следует отметить, что не подвергнуты изменениям и компоненты внутреннего контроля, под ними рассматривают среду контроля, оценку рисков, деятельность по осуществлению контроля, информацию и средства связи, мониторинг.

Государственному контролю придало развитие принятие в 1977 г. Лимской декларации (далее – Лимская декларация) руководящих принципов аудита, делегатами IX Конгресса Международной организации высших органов аудита в Лиме³. Лимская декларация разделила государственный аудит на внутренний и внешний.

В соответствии с Основополагающими принципами аудит государственного сектора – это систематический процесс, позволяющий объективно получать и оценивать доказательства для определения того, соответствуют ли информация или существующие условия установленным критериям. Аудит государственного сектора крайне важен, поскольку он предоставляет законодательным и надзорным органам, должностным лицам и широкой общественности информацию, а также независимые и объективные оценки управления и проведения государственной политики, программ или иных действий⁴.

В Российской Федерации Счетная палата РФ в соответствии с Федеральным законом от 05.04.2013 № 41-ФЗ «О Счетной палате Российской Федерации»⁵ (далее – Федеральный закон № 41-ФЗ) и ст. 265 БК РФ осуществляет внешний государственный аудит (контроль). Документом закреплено участие в обеспечении безопасности и социально-экономического развития Российской Федерации Счетной палаты через осуществление внешнего

государственного аудита (контроля) порядка формирования, управления и распоряжения ресурсами. В соответствии с п. 1 ст. 1 Федерального закона № 41-ФЗ отождествлен внешний государственный аудит и контроль, при этом размывается зона ответственности Счетной палаты РФ и обоснование ее места в системе государственного управления. Так, если Счетная палата осуществляет внешний аудит, то, учитывая мировой опыт, является независимой и подотчетной законодательному органу. Собственно такой порядок и реализуется в РФ. Если речь идет о внешнем контроле, то этот орган должен быть встроен в организационную структуру исполнительной ветви государственного управления.

При этом образована Счетная палата согласно п. 5 ст. 101 Конституции РФ⁶ для осуществления контроля за исполнением федерального бюджета. Таким образом, Федеральным законом № 41-ФЗ расширена сфера деятельности Счетной палаты по сравнению с Конституцией РФ с «контроля за исполнением федерального бюджета» до «аудита (контроля) порядка формирования, управления и распоряжения средствами федерального бюджета, бюджетов государственных внебюджетных фондов, федеральной собственностью и иными ресурсами». Следует отметить, что такой порядок, соответствует лучшей мировой практики высших органов аудита. Однако в Бюджетном кодексе РФ закреплено положение сужающее сферу деятельности Счетной палаты до «государственного (муниципального) финансового контроля». В соответствии п. 2 ст. 265 БК РФ⁷ Счетная палата РФ, а также контрольно-счетные органы субъектов РФ и муниципальных образований осуществляют контрольную деятельность в форме внешнего государственного (муниципального) финансового контроля в сфере бюджетных правоотношений и являются органами внешнего государственного (муниципального) финансового контроля.

Законодательные акты РФ закрепили различные границы деятельности Счетной палаты и закрепляют различные полномочия (таблица 1).

³ ISSAI 1 «Лимская декларация». URL: <http://www.eurosai.org/handle404?exporturi=/export/sites/eurosai/.content/documents/others/ISSAI/ISSAI-1-Ruso.pdf>.

⁴ ISSAI 100 «Основополагающие принципы аудита государственного сектора». URL: <http://www.eurosai.org/handle404?exporturi=/export/sites/eurosai/.content/documents/others/ISSAI/ISSAI-100-ruso.pdf>

⁵ Федеральный закон от 05.04.2013 № 41-ФЗ (ред. от 07.02.2017) «О Счетной палате Российской Федерации» // Российская газета. – 10 апр. – 2013. – № 77.

⁶ «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993). URL: <http://www.pravo.gov.ru>.

⁷ «Бюджетный кодекс Российской Федерации» от 31.07.1998 N 145-ФЗ. URL: <http://www.pravo.gov.ru>.

Институционально закреплённые границы сферы деятельности Счетной палаты РФ

Table 1.

Institutionally fixed boundaries of the scope of activity of the Accounts Chamber of the Russian Federation

Законодательный акт Legislative act	Сфера деятельности, закреплённая законодательным актом Sphere of activity, fixed by legislative act	Уровень контрольных полномочий Level of control authority
Конституция РФ The Constitution of the Russian Federation	контроль за исполнением федерального бюджета control over the execution of the federal budget	отсутствует is absent
Федеральный закон от 05.04.2013 № 41-ФЗ «О Счетной палате Российской Федерации» Federal Law No. 41 FZ, dated 05/04/2013 "On the Audit Chamber of the Russian Federation"	аудит (контроль) порядка формирования, управления и распоряжения средствами федерального бюджета, бюджетов государственных внебюджетных фондов, федеральной собственностью и иными ресурсами audit (control) of the procedure for the formation, management and disposal of federal budget funds, budgets of state extra-budgetary funds, federal property and other resources	внешний государственный аудит (контроль) external state audit (control)
Бюджетный кодекс РФ Budget Code of the Russian Federation	контроль за соблюдением бюджетного законодательства РФ и иных нормативных правовых актов, регулирующих бюджетные правоотношения, в время исполнения бюджета control over compliance with the budget legislation of the Russian Federation and other regulatory legal acts governing budgetary legal relations, during the execution of the budget контроль за достоверностью, полнотой и соответствием нормативным требованиям составления и представления бюджетной отчетности главных администраторов бюджетных средств, квартального и годового отчетов об исполнении бюджета control over the accuracy, completeness and compliance with the regulatory requirements for the preparation and submission of budgetary statements of the chief administrators of budgetary funds, quarterly and annual performance reports контроль в других сферах control in other spheres	внешнего государственного (муниципального) финансового контроля external state (municipal) financial control

В соответствии с п. 3 ст. 265 БК РФ полномочия по осуществлению внутреннего государственного (муниципального) финансового контроля в сфере бюджетных правоотношений закреплены за Федеральным казначейством, финансовыми органами и специализированными органами государственного (муниципального) контроля. Общими полномочиями органов внутреннего финансового контроля является контроль за соблюдением бюджетного законодательства РФ и иных нормативных правовых актов, регулирующих бюджетные правоотношения; полнотой и достоверностью отчетности о реализации государственных (муниципальных) программ, в том числе отчетности об исполнении государственных (муниципальных) заданий (ст. 269.2 БК РФ).

Внутренний государственный контроль ограничивается контролем соответствия и отчетности. Отдельно, в полномочиях органов Федерального казначейства, выделены контрольные процедуры при санкционировании операций. Содержание операций финансово-хозяйственной деятельности, осуществляемых объектами государственного финансового контроля, представляет интерес только с позиции

их соответствия нормативным правовым актам. При этом за границами государственного финансового контроля находятся риски, формируемые в процессе выполнения государственных функций и оказания государственных услуг; их эффективность, за исключением объектов закупок для государственных (муниципальных) нужд.

Отечественные нормативные правовые документы содержат вариаций границ зон ответственности контрольных органов и контрольных подразделений на федеральном и региональном уровнях управления.

В ст. 160.2-1 БК РФ закреплены бюджетные полномочия главного распорядителя (распорядителя) бюджетных средств, главного администратора (администратора) доходов бюджета, главного администратора (администратора) источников финансирования дефицита бюджета по осуществлению внутреннего финансового контроля и внутреннего финансового аудита.

При этом за главным распорядителем (распорядителем) бюджетных средств закреплены направления внутреннего контроля близкие по своему содержанию к целям внутреннего контроля, предусмотренным ISSAI 9100 (таблица 2).

Соответствие целей внутреннего контроля по ISSAI 9100 и направлений внутреннего финансового контроля по ст. 160.2-1 БК РФ

Table 2.

Compliance of internal control objectives with ISSAI 9100 and internal financial control lines under Art. 160.2-1 of the RF Budget Code

Цели внутреннего контроля по ISSAI 9100 Internal Control Objectives for ISSAI 9100	Направленность внутреннего финансового контроля по ст. 160.2-1 БК РФ Powers of internal financial control under art. 160.2-1 of the Budget Code of the Russian Federation		
	Главный распорядитель (распорядитель) бюджетных средств Chief administrator (manager) of budgetary funds	Главный администратор (администратор) доходов бюджета The chief administrator (administrator) of budget revenues	Главный распорядитель (распорядитель) бюджетных средств Chief administrator (manager) of budgetary funds
ведение деятельности упорядоченным, этичным, экономичным, эффективным и результативным образом conduct of activities in an orderly, ethical, economical, efficient and effective manner	соблюдение внутренних стандартов и процедур составления и исполнения бюджета по расходам, включая расходы на закупку товаров, работ, услуг для обеспечения государственных (муниципальных) нужд compliance with internal standards and procedures for drawing up and executing the budget for expenditures, including expenditures for the purchase of goods, works, services to ensure state (municipal) needs	ведение деятельности упорядоченным, этичным, экономичным, эффективным и результативным образом conduct of activities in an orderly, ethical, economical, efficient and effective manner	соблюдение внутренних стандартов и процедур составления и исполнения бюджета по расходам, включая расходы на закупку товаров, работ, услуг для обеспечения государственных (муниципальных) нужд compliance with internal standards and procedures for drawing up and executing the budget for expenditures, including expenditures for the purchase of goods, works, services to ensure state (municipal) needs
исполнение обязательств подотчетности discharge of accountability obligations	соблюдение составления бюджетной отчетности и ведения бюджетного учета этим главным распорядителем бюджетных средств и подведомственными ему распорядителями и получателями бюджетных средств compliance with the preparation of budgetary reporting and budgetary accounting by this chief administrator of budgetary funds and subordinate administrators and recipients of budgetary funds	исполнение обязательств подотчетности discharge of accountability obligations	соблюдение составления бюджетной отчетности и ведения бюджетного учета этим главным распорядителем бюджетных средств и подведомственными ему распорядителями и получателями бюджетных средств compliance with the preparation of budgetary reporting and budgetary accounting by this chief administrator of budgetary funds and subordinate administrators and recipients of budgetary funds
соблюдение соответствующего законодательства и положений compliance with relevant legislation and regulations	соблюдение установленных в соответствии с бюджетным законодательством РФ, иными нормативными правовыми актами, регулирующими бюджетные правоотношения observance of the established in accordance with the budget legislation of the Russian Federation and other normative legal acts regulating budgetary legal	соблюдение соответствующего законодательства и положений compliance with relevant legislation and regulations	соблюдение установленных в соответствии с бюджетным законодательством РФ, иными нормативными правовыми актами, регулирующими бюджетные правоотношения observance of the established in accordance with the budget legislation of the Russian Federation and other normative legal acts regulating budgetary legal
защита ресурсов от утраты, нецелевого использования и повреждения protection of resources against loss, misuse and damage	подготовка и организация мер для повышения экономности и результативности использования бюджетных средств preparation and organization of measures to improve the economy and efficiency of the use of budget funds	защита ресурсов от утраты, нецелевого использования и повреждения protection of resources against loss, misuse and damage	подготовка и организация мер для повышения экономности и результативности использования бюджетных средств preparation and organization of measures to improve the economy and efficiency of the use of budget funds

Бюджетные полномочия главного распорядителя (распорядителя) бюджетных средств, главного администратора (администратора) доходов бюджета, главного администратора (администратора) источников финансирования дефицита бюджета по осуществлению внутреннего финансового аудита закреплены п. 4 ст. 160.2-1 БК РФ, включают:

- подтверждение достоверности бюджетной отчетности и соответствия порядка ведения бюджетного учета методологии и стандартам бюджетного учета, установленным Министерством финансов РФ;
- подготовку предложений по повышению экономности и результативности использования бюджетных средств;
- оценку надежности внутреннего финансового контроля и подготовки рекомендаций по повышению его эффективности.

В развитие ст. 160.2-1 БК РФ Постановлением Правительства РФ от 17 марта 2014 г. № 193⁸ детализирована сущность осуществления «внутреннего финансового контроля» и «внутреннего финансового аудита». Документ имеет не вполне удачную структуру. Так, в пп. 2, 3, 4 отражается порядок осуществления внутреннего контроля главного администратора (администратора) средств федерального бюджета, тогда как последующие статьи раздела II «Осуществление внутреннего контроля» не имеют такой конкретизации. Опираясь на п. 1 раздела I «Основные положения», можно предположить, что пп. 5-27 распространяют нормы на внутренний финансовый контроль главных распорядителей (распорядителей) средств федерального бюджета, главных администраторов (администраторов) доходов федерального бюджета, главных администраторов (администраторов) источников финансирования дефицита федерального бюджета. Принципиальным отличием позиции отечественного законодателя относительно понимания внутреннего финансового контроля в сфере бюджетных правоотношений от международной практики [11–15], концептуальных документов и руководств в области внутреннего контроля заключается в его оторванности от целевых функций деятельности участников бюджетного процесса. Поэтому термин «риск» упоминается в разделе II «Осуществление внутреннего контроля» вскользь, лишь однажды (п. 22) и без привязки к целям учреждений.

К недостаткам этого документа следует и не вполне оправданное ограничение проверок сферой комплаенс-контроля и укороченной версией контроля текущей деятельности, заключающегося в сборе и анализе информации о своевременности составления и представления документов, необходимых для выполнения внутренних бюджетных процедур. Необходимо подчеркнуть, что речь идет о документах необходимых для выполнения бюджетных процедур, а не о выполнении бюджетных процедур. Порядок реализации результатов контроля по уровню подведомственности характерен для ревизии. В целом анализ п. 22, позволяет констатировать, что в нем сделана попытка представить элементы контрольно-ревизионной деятельности в форме внутреннего контроля по уровню подчиненности.

Несмотря на п. 4 ст. 160.2-1 БК РФ, в разделе III «Осуществление внутреннего финансового аудита» Постановления Правительства РФ от 17 марта 2014 г. № 193 полномочия внутреннего финансового аудита закреплены за структурными подразделениями и (или) уполномоченными должностными лицами, работниками только главного администратора (администратора) средств федерального бюджета. Цели внутреннего финансового контроля полностью дублируют соответствующее положение БК РФ (п. 4 ст. 160.2-1). Содержание целей позволяет отнести лишь частично область внутреннего финансового аудита, границы которой закреплены БК РФ и Постановлением Правительства № 193, к внутреннему аудиту в государственном секторе, понимаемом таковым в международных документах, в частности в Международных профессиональных стандартах внутреннего аудита и ISSAI 9140 «Независимость внутреннего аудита в государственном секторе»⁹. В этих документах подчеркнута назначение внутреннего аудита, улучшение деятельности организации, помощь в достижении ее целей, что достигается через оценку управления рисками, внутреннего контроля и менеджмента. В версии отечественного законодателя внутренний финансовый аудит – это смешение элементов внутреннего аудита, внутреннего контроля и внешнего аудита. Так, оценка надежности внутреннего контроля относится к сфере внутреннего аудита. Тогда как подтверждение отчетности относится к сфере внутреннего контроля и внешнего аудита, а подготовка

⁸ Постановление Правительства РФ от 17 марта 2014 г. № 193 «Об утверждении Правил осуществления главными распорядителями (распорядителями) средств федерального бюджета, главными администраторами (администраторами) доходов федерального бюджета, главными администраторами (администраторами) источников финансирования дефицита федерального бюджета внутреннего финансового контроля и внутреннего финансового аудита и о внесении изменения в пункт 1 Пра-

вил осуществления ведомственного контроля в сфере закупок для обеспечения федеральных нужд, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 10 февраля 2014 г. № 89». ГАРАНТvol.PY. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70513414/#ixzz4emcokqLt>

⁹ ISSAI 9140 Независимость внутреннего аудита в государственном секторе. URL: <http://www.eurosa.org/handle404?exporturi=/export/sites/eurosa/.content/documents/others/ISSAI/ISSAI-9140-RU.pdf>

предложений о повышении экономности и результативности использования средств федерального бюджета – к области внутреннего контроля и к области внутреннего аудита, в части подготовки предложений.

Региональные нормативные правовые акты, регулирующие внутренний контроль и внутренний аудит основываются на соответствующих нормах Бюджетного кодекса и во многом дублируют положения Постановления Правительства РФ № 193. Так, Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 29 мая 2014 года № 440¹⁰ распространяет свое действие только на бюджетные процедуры, к которым отнесены процедуры составления и исполнения бюджета, ведения бюджетного учета, составления бюджетной отчетности, осуществляемые в рамках полномочий администратора. Из документа следует, что внутренний финансовый контроль ограничивается контролем операционной деятельности в части ведения учета, составления и исполнения бюджета, комплаенс контроль ограничен нормативными правовыми актами, регулирующие бюджетные правоотношения и основной акцент сделан на обеспечении средствами контроля целей составления отчетности.

В Постановлении Правительства Санкт-Петербурга от 18.12.2014 № 1180¹¹ цели внутреннего финансового аудита полностью п. 4 ст. 160.2–1 БК РФ. При этом действие этого нормативного правового акта однозначно распространяется на главных распорядителей средств, главными администраторами доходов бюджета, главными администраторами источников финансирования дефицита бюджета Санкт-Петербурга, которые в документе названы – администраторы. Функции внутреннего аудита закрепляются на уровне регламентов органа власти за структурными подразделениями или отдельными должностными лицами на основе функциональной независимости. При этом если администратор испытывает недостаток трудовых ресурсов или затруднение в обеспечении функциональной независимости, то в п. 1.5. предусмотрена возможность создания аудиторской комиссии с привлечением работников специализированной организации на основании соглашения между администратором и специализированной организацией. Следует отметить, что постановлением закреплен такой, своего рода, аутсорсинг при условии его осуществления безвозмездной основе.

Представляется вполне оправданным вопрос о качестве проведения внутреннего финансового аудита на безвозмездной основе. Безвозмездная основа предусмотрена и для привлечения экспертов и специалистов при проведении аудиторских мероприятий.

В соответствии с п. 2.9 в время аудиторского мероприятия проводится исследование: осуществления внутреннего финансового контроля; законности выполнения внутренних бюджетных процедур и эффективности использования средств бюджета Санкт-Петербурга; ведения учетной политики, принятой объектом аудита, в том числе на предмет ее соответствия изменениям в области бюджетного учета; применения автоматизированных информационных систем объектом аудита при осуществлении внутренних бюджетных процедур; вопросов бюджетного учета, в том числе вопросов, по которым принимается решение исходя из профессионального мнения лица, ответственного за ведение бюджетного учета; наделения правами доступа пользователей к базам данных, вводу и выводу информации из автоматизированных информационных систем, обеспечивающих осуществление бюджетных полномочий; формирования финансовых и первичных учетных документов, а также наделения правами доступа к записям в регистрах бюджетного учета; бюджетной отчетности. Таким образом, на уровне региона – Санкт-Петербурга, функции внутреннего аудита сведены до ревизии финансово-хозяйственной деятельности.

Нормативные правовые документы региона имеют те же ограничения, что и документы федерального уровня. Несколько иначе обстоят дела на методическом уровне регулирования внутреннего финансового контроля и внутреннего финансового аудита. Приказом Минфина России от 7 сентября 2016 г. № 356 утверждены Методические рекомендации по осуществлению внутреннего финансового контроля, в котором в п. 4 среди бюджетных рисков выделены «риски недостижения целевых значений показателей качества финансового менеджмента, установленных финансовым органом соответствующего бюджета в целях проведения мониторинга (оценки) качества финансового менеджмента главных администраторов бюджетных средств, (за исключением показателей,

¹⁰ Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 29 мая 2014 года № 440 «О порядке осуществления внутреннего финансового контроля главными распорядителями бюджетных средств Санкт-Петербурга, главными администраторами доходов бюджета Санкт-Петербурга, главными администраторами источников финансирования дефицита бюджета Санкт-Петербурга». ИПС «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/537955788>.

¹¹ Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 18.12.2014 № 1180 «О порядке осуществления внутреннего финансового аудита главными распорядителями бюджетных средств Санкт-Петербурга, главными администраторами доходов бюджета Санкт-Петербурга, главными администраторами источников финансирования дефицита бюджета Санкт-Петербурга». ИПС «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/822404265>.

отражающих несоблюдение бюджетного законодательства и принципа эффективности использования бюджетных средств)». То есть прослеживается тенденция учета качества менеджмента и ориентированность на целевые показатели, но с ограничением финансовой сферой. Позднее приказом Минфина России от 30 декабря 2016 г. № 822 утверждены Методические рекомендаций по осуществлению внутреннего финансового аудита. Однако этот документ не приобрел положения, сближающие осуществление внутреннего финансового аудита с лучшей мировой практикой и профессиональными стандартами.

Направления развития внутреннего финансового контроля и внутреннего финансового аудита

Основная проблема проанализированных документов, регулирующих область внутреннего контроля и внутреннего аудита, состоит в том, что они рассматривают эти виды контроля в области бюджетных правоотношений только с точки зрения правильности исполнения бюджета бюджетной системы РФ. Примечательно включение в их название слова «финансовый», которое сводит внутренний контроль и внутренний аудит до уровня функций линейного менеджмента или ревизии. Такой подход никоим образом не способствует улучшению деятельности организаций, оказывающих государственные (муниципальные) услуги или выполняющих государственные (муниципальные) функции. Это означает, что, несмотря на принятие отдельных положений в нормативных правовых актах и специализированных документов, регулирующих финансовый контроль в государственном секторе, сомнительна фактическая реализация стремления усилить контроль и улучшить его качество в системе бюджетных правоотношений. В целях обеспечения экономической безопасности региона необходим переход от внутреннего финансового контроля и внутреннего финансового аудита к внутреннему контролю и внутреннему аудиту соответственно, что невозможно сделать без развития институционального обеспечения экономической безопасности региона и принятия соответствующих нормативных правовых актов, определяющих такую трансформацию. Следует определить оперативные и стратегические цели деятельности органов власти, бюджетных, автономных, казенных учреждений и прочих участников бюджетных правоотношений. Сформировать риски не только с точки зрения соответствия

нормам и правилам, закрепленным регуляторами исполнения бюджета, но и, прежде всего, с позиции эффективности достижения целей оказания государственных услуг и/или выполнения государственных функций. Безусловно, методы и способы ревизии финансово-хозяйственной деятельности, преобладающие во внутреннем финансовом аудите сегодня, должны сохраниться, но в качестве одного из элементов, возможно и не главного в контроле.

При этом осознаем, что переход к внутреннему контролю и внутреннему аудиту в государственном секторе невозможен без подготовки специалистов, компетенциями, ориентированными на выполнение соответствующих трудовых функций. Считаем необходимым, учитывая специфику отношений, ввести дополнительную специализацию «Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности в государственном секторе» в ФГОС ВО 38.05.01 «Экономическая безопасность». В рамки подготовки кадров по этой специализации необходимо предусмотреть дисциплины (модули), направленные на изучение основ внутреннего контроля, внутреннего аудита, комплаенс-контроля, обнаружения и противодействия мошенничеству и злоупотреблениям, гражданского, административного, трудового права, а также направленные на изучение бюджетного учета и отчетности, бюджетной системы и бюджетного процесса. То есть необходима основная профессиональная образовательная программа, формирующая компетенции внутренних аудиторов и внутренних контроллеров в организациях-участниках бюджетных правоотношений.

Выводы

В государственном секторе, в частности в сфере бюджетных правоотношений существует правовой вакуум в области реализации видов внутреннего контроля ориентированных на достижение целевых функций организаций, оказывающих государственные услуги или выполняющих государственные функции. Это ограничивает эффективность оперативного и стратегического контроля. Для решения указанной проблемы требуется как минимум развитие институтов, регулирующих государственный контроль и предусматривающих переход от внутреннего финансового контроля и внутреннего финансового аудита к внутреннему контролю и внутреннему аудиту; и подготовка кадров способных выполнять трудовые функции внутренних контроллеров и аудиторов в организациях-участниках бюджетных правоотношений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бандурин В.В., Щедров В.И. Анализ состояния бюджетного устройства Российской Федерации // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2015. № 2-1 (22). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-byudzhelnogo-ustroystva-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 31.03.2017).

2 Бергаль Е.В. Внешний и внутренний финансовый контроль в системе государственного контроля: региональный аспект // Государственный аудит. 2016. № 3. С. 9.

3 Даниленко Н.И. Финансовый контроль и аудит: эффективный инструмент управления // Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. 2015. № 18 (378). С. 17–21.

4 Максимов В.О. Совершенствование внутреннего финансового контроля и аудита в системе Росрыболовства. // Вестник АГТУ. Сер.: Экономика. 2015. № 2. С. 124–127.

5 Михеева О.А. О некоторых проблемах реализации законодательства о государственном финансовом контроле: из опыта работы госфинконтроля Самарской области. // Юридический вестник СамГУ. 2015. vol. 1. № 2. С. 54–59.

6 Муртилова К.М. Государственный финансовый контроль как важнейший инструмент управления бюджетными средствами. // Актуальные вопросы современной экономики. 2014. № 4. С. 574–580.

7 Прохоров Ю.В. Финансовый контроль как форма государственной власти. // Вестник международного института экономики и права. 2013. № 3 (12). С. 65–72.

8 Скобара В.В., Телепнева А.В. Государственный финансовый контроль как основной инструмент государственного регулирования экономики региона // Инновационное развитие экономики. 2013. № 3 (15). С. 28–33.

9 Фефилова Т.Ю. Современное состояние регионов: к вопросу об оценке экономической безопасности // Сборник статей III Межвузовская научно-практическая конференция с международным участием. Экономическая безопасность: стратегические риски и угрозы. 2016. С. 32–35.

10 Черняева З.А. Развитие эффективности в государственном финансовом контроле иностранных государств. // Государственный аудит. Право. Экономика. 2014. № 1-2. С. 19–23.

11 Baber W.R. Toward understanding the role of auditing in the public sector // Journal of Accounting and Economics. 1983. vol. 5. С. 213–227.

12 Goodwin J. A comparison of internal audit in the private and public sectors // Managerial Auditing Journal. 2004. vol. 19. №. 5. С. 640–650.

13 Spira L.F., Page M. Risk management: The reinvention of internal control and the changing role of internal audit // Accounting, Auditing & Accountability Journal. 2003. vol. 16. №. 4. с. 640–661.

14 Unegbu A.O., Kida M.I. Effectiveness of internal audit as instrument of improving public Sector management // Journal of emerging trends in economics and management sciences. 2011. vol. 2. №. 4. С. 304–309.

15 Vijayakumar A.N., Nagaraja N. Internal Control Systems: Effectiveness of Internal Audit in Risk Management at Public Sector Enterprises // BVIMR Management Edge. 2012. vol. 5. №. 1.

REFERENCES

1 Bandurin V.V., Shchedrov V.I. Analysis of the state budgetary system of the Russian Federation. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie)* [MIR (Modernization. Innovation. Development)]. 2015. no. 2-1 (22). Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-byudzhelnogo-ustroystva-rossiyskoy-federatsii> (Acceded at: 31.03.2017). (in Russian).

2 Bergal' E.V. External and internal financial control in the system of state control: a regional perspective. *Gosudarstvennyi audit* [State audit]. 2016. no. 3. pp. 9. (in Russian).

3 Danilenko N.I. Financial control and auditing: an effective management tool. *Bukhgalterskii uchët v byudzhnykh i nekommercheskikh organizatsiyakh* [Accounting in budgetary and non-profit organizations]. 2015. no. 18 (378). pp. 17–21. (in Russian).

4 Maksimov V.O. Improvement of internal financial control and audit in the system of the Agency. *Vestnik AGTU. Seriya: Ekonomika* [Proceedings of ASTU. Economy]. 2015. no. 2. pp. 124–127. (in Russian).

5 Mikheeva O.A. On some problems of implementation of legislation on state financial control: experience of hosting controller Samara region. *Yuridicheskii vestnik SamGU* [Yuridicheskii Vestnik SamGU]. 2015. vol. 1. no. 2. pp. 54–59. (in Russian).

6 Murtilova K.M. State financial control as an important tool of budget management. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki* [Topical issues of modern economy]. 2014. no. 4. pp. 574–580. (in Russian).

7 Prokhorov Yu.V. Financial control as a form of state power. *Vestnik mezhdunarodnogo instituta ekonomiki i prava* [Proceedings of the international Institute of Economics and law]. 2013. no. 3 (12). pp. 65–72. (in Russian).

8 Skobara V.V., Telepneva A.V. State financial control as the main instrument of state regulation of economy of the region. *Innovatsionnoe razvitie ekonomiki* [Innovative development of economy]. 2013. no. 3 (15). pp. 28–33. (in Russian).

9 Feofilova T.Yu. The current state of the regions: on the assessment of economic security. *Sbornik statei III Mezhvuzovskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem. Ekonomicheskaya bezopasnost': strategicheskie riski i угрозы* [Collection of articles III Interuniversity scientific and practical conference with international participation. Economic security: strategic risks and threats]. 2016. pp. 32–35. (in Russian).

10 Chernyadeva Z.A. The development of efficiency of state financial control of foreign countries. *Gosudarstvennyi audit. Pravo. Ekonomika* [The state audit. Right. Economy]. 2014. no. 1-2. pp. 19–23. (in Russian).

11 Baber W.R. Toward understanding the role of auditing in the public sector. *Journal of Accounting and Economics*. 1983. vol. 5. pp. 213-227.

12 Goodwin J. A comparison of internal audit in the private and public sectors. *Managerial Auditing Journal*. 2004. vol. 19. no. 5. pp. 640-650.

13 Spira L.F., Page M. Risk management: The reinvention of internal control and the changing role of internal audit. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*. 2003. vol. 16. no. 4. pp. 640-661.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна Ю. Фефилова к.э.н., доцент, институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, feotu@yandex.ru

Вадим С. Лопатников аспирант, институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, ksp@ksp.org.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна Ю. Фефилова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Вадим С. Лопатников обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написание рукописи

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2017

14 Unegbu A.O., Kida M.I. Effectiveness of internal audit as instrument of improving public Sector management. *Journal of emerging trends in economics and management sciences*. 2011. vol. 2. no. 4. pp. 304-309.

15 Vijayakumar A.N., Nagaraja N. Internal Control Systems: Effectiveness of Internal Audit in Risk Management at Public Sector Enterprises. *BVIMR Management Edge*. 2012. vol. 5. no. 1.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatiana Yu. Feofilova candidate of economical sciences, associate professor, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, St. Petersburg Polytechnic University named after Peter the Great, Polytechnic str., 29, St. Petersburg, 195251, Russia, feotu@yandex.ru

Vadim S. Lopatnikov graduate student, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, St. Petersburg Polytechnic University named after Peter the Great, Polytechnic str., 29, St. Petersburg, 195251, Russia, ksp@ksp.org.ru

CONTRIBUTION

Tatiana Yu. Feofilova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Vadim S. Lopatnikov review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.28.2017

ACCEPTED 5.15.2017

Формирование потенциала научно-производственного комплекса

Елена А. Федорова¹ eafokt@rambler.ru

Андрей Ю. Горбачев² merc123@mail.ru

¹ ООО «Универсал-Аудит», ул. Оружейная, 5а, г. Тула, 300012, Россия

² АО Центральное конструкторское бюро аппаратостроения, ул. Демонстрации, 36, г. Тула, 300034, Россия

Реферат. В статье рассмотрены основные положения, позволяющие сформировать потенциал научно-производственного комплекса. Научно-производственный комплекс осуществляет выпуск инновационной продукции посредством реализации циклично-выполняемого процесса по проведению прикладных-научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, организацией серийного производства, осуществлении анализа о результатах эксплуатации инновации конечным потребителем. Решение о выпуске продукции принимается на основании анализа заявки на выполнение предприятием работ, представленной в форме заказа. Как правило, объемы деятельности научно-производственного комплекса позволяют одновременно реализовывать несколько заказов, сформированных в пакет. Объем и характер заказов зависит от потенциала предприятия и его научной специализации. Для определения ключевых положений по организации деятельности научно-производственного комплекса, влияющих на возможность использования потенциала предприятия рассмотрен алгоритм отбора заказов. Сопоставление требований к реализации работ по заказу с возможностями потенциала научно-производственного комплекса, позволило установить ряд факторов, влияющих на эффективность деятельности предприятия и использования его потенциала. Первым таким фактором является способность научно-производственного комплекса осуществлять научно-прикладную деятельность определенного тематического направления. Подобная «специализация» предприятия позволяет снижать издержки и время на выполнение работ, повышая тем самым жизнестойкость организации. Вторым фактором является наличие у научно-производственного комплекса соответствующего набора ресурсов, необходимых для выполнения работ по заказу. Третьим фактором является способность предприятия реализовывать «потенциальные» заказы, позволяющие получить задел по работам в будущем. Реализация подобного задела возможна благодаря последовательно возникающему интересу у заказчика к результатам деятельности научно-производственного комплекса.

Ключевые слова: потенциал научно-производственного комплекса, заказ, инновационная продукция

Formation of potential of the scientific-industrial complex

Elena A. Fedorova¹ eafokt@rambler.ru

Andrey Yu. Gorbachev² merc123@mail.ru

¹ "Universal-Audit", Oruzheynaya St., 5a, Tula, 300012, Russia

² The Central design office machine construction, Demonstration str., 36, Tula, 300034, Russia

Summary. In article the basic provisions allowing to create the capacity of scientific-industrial complex are considered. The scientific-industrial complex makes release of innovative production by means of realization of the cyclic carried-out process on carrying out applied - research and development, the organization of mass production., implementation of the analysis about results of operation of an innovation by the end user. The decision on production is made on the basis of the analysis of the request for performance of works by the enterprise submitted in the form of the bespoke. As a rule, volumes of activity of scientific-industrial complex allow to realize at the same time several bespoke created in a package. The volume and character of orders depends on the capacity of the enterprise and its scientific specialization. For definition of the key provisions on the organization of activity of scientific-industrial complex influencing a possibility of use of capacity of the enterprise the algorithm of selection of bespoke is considered. Comparison of requirements to realization of works on the order to opportunities of capacity of scientific-industrial complex, allowed to establish a number of the factors influencing efficiency of activity of the enterprise and use of its potential. The first such factor is ability of scientific-industrial complex to carry out scientific and applied activity of a certain thematic direction. Similar "specialization" of the enterprise allows to reduce costs and time for performance of work, increasing thereby resilience of the organization. The second factor is presence at scientific-industrial complex of the corresponding set of the resources necessary for performance of work by bespoke. The third factor is ability of the enterprise to realize the "potential" bespoke allowing to receive a reserve on works in the future. Realization of a similar reserve is possible thanks to consistently arising interest at the customer in results of activity of scientific-industrial complex.

Keywords: potential of scientific-industrial complex, bespoke, innovation

Для цитирования

Федорова Е.А., Фамилия И.О. Формирование потенциала научно-производственного комплекса // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 337–345. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-337-345

For citation

Fedorova E.A., Gorbachev A.Yu. Formation of potential of the scientific-industrial complex. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 337–345. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-337-345

Введение

Выпуск инновационной продукции требует проведения исследовательских, конструкторских и производственных работ.

Одной из наиболее эффективных структур, позволяющих осуществлять выпуск инновационной продукции, является научно-производственный комплекс (далее НПК), представляющий собой оптимальное сосредоточение ресурсов по осуществлению следующих работ:

- прикладные научно-исследовательские (далее НИР), позволяющие получить теоретическое решение;
- опытно-конструкторские (далее ОКР), результат которых состоит в изготовлении опытного образца на основании данных НИР;
- серийное производство, позволяющее осуществлять массовый выпуск продукции;
- анализ данных о результатах эксплуатации инновации конечным потребителем, производимый с целью определения необходимости, способов и возможностей дальнейшего развития проекта, совершенствовании и модернизации осуществленных разработок.

Инновационная деятельность НПК циклический и постоянно развивающийся процесс, обусловленный факторами научно-технического прогресса и конкурентной борьбой между производителями за рынок.

Рост финансирования государственных затрат и средств бизнеса на исследования и разработки инновационной продукции, согласно данным российского статистического ежегодника за 2016 г. (таблицы 1 и 2) в РФ существует высокая потребность в научных исследованиях.

Как следствие, рассмотрение эффективных способов организации деятельности НПК, позволяющей реализовывать выпуск инновационный выпуск продукции, является актуальной задачей.

Объемы деятельности НПК позволяют одновременно реализовывать несколько заказов, сформированных в пакет. Объем и характер пакета заказов зависит от потенциала предприятия и его научной специализации.

Потенциал НПК определяется его ресурсами, которые имеют свою структуру образования и используются в процессе производства инновационной продукции.

К ресурсам НПК можно отнести:

1. Технологические процессы – технологические и технические решения проведения

научно-исследовательских и производственных работ. Логическая цепочка технологических процессов, позволяет реализовать проект по производству инновационной продукции [1, 9].

Технологические процессы могут быть реализованы НПК ранее в результате предыдущей деятельности. Тогда, при разработке новой технологической цепочки для вновь поступившего заказа, ранее реализованные технологические процессы, применяемые в новом проекте, считаются активом предприятия, позволяющего снизить издержки на разработку и выпуск инновационного товара.

2. Кадровый ресурс – персонал, соответствующей численности и квалификации участвующий, в проведении работ.

Ввиду того, что инновационная детальность НПК связана с двумя крупными видами выполняемых операций – прикладные научно-исследовательские и производственные работы персонал предприятия также может быть соответствующе классифицирован:

- исследовательская группа, осуществляющая разработку и внедрение технологических процессов, необходимых для выполнения заказа;
- производственная группа, осуществляющая производственные операции.

3. Материально-техническая база – набор оборудования, включая также вспомогательные площади, необходимые для его размещения, позволяющего производить требуемый тип работ, а именно:

- исследовательское оборудование, позволяющее осуществлять научно-прикладные исследования;
- производственное оборудование, включающее станки, приспособления и прочее, позволяющее осуществлять производственный процесс.

4. Финансовые ресурсы – объем средств которыми располагает НПК для проведения работ.

Совокупность ресурсов НПК образует его *потенциал* – способность реализовывать максимально возможный объем заказов, выраженный в стоимостном выражении, за определенный период, посредством наилучшего использования имеющихся ресурсов.

Таблица 1.

Table 1.

Затраты государства (РФ) на исследования и разработки (миллионов рублей)

Costs of the state of (RF) researches and developments (millions of rubles)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. Внутренние затраты на исследования и разработки	523377	610427	699870	749798	847527	914669
2. Domestic expenditures on research and development						
в том числе: including:						
1.1. По социально-экономическим целям: Socio-economic objectives:						
– развитие экономики development of the economy	183114	231942	295902	303849	319943	335508
– сельское хозяйство, лесоводство, рыболовство	12090,8	15011,6	16151,6	18162,6	19356,1	20507,9
agriculture, forestry, fishing						
– производство, распределение и рациональное	19174,8	19913,7	30798,2	32391,1	30009,8	28233,8
production, distribution and rational						
1.2. Использование энергии: Use of energy:						
– промышленное производство industrial production	126029	156696	200460	211581	225974	247190
– строительство construction	5513,7	7295	8504,2	5514,1	7302,9	4100,7
– транспорт transport	12686	22041,6	23986,2	26950,4	25052,8	28936,9
– связь link	6704,7	9211,9	14147,2	7577,7	10809	5137
2. Инфраструктура и планировка городских и сельских населенных пунктов						
Infrastructure and layout of urban and rural settlements	354,5	917	912,5	702,1	754	720,4
3. Сфера услуг Service sector	559,8	855,1	942,3	969,7	685,1	681
4. Социальные цели Social goals	24966,2	29640,4	33070,8	39876,8	45328,4	47512,6
в том числе: including:						
4.1. Охрана окружающей среды Environmental protection	5950	6638,2	6972,1	6139,3	7690,7	7698,8
4.2. Охрана здоровья населения Health of the population	14373,7	17100,4	19694,7	22382,8	27197,5	27779,2
4.3. Социальное развитие и общественные структуры	4642,5	5901,8	6403,9	11354,8	10440,3	12034,6
Social development and social structure						
5. Общее развитие науки General development of science	104295	111948	117873	130695	136415	145154
6. Исследование и использование Земли и атмосферы	19821,8	20390,7	25474,6	32889,9	39068,7	43206,9
The exploration and use of Earth and atmospheric						
7. Использование космоса в мирных целях	27503,7	35752,5	37559	51558,4	48996,2	57441,3
The use of outer space for peaceful purposes						
8. Другие цели Other purposes	163677	180754	189990	190928	257776	285846

Таблица 2.

Внутренние затраты на исследования и разработки по источникам формирования в РФ
(миллионов рублей)

Table 2.

Internal costs of researches and developments on formation sources in the Russian Federation
(millions of rubles)

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Внутренние затраты на исследования и разработки Domestic expenditures on research and development	76 697,10	523 377,20	610 426,70	699 869,80	749 797,60	847 527,00	914 669,10
в том числе по источникам финансирования: including on financing sources:							
1. Средства бюджета Budget funds	41 190,90	360 334,20	400 235,70	462 203,20	493 470,40	569 055, 80	617 275,70
2. Собственные средства научных организаций Own funds of scientific organizations	6 947,20	47 407,60	73 293,50	78 520,60	90 480,30	99 747,70	109 915,60
3. Средства внебюджетных фондов Funds extra-budgetary funds	4 969,70	10 140,00	8 808,50	11 675,60	11 777,00	9 099, 80	8 764,20
4. Средства организаций предпринимательского сектора Funds of organizations of the business sector	14 326,20	85 863,30	99 408,10	118 219,60	129 147,70	145 836,90	150 903,10
5. Средства образовательных организаций высшего образования Funds of educational institutions of higher education	58,10	508,20	1 568,80	891,80	1 510,20	1 824,90	2 329,40
6. Средства частных некоммерческих организаций Private non-profit organizations	32,60	556,50	966,50	608,40	665,00	979,30	1 269,10
7. Средства иностранных источников Funds from foreign sources	9 172,40	18 567,50	26 145,50	27 750,70	22 747,00	20 982,40	24 212,00
в том числе средства: including means:							
7.1. Международных организаций International organizations	...	3 682,10	4 545,30	2 455,70	1 424,10	3 104,60	1 287,20
7.2. Государственных организаций зарубежных стран State organizations of foreign countries	...	5 747,90	8 437,80	8 494,40	4 582,90	4 769,50	7 221,90
7.3. Организаций предпринимательского сектора зарубежных стран The business organizations of foreign countries	...	7 893,30	8 107,40	11 674,90	15 525,50	12 082, 10	14 209,50
7.4. Прочих зарубежных организаций (образовательных, фондов, некоммерческих организаций) Other foreign organizations (educational institutions, funds, non-profit organizations)	...	1 244,10	5 055, 10	5 125,70	1 214,40	1 026, 30	1 493,50

В процессе своей деятельности НПК может столкнуться с нехваткой собственного потенциала, необходимого для осуществления текущей операционной деятельности.

В этом случае:

1) рассматривается возможность привлечения к работам на временной основе соисполнителей, позволяя тем самым снизить загрузку собственных ресурсов, либо выполнить ряд работ, невозможных к осуществлению собственными силами НПК.

2) в рамках инвестиционной деятельности НПК оценивается необходимость расширения потенциала предприятия, посредством привлечения новых ресурсов.

Ограничениями по привлечению новых ресурсов в деятельность НПК являются:

- наличие возможности приобретения на рынке оборудования,
- состояние рынка занятости, отражающего возможность привлечения персонала;
- наличие средств как собственных, так и заемных, необходимых для приобретения и вовлечение в осуществляемый процесс вновь приобретенных ресурсов.

Важной особенностью при анализе возможности увеличения потенциала предприятия является учет характера используемых средств. Ими могут быть собственные средства, краткосрочные кредиты, долгосрочные кредиты и займы, средства, полученные от увеличения акционерного капитала, нераспределенная прибыль.

Использование каждого финансового ресурса налагает на предприятие свои условия и сроки возврата средств, которые учитываются при составлении бизнес-плана по увеличению на постоянной основе потенциала предприятия.

Процесс увеличения потенциала предприятия, как правило, носит постепенный характер, не предусматривающий скачкообразного изменения объемов осуществляемой деятельности. Это обстоятельство обусловлено прежде всего неопределённостью в долгосрочной перспективе спроса на продукцию конечным потребителем и макроэкономическим состоянием. Начальным этапом является необходимость учета состояния потенциала НПК и анализ возможностей по его увеличению.

Следующим этапом изучается заказ на выполнение работ НПК, связанных с разработкой и производством инновационной продукции.

Заказ может поступать от различных государственных учреждений или иных предприятий и организаций, способных осуществить постановку технического задания и финансирование предстоящих работ, или заказ может быть собственной инициативой НПК, когда решение о разработке и внедрении инновационной продукции принимается по собственной инициативе предприятия и осуществляются на основании его способности произвести анализ в ожидаемой потребности товара конечным потребителем и оценкой структуры рынка.

Анализ типов заказов, реализуемых НПК, необходим при осуществлении планирования стратегии развития инновационной деятельности предприятия, которая прежде всего должна быть актуальна для конечного потребителя и отвечать процедурам привлечения возможности реализации проектов.

Участие подразделений НПК при выполнении инновационного заказа может быть различно.

Как правило, в рамках НПК формируются различные самостоятельные тематические направления, которые характеризуются определенным набором ресурсов, особенно кадровых. Поэтому каждый заказ анализируется с точки зрения соответствия его тематики определенному тематическому направлению предприятия. Однако, существуют заказы, требующие для своего выполнения ресурсов различных тематических направлений НПК. Работы по реализации подобных заказов являются исключительными для предприятия, а при повторении приводят к формированию нового тематического направления деятельности НПК.

Каждое направление деятельности имеет наибольшую стратегическую значимость, ввиду того, что техническая сложность полученной продукции высока, обеспечивая ее уникальность, большой уровень спроса и увеличивает время на выпуск товаров-аналогов конкурентами. Целесообразность принятия решения о разработке и последующем выпуске подобной продукции принимается при условии увеличения стоимости заказа по ее разработке в сравнении с текущими проектами, реализуемыми в этот момент НПК.

Уровень использования потенциала НПК определяется следующими факторами:

1. Способностью оценивать собственные возможности по выполнению работ и потребности конечного потребителя, позволяющей

тем самым принимать заказы, соответствующие возможностям предприятия.

2. Эффективностью использования ресурсов предприятия при создании инновационной продукции: как собственных, так и соисполнителей, с целью распределения работ оптимальным образом.

Для проведения дальнейших рассуждений по установлению ключевых положений, лежащих в основе деятельности НПК, и выявления эффективных методов использования потенциала предприятия рассмотрим поэтапно алгоритм отбора заказов для включения их в план дальнейших работ (рисунок 1).

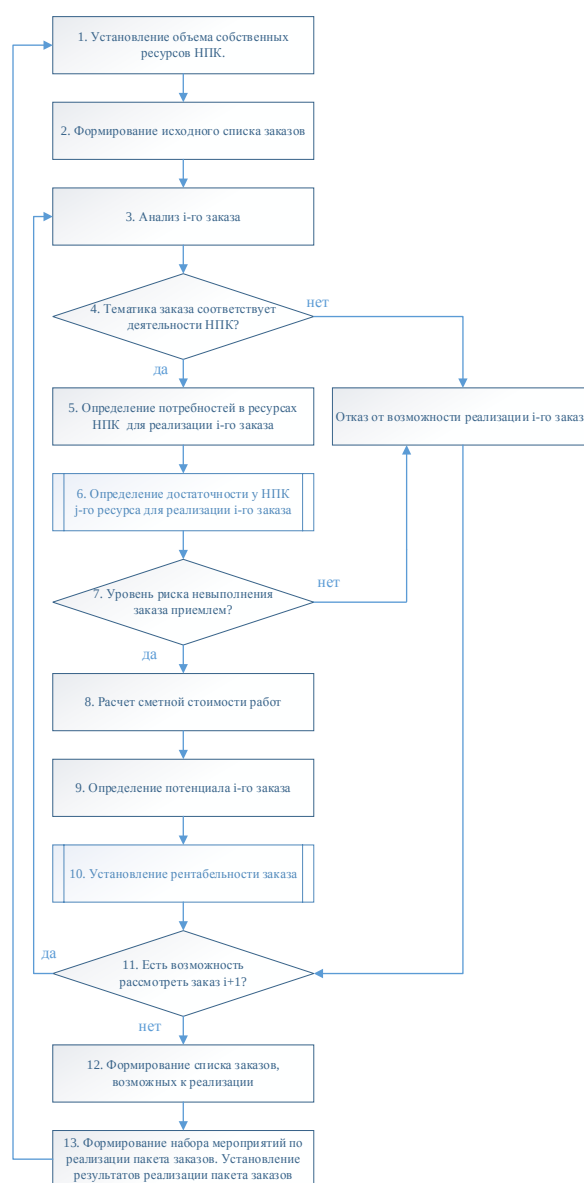


Рисунок 1. Алгоритм отбора заказов, реализуемых НПК

Figure 1. Algorithm of selection of the request realized by RPC

Этап 1. Устанавливается набор ресурсов, которыми обладает НПК.

Так, в каждом тематическом направлении имеется определенный ресурс R_{kj} , где j – вид рассматриваемого ресурса ($j = 1 \div n$); k – тематическое направление ($k = 1 \div m$).

Рассматриваемый ресурс R_{kj} может быть представлен как:

- количество и тип имеющегося оборудования;
- число имеющегося персонала, осуществляющий определенный вид работ;
- прочее необходимое к рассмотрению.

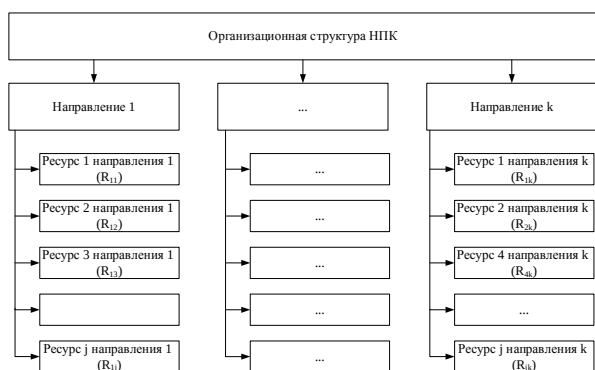


Рисунок 2. Схема учета собственных текущих ресурсов НПК

Figure 2. Scheme of the accounting of the RPC own current resources

Учет совокупного объема j -го ресурса НПК R_j осуществляется:

$$R_j = \sum_{k=1}^m R_{kj} \quad (1)$$

Также определяется период T_p в течение которого НПК необходимо спланировать свою деятельность, посредством подбора заказов, позволяющую предприятию реализовывать текущую конкурентоспособную деятельность. На практике, большинство НПК планируют свою деятельность на периоды в 1–3 года, ввиду специфики деятельности исследовательских организаций выраженной в специфике выполнении ОКР, а также неопределенностью таких факторов влияющих на спрос результатов деятельности предприятия, как поведение конкурентов, развитие научно-технического прогресса, макроэкономические факторы и прочее.

Для установленного периода T_p определяется загрузка ресурсов согласно выполняемым предприятием работам. Тогда объем неиспользованных ресурсов для этого промежутка времени обозначим $R_j(T_p)$.

Этап 2. Формируется исходный список из i -ых заказов, возможных к реализации НПК, посредством сбора заявок на выполнение различных работ от иных предприятий, представителей государственных структур и прочие предложения, а также учитываются собственные проекты НПК.

Этап 3. Из сформированного в этапе 2 списка i -ых заказов каждый проект рассматривается поочередно, с целью выявления возможности и целесообразности его реализации.

Этап 4. Заказ проверяется на соответствие реализуемым тематикам научно-прикладной деятельности НПК. В случае несовпадения от возможности реализации заказа отказываются и рассматривается следующий проект.

Этап 5. Для заказа, тематика работ которого соответствует, устанавливается перечень требований к ресурсам НПК ($R_{ij}(T_p)$), необходимых для его реализации.

Этап 6. Целью процедуры определения у НПК достаточности j -го ресурса, представленному на рисунке 3, для реализации i -го заказа, является выявление возможности реализации работ по проекту.



Рисунок 3. Алгоритм установления достаточности потенциала НПК для реализации i -го заказа

Figure 3. Algorithm of establishment of sufficiency of potential of RPC for realization of the bespoke

Этап 6.1. Сравняется имеющееся требование к j -ому ресурсу для реализации i -го заказа с имеющимися возможностями.

$$R_{ij}(T_p) \leq R_j(T_p) \quad (2)$$

где $R_{ij}(T_p)$ – требование к j -ому ресурсу для реализации i -го заказа НПК; $R_j(T_p)$ – имеющиеся возможности по использованию j -го ресурса НПК.

Этап 6.2. В случае выполнения условия (2) определяется необходимость рассмотрения следующего ресурса ($j + 1$), требуемого для реализации i -го заказа.

Этап 6.3. После рассмотрения условия достаточности всех ресурсов, необходимых для реализации i -го заказа формируется список работ, необходимых к выполнению для реализации проекта.

Этап 6.4. В случае несоответствия условия (2) устанавливается возможность наращивания потенциала НПК по j -му ресурсу посредством привлечения к работам смежников и соисполнителей, либо приобретения соответствующих материальных ресурсов.

Здесь может быть, как отдельная работа специалистов по проведению части исследовательских работ, так и выполнение части производственных операций по выпуску опытного образца или серийного производства. Работы смежников в этом случае рассматриваются как временная возможность по увеличению потенциала НПК для реализации i -го заказа.

Результатом анализа возможности привлечения смежников является установление возможности выполнения работ по i -ому заказу силами соисполнителей, которые не может реализовать НПК.

Этап 6.5. Если возможность увеличения объема необходимых ресурсов не установлена, то от реализации i -ого заказа отказываются.

Этап 7. Устанавливается риск невыполнения заказа, связанного с наличием различных факторов проведения работ по проекту:

- невыполнение работ подрядчиком по разработке технических и технологических решений, требуемых для выполнения заказа;
- срыв поставок полуфабрикатов и комплектующих требуемых для выполнения заказа;
- несвоевременная оплата заказчиком заказа;
- невозможность в отчетном периоде реализации работ, выполняемых по собственной инициативе;
- невыполнение проекта в целом, в котором участвует НПК как соисполнитель части работ;
- отсутствие положительных результатов при последовательном выполнении этапов работ по заказу, таких как НИР, ОКР;
- потеря необходимых сотрудников кадрового состава, необходимых для выполнения работ в отчетном периоде.

Влияние приведенных факторов на риск невыполнения заказа (P_i) определяется экспертной группой. Степень достоверности оценок экспертов проверяется установлением коэффициента конкордации [8].

Результаты оценки сравниваются с допустимым совокупным уровнем риска ($P_{\text{допуст}}$) невыполнения подобных работ.

$$P_i \leq P_{\text{допуст}} \quad (3)$$

В случае невыполнения условия (3) принимается решение об отказе реализации i -го заказа.

Этап 8. На основании сформированного списка работ рассчитывается сметная стоимость работ по выполнению i -го заказа, согласно порядку установленному в постановление правительства РФ от 17.02.2017 № 208.

Этап 9. Важным моментом при анализе деятельности НПК по выполнению заказов является учет фактора возникновения последующей заинтересованности у заказчика работ, в связи с вновь открываемыми перспективами применения полученных результатов от выполненных предприятием проектов. Эти перспективы выражаются в следующем:

- 1) увеличении жизненного цикла осуществляемых НПК работ за счет модернизации ранее выпущенной предприятием продукции;
- 2) возможности осуществлять работы определённого прикладного научно-тематического направления с меньшими сроками и затратами в сравнении с другими подобными НПК организациями.

Заказы, позволяющие получить подобные возможности для НПК можно отнести к разряду «перспективных».

Непосредственную оценку перспектив заказа необходимо производить с точки зрения оценки возможности дальнейшего использования результатов его реализации.

Если результаты могут быть достигнуты в следующем расчетном периоде деятельности НПК, то перспективы заказа целесообразно рассматривать как объем работ, возможный к реализации, выраженный в стоимостном выражении. Подобный подход обусловлен тем, что деятельность НПК планируется по дискретным периодам. Осуществление такого планирования базируется на оценке особенностей рынка, развития НТР, макроэкономической ситуации и т. п. Ввиду того, что перечисленные особенности разносторонние, предсказуемое планирование деятельности предприятия представляется целесообразным осуществлять на срок следующего планового периода.

Для случаев, когда результаты от выполнения заказа распространяются на более длительные промежутки времени, представляется возможным применить бальную экспертную оценку потенциала заказа. Результаты подобной бальной оценки проверяются расчетом коэффициента конкордации [8].

Этап 10. Данные о сметной стоимости работ и «перспектив» i -го заказа позволяют определить рентабельность его реализации, согласно алгоритму, приведенному на рисунке 4.

Установление величины прибыли заказа Π_i может выявить три ситуации:

- 1) Значение прибыли имеет положительную величину $\Pi_i > 0$. В этом случае рассматриваемый i -ый заказ будет иметь положительную норму рентабельности и будет принят к дальнейшему рассмотрению возможности его реализации.

2) Значение прибыли равно нулю $\Pi_i = 0$. В этом случае выполнение заказа будет покрывать издержки на реализацию работ по проекту. Подобная ситуация соответствует условиям выполнения работ для точки безубыточности, позволяя также принять к дальнейшему рассмотрению возможность дальнейшего реализации i -го заказа. Как правило, возможность реализации такого заказа рассматривается если имеющиеся ресурсы загружены не полностью.

3) Значение прибыли имеет отрицательную величину $\Pi_i < 0$. Для этой ситуации рассматриваются мероприятия по проведению дополнительных переговоров с заказчиком по пересмотру цены, а также устанавливается «потенциал» проекта. Кроме того, эта ситуация будет распространяться на все собственные проекты НПК, ввиду того что реализация подобных работ осуществляется на средства предприятия.

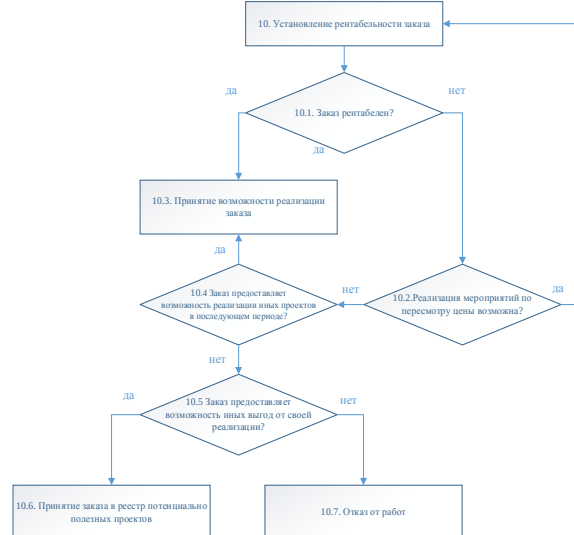


Рисунок 4. Алгоритм установления рентабельности i -го заказа

Figure 4. Algorithm of establishment of profitability of the bespoke

В случае отсутствия возможности пересмотра цены рассматривается «потенциал» i -го заказа, определенный в этапе 9. Для заказов с наличием «потенциала» принимается решение о возможности их дальнейшей реализации. Это обстоятельство обосновано тем, что НПК ведет прикладную научно-исследовательскую деятельность, а перспективные заказы в этом случае создают задел для подобных работ.

Решение о реализации «потенциально-полезных» заказов с отрицательным уровнем рентабельности зависит от текущих финансовых возможностей НПК и загрузки мощностей. При наличии таких возможностей первыми реализуются заказы, дающие результат в следующем расчетном периоде, как основного средства создания задела для инновационной деятельности предприятия. Затем рассматривается возможность выполнения заказов с более длительным периодом реализации.

Этап 11. После установления возможности реализации i -го заказа рассматривается следующий $i + 1$ заказ из ранее установленного в п. 2. списка работ.

Этап 12. Из прошедших отбор в возможности реализации НПК заказов формируется пакет проектов. При этом используется метод линейного программирования [1], так как основной задачей деятельности любого предприятия заключается в получении максимально возможного объема прибыли при ограниченных ресурсах.

Устанавливается функция $f(x)$ отражающая условия задачи по получению максимальной величины прибыли.

$$f(x) = \sum_{i=1}^p \Pi_i \rightarrow \max \quad (4)$$

где i – рассматриваемый заказа ($i = 1 \div p$).

Условием ограничением в этом случае является наличие у НПК набора ресурсов, необходимых для реализации i -го заказа.

$$\sum_{i=1}^p R_{ij}(T_p) \leq R_j(T_p) \quad (5)$$

Тогда, условия транспортной задачи примут вид:

$$\begin{cases} f(x) = \sum_{i=1}^p \Pi_i \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^p R_{ij}(T_p) \leq R_j(T_p) \\ i \in I, I \cap p = \{1, 2, \dots, q\} \end{cases} \quad (6)$$

Произведенный отбор заказов позволит сформировать пакет проектов, возможный к реализации в период T_p с максимально возможным объемом прибыли.

Этап 13. Формируется набор мероприятий по реализации пакета заказов, включающий в себя набор операций по реализации отдельных видов работ, формированию методов мониторинга осуществляемой деятельности. Устанавливается влияние реализации пакета заказов на развитие потенциала НПК, с оценкой возможности изменения его потенциала и структуры.

Заключение

Рассмотренный алгоритм отбора заказов, позволяет установить следующие ключевые положения по организации деятельности НПК, влияющие на возможность использования его потенциала:

1. НПК – организация, осуществляющая научно-прикладную деятельность определенного тематического направления, результаты которой позволяют предприятию выпускать инновационную продукцию, с меньшими сроками разработки и внедрения в сравнении с иными организациями. Подобное свойство

в «специализации» проведении работ определяет конкурентоспособность НПК и его жизнестойкость.

2. Имеющийся потенциал НПК позволяет ему реализовывать заказы с определенным уровнем требований к ресурсам предприятия, соответствующего уровня сложности и объемом производимых работ, выраженном в денежном эквиваленте. Изменение потенциала НПК влияет на возможности предприятия по реализации заказов.

3. В процессе своей деятельности НПК должен быть способен реализовывать «потенциальные» заказы, дающие результат в последующих периодах

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Acemoglu D. Localised and Biased Technologies: Atkinson and Stiglitz's New View, Induced Innovations, and Directed Technological Change // *The Economic Journal*, T. 125, C. 443–463
- 2 John H. Reappraising the Eclectic Paradigm in an Age of Alliance Capitalism, *The Eclectic Paradigm*, C. 111–142
- 3 Pyka A., Foster J., *The Evolution of Economic and Innovation Systems*, Springer, 2015. C. 641.
- 4 Scott R. Baker Nicholas Bloom Steven J. Davis. Measuring Economic Policy Uncertainty // *The Quarterly Journal of Economics*, T. 131, C. 1593–1636
- 5 Kerr W., Lerner J., Stern S. Innovation Policy and the Economy / University of Chicago Press Journals, 2015 520 c.
- 6 Липина С.А., Липина А.В. Инновационная экономика 21 века: мировой опыт и практика // *Успехи современной науки и образования*. 2016. С. 11–13.
- 7 Мантатов К.Д. Тенденции развития предпринимательской сферы Российской Федерации под влиянием технологических инноваций // *Финансовые проблемы обеспечения устойчивого роста современной российской экономики: Материалы Межвузовской научно-практической конференции Гатчина: Издво ЛОИЭФ*, 2014. 19 с.
- 8 Мунасыпов Н.А. Линейное программирование, Оренбург: Агентство Пресса, 2015. 122 с.
- 9 Прохоров О.В. Проблемы внедрения технологических инноваций в коммерческих предприятиях Российской Федерации и возможные пути их решения // *Международный научно-практический симпозиум молодых ученых и специалистов Экономическая политика современной России*, СПб.: Изд-во ИМЦ НВШ-СПб, 2013. 289 с.
- 10 Российский статистический ежегодник. 2016: Стат.сб./Росстат. P76 М., 2016, 725 с.

REFERENCES

- 1 Acemoglu D. Localised and Biased Technologies: Atkinson and Stiglitz's New View, Induced Innovations, and Directed Technological Change. *The Economic Journal*, vol. 125, pp. 443–463

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Федорова д.э.н., директор, ООО «Универсал-Аудит», ул. Оружейная, 5а, г. Тула, 300012, Россия, eafokt@rambler.ru

Андрей Ю. Горбачев начальник сектора ценообразования, АО Центральное конструкторское бюро аппаратостроения, ул. Демонстрации, 36 г. Тула, 300034, Россия, merc123@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена А. Федорова консультация в ходе исследования

Андрей Ю. Горбачев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.04.2017

в форме возможности обеспечения предприятием набором работ с определенным финансовым значением. Подобный задел по заказам образуется благодаря последовательно возникающему интересу у заказчика работ в результатах деятельности НПК и используется для обеспечения предприятия работой в последующих периодах.

Возможность НПК по реализации «потенциальных» заказов также влияет на его конкурентоспособность, отражая возможности предприятия по привлечению и реализации заказов, стабильного спроса на результаты своей деятельности.

2 John H. Reappraising the Eclectic Paradigm in an Age of Alliance Capitalism, *The Eclectic Paradigm*, pp 111–142

3 Pyka A., Foster J. *The Evolution of Economic and Innovation Systems*, Springer, 2015, 641 p.

4 Scott R. Baker Nicholas Bloom Steven J. Davis. Measuring Economic Policy Uncertainty, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 131, pp. 1593–1636

5 Kerr W., Lerner J., Stern S. Innovation Policy and the Economy, University of Chicago Press Journals, 2015, 520p.

6 Lipina S.A., Lipina A.V. Innovative economy of the 21st century: international experience and practice. *Uspekhi sovremennoi nauki i obrazovaniya* [The success of modern science and education]. 2016. pp. 11–13. (in Russian).

7 Mantatov K.D. Tendentsii razvitiya predprinimatel'skoi sfery Rossiiskoi Federatsii pod vliyaniem tekhnologicheskikh innovatsii Finansovye problemy obespecheniya ustoichivogo rosta sovremennoi rossiiskoi ekonomiki: Materialy Mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Trends in the development of the entrepreneurial sphere of the Russian Federation under the influence of technological innovations the Financial problems of the sustainable growth of the Russian economy: materials of the Interuniversity scientific-practical conference]. Gatchina, LOIEF 2014. 19 p. (in Russian).

8 Munasypov N.A. Lineinoe programmirovaniye [Linear programming]. Orenburg, Agentstvo Pressa, 2015. 122 p. (in Russian).

9 Prokhorov O.V. Problemy vnedreniya tekhnologicheskikh innovatsii v kommercheskikh predpriyatiyakh Rossiiskoi Federatsii i vozmozhnye puti ikh resheniya Mezhdunarodnyi nauchno-prakticheskii simposium molodykh uchenykh i spetsialistov Ekonomicheskaya politika sovremennoi Rossii. St Petersburg, IMTs NVSh-SPb, 2013. 289 p. (in Russian).

10 Russian statistical Yearbook. 2016: Stat.sat./Russtat. 2016, 725 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Fedorova doctor of economic sciences, CEO, “Universal-Audit”, Oruzheynaya str., 5a, Tula, 300012, Russia, eafokt@rambler.ru

Andrey Yu. Gorbachev chief of the sector of pricing, Central design office machine construction, Demonstration str., 36, Tula, 300034, Russia, merc123@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena A. Fedorova consultation during the study

Andrey Yu. Gorbachev wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.8.2017

ACCEPTED 4.28.2017

Совершенствование управления ликвидностью и платежеспособностью предприятия

Надежда А. Серебрякова¹ nad.serebryakova@mail.ru
Наталья В. Грищенко² 294394@mail.ru

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

² Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Особое значение в современных условиях имеет место переход к управлению финансами на основе анализа финансового состояния с учетом постановки стратегических целей деятельности предприятия, адекватных рыночным условиям, и поиска путей их достижения. Максимальную обоснованность принимаемых управленческих решений обеспечивает только качественный анализ финансового состояния как своего предприятия, так и настоящих и потенциальных партнеров по бизнесу. При этом имеет значение не только текущее финансовое состояние, но и прогноз на ближайшую и отдаленную перспективу. Финансовое состояние является важнейшей характеристикой деловой активности и надежности предприятия. Оно определяет конкурентоспособность предприятия и его потенциал в деловом сотрудничестве, является гарантом эффективной хозяйственной деятельности, как самого предприятия, так и его партнеров. Финансовое состояние, определяемое всей совокупностью хозяйственных факторов, показывает уровень сбалансированности активов и пассивов предприятия, а также эффективность их использования. Финансовое состояние предприятия проявляется в его платежеспособности, от оптимальности структуры источников капитала и от оптимальности структуры активов предприятия, от соотношения основных и оборотных средств, а также от уравновешенности активов и пассивов предприятия во многом зависит его финансовая устойчивость. Следовательно, платежеспособность, ликвидность, финансовая устойчивость и в целом финансовое состояние предприятия характеризует его надежность как делового партнера в условиях обновления и развития рыночной экономики.

Ключевые слова: финансовое состояние, платежеспособность, ликвидность, финансовая устойчивость, структура капитала, собственный капитал

Improvement of liquidity management and solvency of the enterprise

Nadezhda A. Serebriakova¹ nad.serebryakova@mail.ru
Natalia V. Grishchenko² 294394@mail.ru

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

² Russian economic University named after G.V. Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx str., 67A, Voronezh, 394036, Russia

Summary. Of particular importance in modern conditions is the transition to financial management based on the analysis of the financial state, taking into account the setting of strategic objectives of the enterprise, adequate to market conditions, and searching for ways to achieve them. The maximum validity of the managerial decisions made is provided only by a qualitative analysis of the financial condition of both their enterprise and current and potential business partners. In this case, not only the current financial condition is important, but also the forecast for the near and distant future. Financial situation is the most important characteristic of business activity and reliability of the enterprise. It determines the competitiveness of the enterprise and its potential in business cooperation, is the guarantor of effective economic activity, both the enterprise itself and its partners. The financial condition, determined by the whole set of economic factors, shows the level of balance of assets and liabilities of the enterprise, as well as the effectiveness of their use. The financial condition of an enterprise is manifested in its solvency, optimality of the structure of the sources of capital and the optimality of the structure of the assets of the enterprise, primarily from the ratio of fixed and circulating assets, and also from the balance of assets and liabilities of the enterprise, its financial stability is largely enviable. Consequently, solvency, liquidity, financial stability and, in general, the financial condition of an enterprise characterize its reliability as a business partner in the conditions of renewal and development of a market economy.

Keywords: financial condition, solvency, liquidity, financial stability, capital structure, equity capital

Введение

Финансовая устойчивость и платежеспособность – важнейшие характеристики деятельности предприятия в условиях рыночной экономики. Платежеспособное предприятие имеет ряд преимуществ по сравнению с конкурентными организациями того же профиля в выборе поставщиков, привлечении инвестиций, получении кредитов и подборе квалифицированных кадров.

Такое предприятие своевременно выплачивает взносы в социальные фонды, налоги, дивиденды, заработную плату, гарантирует банкам возврат кредитов с уплатой процентов. Чем выше устойчивость предприятия, тем более оно независимо от внезапного изменения рыночной конъюнктуры и, соответственно, тем меньше вероятность оказаться на краю банкротства.

Для цитирования

Серебрякова Н.А., Грищенко Н.В. Совершенствование управления ликвидностью и платежеспособностью предприятия // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 346–353. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-346-353

For citation

Serebriakova N.A., Grishchenko N.V. Improvement of liquidity management and solvency of the enterprise. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 346–353. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-346-353

В современной практике состояние платежеспособности имеет важнейшее значение в развитии каждого предприятия. От сбалансированности происходящих на предприятии процессов зависит стабильность его функционирования, деловая репутация, конкурентоспособность и дальнейшее развитие.

Анализ ликвидности и платежеспособности предприятия является основой эффективного управления ресурсами и предприятием в целом.

Основная часть

Для расчета показателей платежеспособности и ликвидности в таблице 1 проведем анализ соотношения активов по степени ликвидности и обязательств по сроку погашения в течение всего отчетного периода.

Таблица 1.
Соотношение активов и пассивов предприятия
за 2014–2016 гг. (тыс. руб.)

Table 1.
The ratio of assets and liabilities of the enterprise
for 2014–2016. (thousand RUR)

Год Year	Активы по ликвидности Liquidity Assets	Значение Value	Соотношение Ratio	Пассивы по сроку погашения Liabilities by maturity	Значение Value
2014	A1	282280	A1 < П1	П1	1433021
	A2	344031	A2 > П2	П2	51382
	A3	976440	A3 > П3	П3	2598
	A4	689793	A4 < П4	П4	805543
	Баланс Balance	2292544		Баланс Balance	2292544
2015	A1	269575	A1 < П1	П1	1420911
	A2	312355	A2 > П2	П2	228041
	A3	1058021	A3 > П3	П3	18569
	A4	760144	A4 > П4	П4	732574
		2400095			2400095
2016	A1	890972	A1 < П1	П1	1825620
	A2	274146	A2 < П2	П2	619663
	A3	1162049	A3 > П3	П3	31749
	A4	691502	A4 > П4	П4	541636
	Баланс Balance	3018670		Баланс Balance	3018670

Из приведенной данных видно, что в 2014 году из четырех соотношений не выполняется только одно – по быстро реализуемым активам и краткосрочным обязательствам. С 2015 года перестало также выполняться соотношение труднореализуемых активов и постоянных пассивов, а в 2016 году из четырех соотношений, характеризующих соотношение активов по степени

ликвидности и обязательств по сроку погашения, выполняется только одно – по медленно реализуемым активам и долгосрочным обязательствам. На диаграмме (рисунок 1) наглядно представлено изменение структуры активов в течение анализируемого периода.

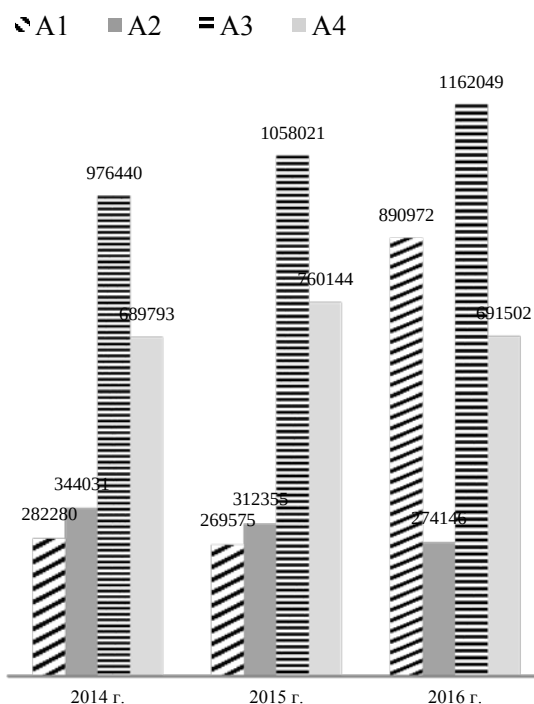


Рисунок 1. Соотношение активов предприятия по степени ликвидности

Figure 1. The ratio of assets of the enterprise by the degree of liquidity

На протяжении всего периода наибольшую долю активов предприятия составляли медленно реализуемые активы (запасы), непрерывно растущие с каждым годом. Уровень быстро реализуемых и труднореализуемых активов практически не изменился, наблюдались лишь незначительные колебания. В 2016 году наблюдается резкий скачок наиболее ликвидных активов в следствие притока денежных средств.

При помощи рисунка 2 рассмотрим более подробно структуру пассивов исследуемого предприятия в 2014–2016 гг.

На диаграмме видно, что на протяжении всего анализируемого периода наиболее срочные обязательства составляли наибольшую долю в пассивах предприятия, а долгосрочные пассивы сохраняли очень низкий уровень. Кроме того, наблюдается постепенное снижение доли постоянных пассивов и увеличение краткосрочных пассивов.

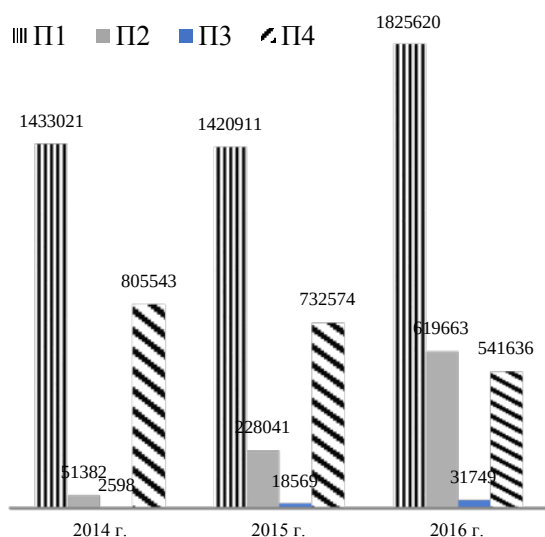


Рисунок 2. Структура пассивов предприятия в 2014–2016 гг.

Figure 2. Structure of liabilities of the enterprise in 2014–2016.

Явный перевес наиболее срочных обязательств и малая доля долгосрочных говорит о нерациональном соотношении источников формирования имущества исследуемого предприятия.

Далее, рассчитаем коэффициенты ликвидности и сравним их с нормативными значениями (таблица 2).

В отчетном периоде коэффициент текущей (общей) ликвидности не укладывается в норму (0,95 против нормативного значения 1,5). При этом нужно обратить внимание на негативное изменение – коэффициент снизился на 0,13. Значение ниже 1 говорит о высоком финансовом риске, связанном с тем, что предприятие не в состоянии стабильно оплачивать текущие счета.

Коэффициент быстрой ликвидности также оказался ниже нормы (0,48). Это говорит о недостатке у предприятия ликвидных активов, которыми можно погасить наиболее срочные обязательства. Коэффициент быстрой ликвидности в течение всего периода не укладывался в нормативное значение.

Соответствующим норме оказался коэффициент абсолютной ликвидности (0,36 при норме 0,2). За анализируемый период коэффициент абсолютной ликвидности вырос на 0,17. Это означает, что компания может оплатить текущие (краткосрочные) обязательства за счёт денежных средств, средств на расчетный счете и краткосрочных финансовых вложений.

Общий показатель платежеспособности отклоняется от нормы, но за анализируемый период вырос на 25%

Таблица 2.

Расчет коэффициентов ликвидности предприятия за 2014–2016 гг.

Table 2.

Calculation of the liquidity ratios of the enterprise for 2014–2016.

Показатель ликвидности Liquidity ratio	Значение показателя Value			Изменение показателя Value changes	Рекомендованное значение Recommended value
	2014 г.	2015 г.	2016 г.		
1. Коэффициент текущей (общей) ликвидности Coefficient of current (general) liquidity	1,08	0,99	0,95	-0,13	1,5–2
2. Коэффициент быстрой (промежуточной) ликвидности Coefficient of fast (intermediate) liquidity	0,42	0,35	0,48	+0,06	>1
3. Коэффициент абсолютной ликвидности Absolute liquidity ratio	0,19	0,16	0,36	+0,17	>0,2
4. Общий показатель платежеспособности The general indicator of solvency	0,51	0,48	0,64	+0,13	>1

На графике ниже (рисунок 3) наглядно отражено изменение показателей ликвидности в течение отчетного периода.

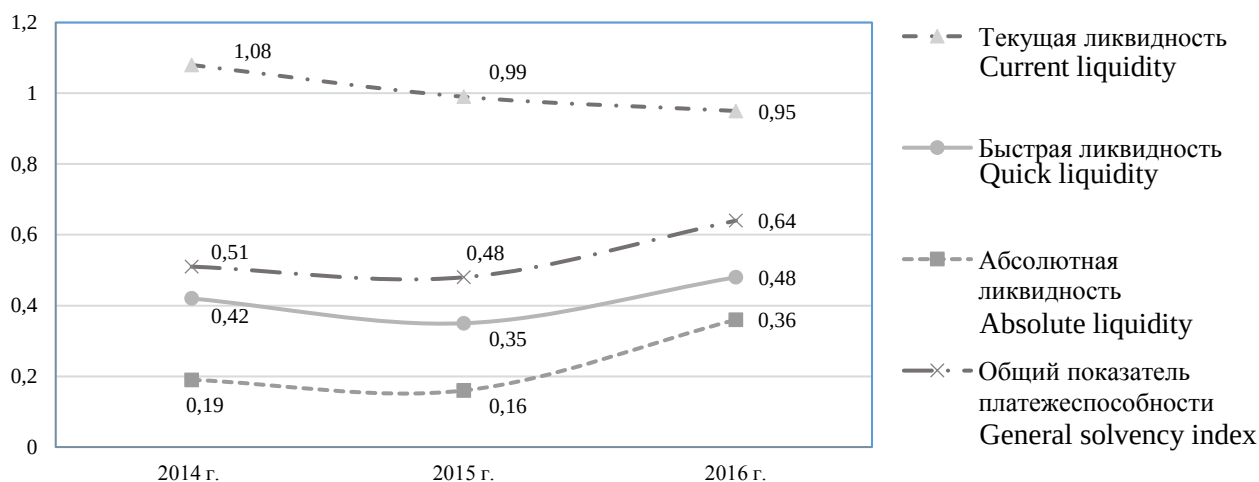


Рисунок 3. Динамика коэффициентов ликвидности предприятия за 2014–2016 гг.

Figure 3. Dynamics of liquidity ratios of the enterprise for 2014–2016

Предприятие неспособно погасить наиболее срочные обязательства за счет высоколиквидных активов (денежных средств и краткосрочных финансовых вложений), которые составляют только лишь 49% от достаточной величины. В соответствии с принципами оптимальной структуры активов по степени ликвидности, краткосрочной дебиторской задолженности должно быть достаточно для покрытия среднесрочных обязательств. В этом случае это соотношение

не выполняется – краткосрочная дебиторская задолженность покрывает среднесрочные обязательства предприятия только на 44%.

Из приведенных выше расчетов мы видим, что большинство коэффициентов ниже рекомендованного значения, то есть предприятие имеет низкий уровень ликвидности и платежеспособности. Поэтому необходимо дополнительно рассчитать также коэффициенты восстановления и утраты платежеспособности (таблица 3).

Таблица 3.

Расчет коэффициентов восстановления и утраты платежеспособности предприятия за 2016 г

Table 3.

Calculation of recovery rates and loss of solvency of the enterprise for 2016

Показатель Index	Значение Value	Рекомендуемое значение Recommended value
Коэффициент восстановления платежеспособности Coefficient of restoration of solvency	0,37	>1
Коэффициент утраты платежеспособности Coefficient of loss of solvency	0,5	>1

Полученное значение коэффициента восстановления платежеспособности меньше единицы означает, что исследуемое предприятия не располагает ресурсами для восстановления платежеспособности в течение шести месяцев. Этот показатель не является довольно точным прогнозом динамики платежеспособности, потому что строится на анализе только двух коэффициентов – начальном и конечном значении текущей ликвидности.

Значение коэффициента утраты платежеспособности меньше единицы, поэтому степень возникновения угрозы потери платежеспособности в течение трех месяцев велика. Существенным недостатком показателя является его неточность вследствие оценки направления тренда лишь по двум данным.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что ни один показатель платежеспособности не соответствует нормальному значению. Более того, наблюдается отрицательная динамика почти по всем значениям.

Используя четырехфакторную модель Альтмана, оценим вероятность банкротства предприятия с учетом специфики российской экономики (таблица 4).

Значение интегрированного показателя, превышающее 2,6. Это говорит о том, что предприятие находится в «зеленой» зоне, то есть вероятность банкротства низкая.

Подводя итог, можно заключить, что предприятие имеет очень низкий уровень ликвидности. К тому же большинство коэффициентов ликвидности ниже нормативного значения.

Z-счет Альтмана для предприятия на 2016 г.

Table 4.

Z Altman account for the company in 2016

Коэф.	Расчет по РСБУ	Значение	Множитель	Произведение (гр. 3 и гр. 4)
1	2	3	4	5
X1	(стр. 1200 – стр. 1500) / стр. 1600	-0,04	6,56	-0,04
X2	стр. 2400 / стр. 1600	-0,06	3,26	-0,06
X3	стр. 2300 / стр. 1600	-0,05	6,72	-0,05
X4	стр. 1300 / (стр. 1400 + стр. 1500)	0,22	1,05	0,22
Z-счет Альтмана с учетом константы 3,25				2,68

Согласно функциональному подходу анализа ликвидности, предприятие имеет несбалансированность запасов и кредиторской задолженности, а также дебиторской задолженности и краткосрочных обязательств. Для увеличения коэффициента текущей ликвидности предприятию необходимо сокращать кредиторскую задолженность и одновременно наращивать оборотные активы.

Структура капитала предприятия является определяющим показателем устойчивости финансового положения предприятия. Собственный капитал исследуемого предприятия составляет лишь 18% от всего капитала или 5 416 362 тыс. рублей, притом что минимально необходимый уровень – 50%. Так как соотношение дефицита собственных средств и остаточной стоимости основных средств на конец года не позволит в полной мере использовать переоценку основных средств в сторону увеличения их балансовой стоимости, а увеличение уставного капитала невозможно, так как чистые активы не превышают его, то главным источником прироста собственного капитала предприятия может являться только чистая прибыль.

Увеличение прибыли должно быть достигнуто прежде всего уменьшением затрат, так как расходы предприятия превышают доходы, о чем свидетельствует возрастающий с каждым годом убыток от продаж. Для полного покрытия убытка в ближайшие годы также необходимо увеличить выручку путем стимулирования спроса.

Недостаток собственного капитала усугубляется пониженным показателем текущей ликвидности. По состоянию на 31.12.2016 коэффициент текущей ликвидности исследуемого предприятия составляет 0,95. Такое значение указывает на то, что оборотные активы предприятия меньше краткосрочных обязательств.

Общепринятая в российской практике норма – не менее 1. То есть оборотные активы должны быть больше краткосрочных обязательств, притом что сейчас они составляют лишь 95%.

Так как доля внеоборотных активов незначительная, и повысить сумму оборотных активов за счет них не получится, есть лишь один вариант повысить текущую ликвидность предприятия – уменьшить долю краткосрочных обязательств в пассивах путем покрытия нераспределенного убытка размером 362286 тыс. руб. чистой прибылью и перевода части краткосрочной задолженности в долгосрочную (то есть привлечения долгосрочных кредитов и займов взамен краткосрочных). С этой целью уменьшим кредиторскую задолженность, погасив нераспределенный убыток, и отнесем 20% от полученного результата в долгосрочные обязательства.

Таким образом, доля краткосрочной кредиторской задолженности уменьшится на 30% и составит 1024334 тыс. руб., в то время как доля долгосрочных обязательств увеличится с 1 до 15% от суммы капитала.

Определим модель, при которой основные финансовые показатели имеют значения не ниже минимально допустимых, дает такие необходимые корректировки (таблица 5).

Для получения представленных в таблице отклонений, были сделаны следующие допущения: структура капитала и соотношение оборотных активов по степени ликвидности должны быть такими, чтобы расчет финансовых коэффициентов свидетельствовал об устойчивом финансовом положении предприятия, а итог баланса не должен измениться по сравнению с данными по состоянию на 31.12.2016. То есть, имея приведенный выше баланс, предприятие показало бы хорошие значения ключевых финансовых коэффициентов: коэффициентов текущей, быстрой и абсолютной ликвидности.

Таблица 5.

Прогнозный баланс предприятия на 2017 г. (тыс. руб.)

Table 5.

The company's forecast balance for 2017 (thousand RUR)

Наименование показателя Index	2016 г.	2017 г.	Прирост, план.	Темп прироста, %	Уд. вес, 2016 г., %	Уд. вес, 2017 г., %
АКТИВ ASSETS						
I. Внеоборотные активы I. Non-current assets	691502	691502	0	0	22,91	22,91
Нематериальные активы Intangible assets	15308	15308	0	0	0,51	0,51
Основные средства Fixed assets	671647	671647	0	0	22,25	22,25
Прочие активы Other assets	4545	4545	0	0	0,15	0,15
II. Оборотные активы II. Current assets	2327768	2327768	0	0	77,11	77,11
Запасы Inventory	1143908	869762	0	0	37,89	37,89
Дебиторская задолженность Receivables	274146	548292	0	0	9,08	9,08
Финансовые вложения Financial investments	85000	85000	0	0	2,82	2,82
Денежные средства Cash	805972	805972	0	0	26,70	26,70
Прочие активы Other assets	6636	6636	0	0	0,22	0,22
Баланс Balance	3018670	3018670	0	0	100	100
ПАССИВ PASSIVE						
III. Капитал и резервы III. Capital and reserves	541636	903922	362286	66,89	17,94	29,94
Уставный капитал Authorized capital	596575	596575	0	0	19,76	19,76
Добавочный капитал Extra capital	307347	307347	0	0	10,18	10,18
Нераспределенный убыток Undistributed loss	-362286	0	362286	-100,00	-12,00	0,00
IV. Долгосрочные обязательства IV. long term duties	31749	471649	439900	1385,56	1,05	15,62
Прочие обязательства Other liabilities	31749	471649	439900	1385,56	1,05	15,62
V. Краткосрочные обязательства V. Short-term liabilities	2445284	1163584	-1281700	-52,42	81,01	38,55
Заемные средства Borrowed funds	601775	601775	0	0	19,94	19,94
Кредиторская задолженность Accounts payable	1825620	1024334	-801286	-43,89	60,48	33,93
Оценочные обязательства Estimated liabilities	17887	17887	0	0	0,59	0,59
Баланс Balance	3018670	3018670	0	0	100	100

Изменения в структуре капитала можно наглядно представить на диаграмме (рисунок 4).

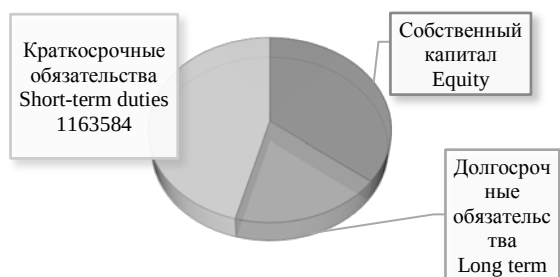


Рисунок 4. Прогнозная структура капитала предприятия

Figure 4. Projected capital structure of the enterprise

Представленное соотношение пассивов предприятия является более рациональным, так как краткосрочные обязательства составляют меньше половины всего капитала, а доля собственного капитала и долгосрочных обязательств соответственно увеличилась, то есть предприятие сможет уровень финансовой независимости растёт.

Далее с учетом изменений в балансе рассчитаем в таблице 6 плановые показатели ликвидности и финансовой устойчивости предприятия.

Прогнозные показатели платежеспособности предприятия на 2017 г.

Table 6.

Forecast indicators of the company's solvency for 2017

Показатель Index	2016 г.	2017 г.	Темп прироста (Rate of increase), %	Нормальное значение Normal value
1. Коэффициент текущей (общей) ликвидности Coefficient of current (general) liquidity	0,95	1,51	+0,56	1,5–2
2. Коэффициент быстрой (промежуточной) ликвидности Coefficient of fast (intermediate) liquidity	0,48	0,71	+0,23	0,7–1,5
3. Коэффициент абсолютной ликвидности Absolute liquidity ratio	0,37	0,54	+0,17	0,2–0,5
4. Общий показатель платежеспособности The general indicator of solvency	0,64	1,01	+0,37	1

Из представленных данных следует, что в результате изменений в балансе показатели ликвидности приняли оптимальное значение. Коэффициент текущей ликвидности увеличился на 0,42 и составил 1,51, что означает, что предприятие сможет покрывать текущие обязательства только за счет оборотных активов. Коэффициент быстрой ликвидности также оказался в нормальном диапазоне и составил 0,71, то есть предприятие сможет погасить краткосрочные обязательства за счет продажи ликвидных активов.

Показатель абсолютной ликвидности в результате уменьшения краткосрочных обязательств поднялся до верхней границы нормы и составил 0,54. Общий показатель платежеспособности принял значение, равное 1.

В результате предложенных изменений в структуре баланса предприятие значительно улучшит свою платежеспособность. На диаграмме ниже (рисунок 5) наглядно показано изменение показателей ликвидности исследуемого предприятия.

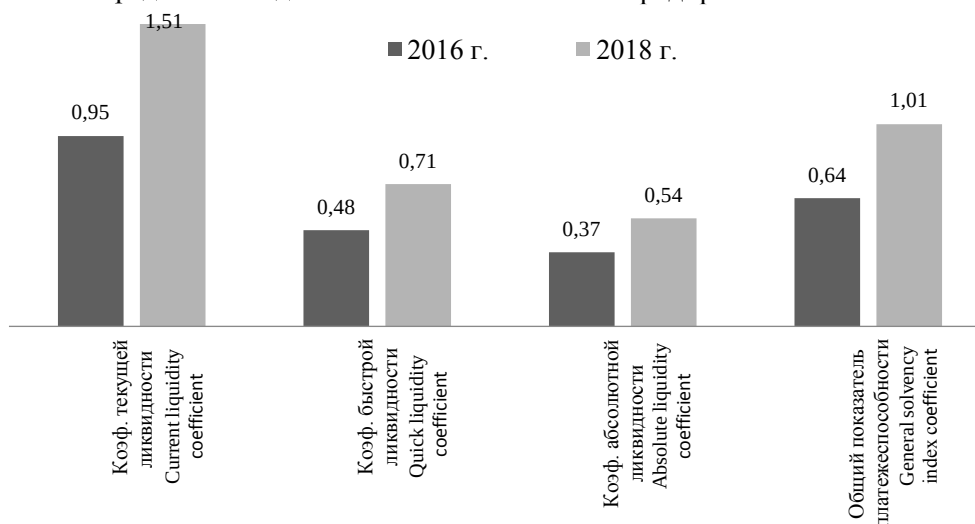


Рисунок 5. Плановое изменение показателей ликвидности предприятия

Figure 5. Planned change in the company's liquidity indicators

Закключение

С целью восстановления платежеспособности предприятия и улучшения финансового состояния могут быть предприняты следующие действия:

- расширенное действие маркетинговой службы, поиск рынков сбыта;
- проведение рекламных кампаний;
- отказ от товаров, которые не пользуются спросом у потребителей;
- оптимизация коммерческих и управленческих расходов;

- рациональное использование материальных, трудовых и финансовых ресурсов;
- реструктуризация кредиторской задолженности и отнесение ее части к долгосрочной.

Применение предложенных рекомендаций позволят исследуемому предприятию в будущем получить экономию и снизить кредиторскую задолженность, что приведет к росту чистой прибыли и укреплению платежеспособности предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Serebryakova N.A., Volkova S.A., Volkova T.A., Semenenko S.V. Methodological approaches to evaluation of economic security of enterprise // *Journal of Applied Economic Sciences*. 2016. T. 11. № 1.
- 2 Грищенко Н.В., Ольховиков А.А. Тенденции развития розничной торговли Воронежской области // *Экономика и предпринимательство*. 2014. № 12–3 (55–3). С. 363–365.
- 3 Косолапова М.В., Свободин В.А. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности, М.: Дашков и К, 2014. 248 с.
- 4 Кузнецов С.И., Плотникова В.В., Плотникова Л.К. Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятия М.: Форум, 2012. 464 с.
- 5 Маркарян Э.А., Герасименко Г.П., Маркарян С.Э. Экономический анализ хозяйственной деятельности, М.: КноРус, 2013. 536 с.
- 6 Селезнева Н.Н., Ионова А.Ф. Анализ финансовой отчетности организации М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. 467 с.
- 7 Serebryakova N.A., Semenenko S.V., Grishchenko N.V., Ulchenko T.Y. Competitive Potential of Trade Organization: Theoretical and Methodological Foundations of Formation and Realization // *European Research Studies Journal*. 2016. T. 19. № 2. С. 3-11.
- 8 Bhunia A., Khan I., MuKhuti S. A study of managing liquidity // *Journal of Management Research*. 2011. T. 3. № 2.
- 9 Panasyuk M. V. и др. Classification of large and socially important enterprises of the region by the levels of their economic solvency // *World Applied Sciences Journal*. 2013. T. 27. №. 13. С. 140-144.
- 10 Owolabi S. A., Obida S. S. Liquidity management and corporate profitability: Case study of selected manufacturing companies listed on the Nigerian stock exchange // *Business Management Dynamics*. 2012. T. 2. №. 2. С. 10-25.
- 11 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. T. 56. № 8. С. 145–151.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Надежда А. Серебрякова профессор, кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nad.serebryakova@mail.ru

Наталья В. Грищенко доцент, кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес процессами, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394036, Россия, 294394@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Надежда А. Серебрякова консультация в ходе исследования
Наталья В. Грищенко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2017

REFERENCES

- 1 Serebryakova N.A., Volkova S.A., Volkova T.A., Semenenko S.V. Methodological approaches to evaluation of economic security of enterprise. *Journal of Applied Economic Sciences*. 2016. vol. 11. no. 1.
- 2 Grishchenko N.V., Ol'khovikov A.A. Trends in retail development in Voronezh region. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship]. 2014. no. 12–3 (55–3). pp. 363–365. (in Russian).
- 3 Kosolapova M.V., Svobodin V.A. Kompleksnyi ekonomicheskii analiz khozyaistvennoi deyatel'nosti [Comprehensive economic analysis of economic activities]. Moscow, Dashkov i K 2014. 248 p. (in Russian).
- 4 Kuznetsov S.I., Plotnikova V.V., Plotnikova L.K. Kompleksnyi analiz khozyaistvennoi deyatel'nosti predpriyatiya [A comprehensive analysis of the economic activity of the enterprise]. Moscow, Forum, 2012. 464 p. (in Russian).
- 5 Markar'yan E.A., Gerasimenko G.P., Markar'yan S.E. Ekonomicheskii analiz khozyaistvennoi deyatel'nosti [Economic analysis of economic activities]. Moscow, KnoRus, 2013. 536 p. (in Russian).
- 6 Selezneva N.N., Ionova A.F. Analiz finansovoi otchetnosti organizatsii [Analysis of financial statements]. Moscow, YuNITI-DANA, 2014. 467 p. (in Russian).
- 7 Serebryakova N.A., Semenenko S.V., Grishchenko N.V., Ulchenko T.Y. Competitive Potential of Trade Organization: Theoretical and Methodological Foundations of Formation and Realization *European Research Studies Journal*. 2016. vol. 19. № 2. pp. 3-11.
- 8 Bhunia A., Khan I., MuKhuti S. A study of managing liquidity. *Journal of Management Research*. 2011. vol. 3. no. 2.
- 9 Panasyuk M. V. et al. Classification of large and socially important enterprises of the region by the levels of their economic solvency. *World Applied Sciences Journal*. 2013. vol. 27. no. 13. pp. 140-144.
- 10 Owolabi S. A., Obida S. S. Liquidity management and corporate profitability: Case study of selected manufacturing companies listed on the Nigerian stock exchange. *Business Management Dynamics*. 2012. vol. 2. no. 2. pp. 10-25.
- 11 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. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nadezhda A. Serebriakova professor, theory of economics, commodity science and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nad.serebryakova@mail.ru

Natalia V. Grishchenko assistant professor, management of socio-economic system and business processes department, Russian economic University named after G.V. Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx str., 67A, Voronezh, 394036, Russia, 294394@mail.ru

CONTRIBUTION

Nadezhda A. Serebriakova consultation during the study
Natalia V. Grishchenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.27.2017

ACCEPTED 5.18.2017

Национальные банковские системы России и Германии в условиях макроэкономической нестабильности: анализ состояния и тенденции развития

Оксана В. Савчина	¹	savchina_ovl@rudn.university
Валерия И. Простомолотова	¹	prostomolotova94@mail.ru
Ангелина З. Шарашидзе	¹	angelusika@mail.ru

¹ Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Россия

Реферат. В современном мире значение кредитных организаций вышло за рамки денежных и кредитных отношений. Они выступают в роли института наравне с государством и рынком. Без банков невозможно представить рациональную организацию хозяйственной деятельности в масштабе страны. При эффективном и продуктивном использовании системно значимые банки можно превратить в рыночную стихию, в орудие эффективной политики государства. Кроме того, следует учитывать, что слабые кредитные организации выступают как фактор деградации экономики. Поэтому банковская система, аккумулируя и распределяя денежные средства, играет важную роль в экономике любой страны. Кризисные явления и сложившаяся неблагоприятная макроэкономическая ситуация оказывают негативное воздействие на экономику страны. Важную роль при этом играют инструменты, которые поддерживают и стимулируют банковскую систему. При этом стоит учитывать индивидуальные особенности отдельно взятой страны, применяя тот или иной механизм антикризисного регулирования. В статье на основе официальных статистических данных, опубликованных Банком России и Бундесбанком, проведен анализ состояния банковских систем России и Германии на основе оценки в динамике за 2007–2016 гг. ключевых показателей банковской деятельности, в частности, среди которых: активы кредитных организаций, собственные средства кредитных организаций, объемы выданных кредитов. В результате проведенного анализа состояния национальных банковских систем России и Германии в условиях экономической нестабильности было выявлено, что применяемые правительствами стран меры оказываются лишь полумерами, то есть реакцией на текущие события, не дающей достаточного эффекта. Кроме этого, банковские системы рассматриваемых стран находятся в довольно нестабильном положении. При этом правительства России и Германии борются с негативными последствиями кризисных явлений (волатильностью курсов валют, снижением потока инвестиций и т. д.), а также продолжают совершенствовать проводимую ими антикризисную политику и разрабатывают новые меры по поддержке банковской системы.

Ключевые слова: экономическая нестабильность, кризисные явления, банковская система, кредитные организации, активы, собственные средства, розничное кредитование

National banking systems of Russia and Germany in conditions of macroeconomic instability: state analysis and development trends

Oksana V. Savchina	¹	savchina_ovl@rudn.university
Valeriia I. Prostomolotova	¹	prostomolotova94@mail.ru
Angelina Z. Sharashidze	¹	angelusika@mail.ru

¹ Peoples' Friendship University of Russia, Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 117198, Russia

Summary. In the modern world the credit institutions importance has gone beyond monetary and credit relations. They act as institutions on a par with the state and the market. It is impossible to imagine a rational organization of economic activity on a national scale without banks. Systemically important banks can be turned into a market element, an instrument of effective state policy, with effective and productive use. Weak credit institutions act as a factor of economic degradation. Therefore, the banking system, by accumulating and distributing cash, plays an important role in the economy of any country. Crisis phenomena and the unfavorable macroeconomic situation have a negative impact on the country's economy. Instruments, that support and stimulate the banking system, is played an important role. In this case, it is necessary to take into account the individual characteristics of a particular country, applying this or that mechanism of anti-crisis regulation. In the article, based on official statistical data published by the Russian Bank and the Bundesbank, the analysis of the banking systems state in Russia and Germany was made on the basis of an assessment of key indicators of banking activity in 2007–2016, including: the assets of credit institutions, the own funds of credit institutions, and the volume of loans issued. As a result of the analysis of the Russian and German national banking systems state in conditions of economic instability, it was revealed that the measures applied by the governments of countries are only half measures, which do not give sufficient effect. Besides that the state of the banking systems of the two countries is quite unstable. However the governments of Russia and Germany are struggling with the negative crisis phenomena (currency instability, decline in investment flow, etc.) and continue improving the current anti-crisis policy and developing new measures for support the banking system.

Keywords: economic instability, crisis conditions, banking system, credit institutions, assets, equity capital, retail lending

Для цитирования

Савчина О.В., Простомолотова В.И., Шарашидзе А.З. Национальные банковские системы России и Германии в условиях макроэкономической нестабильности: анализ состояния и тенденции развития // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 354–360. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-354-360

For citation

Savchina O.V., Prostomolotova V.I., Sharashidze A.Z. National banking systems of Russia and Germany in conditions of macroeconomic instability: state analysis and development trends. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 354–360. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-354-360

Введение

В условиях экономической и геополитической нестабильности возрастает уровень уязвимости банковского сектора, усиливается недоверие клиентов к кредитным и коммерческим организациям, увеличивается количество факторов, повышающих риски банковского сектора.

Банковская система представляет собой элемент рыночной инфраструктуры, целью которой является создание благоприятной среды для размещения временно свободных финансовых ресурсов. На уровень развития экономики влияют события политического и социального характера, которые являются факторами, воздействующими на состояние банковского сектора и его качественные характеристики.

Предоставляя денежные средства экономическим субъектам, банки способствуют процессу кругооборота капитала. Использование банковских продуктов и услуг оказывает положительное влияние на социальное развитие общества и эффективность экономической деятельности любой страны.

Достижение устойчивости банковской системы является проблемой международного характера. Сейчас многие банки ищут различные способы обеспечения своей устойчивости – увеличивают значение коэффициентов достаточности капитала, делают более сложными системы управления рисками в банках, диверсифицируют свою деятельность по продуктовому и географическому принципам, внедряют новые инструменты управления банками и их деятельностью [1].

Банковская система России является зрелым рыночным институтом, который за период продвижения российской экономики по пути к рынку овладел значительным потенциалом к самостоятельному развитию. При этом российская экономика неоднократно сталкивалась с кризисными явлениями, каждое из них можно охарактеризовать уникальным сочетанием внутренних и внешних рисков, от которых зависели их длительность и сложность [14].

Банковская система Германии представляет особый интерес авторов для анализа, так как она является одной из наиболее стабильных и организованных в мире [11]. Она сходна с российской банковской системой, именно этим и обуславливается ее выбор в качестве объекта сравнения. Банковская система Германии признается универсальной. Россия, в свою очередь, перенимает опыт реформ и нововведений в банковской сфере с долей адаптации.

Основная часть

Анализируя динамику основных показателей банковского сектора России и Германии, можно выделить особенности развития экономической политики рассматриваемых стран, оценить эффективность банковской сферы и проводимого антикризисного регулирования.

Начнем с обзора состояния национальных экономик в рассматриваемый период. Так, в 2007–2009 гг. наблюдалась тенденция снижения темпов роста ВВП России и Германии, что свидетельствует о предкризисном состоянии экономик стран (рисунок 1). 2009 год отмечается отрицательными темпами роста в России (-7,8%) и в Германии (-5,1%), это, в свою очередь, сигнализирует о пике мирового финансового кризиса [2, 3]. С 2010 года началось постепенное восстановление национальных экономик после мирового финансового кризиса 2008–2009 гг. Что касается 2011 года, то он был довольно успешным как для экономик рассматриваемых стран, так и для банковского сектора. Экономическая ситуация улучшилась – инфляция снижалась, ВВП увеличивался, промышленное производство и инвестиции в основной капитал также демонстрировали положительную динамику. Кроме того, в рассматриваемый период активизировался внутренний спрос, а также росли цены на нефть [12].

После 2011 года наблюдалось замедление темпов роста у России и Германии, которое продолжалось до 2014 года. В Германии это объясняется общеевропейской рецессией, которая повлекла за собой снижение экономической активности в регионах Европы, что провоцирует еще больший рост безработицы и социальной напряженности в стране [4]. Причина спада темпов роста ВВП Германии заключается также в бюджетно-долговом кризисе еврозоны, который негативно повлиял на крупнейшую экономику валютного блока [13].

В России же снижение темпов роста ВВП с 2011 года происходило по ряду причин: чрезмерное укрепление курса рубля, ограничение денежной массы (жесткая денежно-кредитная политика, рост внешнего корпоративного долга и удорожание кредита), вступление в ВТО и снижение импортных пошлин на отдельные группы товаров, отток капитала и параллельное снижение внутренних инвестиций. В 2014–2015 гг. отмечалось увеличение значения ВВП с 0,6 до 3,9% в России, а в Германии – незначительное снижение с 1,6 до 1,5% (рисунок 1) [6].

Для Германии 2016 год был успешным – темпы роста ВВП увеличились на 0,2% в результате повышения спроса на внутреннем рынке, который поддерживался стабильными показателями на рынке труда и падением цен на нефть. А для России он оказался затруднительным из-за введенных экономических санкций, падения цен на нефть и резкого ограничения доступа к международным рынкам капитала. В результате отмечалось снижение темпов роста ВВП в рассматриваемый период (рисунок 1).

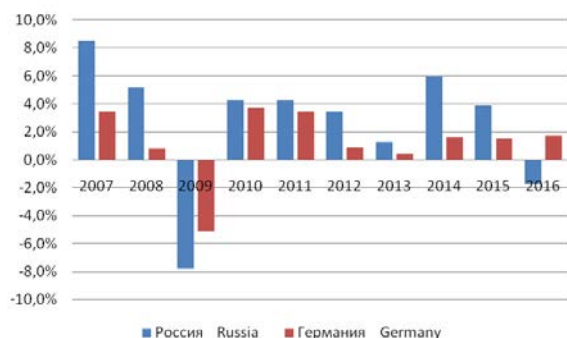


Рисунок 1. Темпы роста ВВП России и Германии в 2007–2016 гг., %

Figure 1. GDP growth rate of Russia and Germany in 2007–2016, %

Анализируя динамику активов кредитных организаций России и Германии, стоит отметить их высокую волатильность (рисунок 2). Причина столь значительных изменений заключается в получении экономической выгоды при правильном использовании потенциала кредитных организаций. Мировой финансовый кризис показал неспособность стран поддерживать устойчивость национальных банковских систем в случае ухудшения макроэкономической ситуации, что прослеживается на протяжении 2008–2010 гг. Однако стоит заметить, что этот показатель более волатилен у Германии, нежели у России, и это подтверждает эффективность мер государственной поддержки, принятых Правительством РФ и Банком России. По данным на 2011 год положение России и Германии улучшилось, поскольку произошло восстановление экономических систем. Увеличение активов и объемов кредитования кредитных организаций способствовали росту их прибыли.

В кризисных условиях правительства и центральные банки рассматриваемых в работе стран принимали ряд мер по поддержке национальных экономик и банковских систем (рисунок 2). Среди антикризисных мер, принятых Правительством РФ и Банком России, можно выделить следующие: 1) снижение ставки рефинансирования с 13 до 12,5% в апреле

2009 года и повторное снижение до 12% в мае 2009 года с целью сделать кредиты более доступными; 2) предоставление Банком России кредитным организациям кредитов, обеспеченных активами и поручительствами банков; 3) предоставление Банком России кредитным организациям кредитов без обеспечения с целью расширения возможностей банковского сектора по привлечению денежных средств, позволяющих поддерживать кредитную активность банков; 4) расширение в 2008–2009 гг. ломбардного списка Банка России – списка ценных бумаг, которые Центральный банк Российской Федерации (ЦБ РФ) готов принимать в качестве залога при предоставлении кредитов коммерческим банкам; 5) совершение сделок прямого РЕПО на Фондовой бирже ММВБ в январе 2009 года; 6) повышение капитализации банковского сектора путем перспектив для дальнейшего существования. Антикризисные меры, принятые в России, носили краткосрочный характер и оказались не эффективны в среднесрочной перспективе [7].

Что касается Германии, то, не смотря на ухудшение ситуации в период мирового финансового кризиса, она смогла успешно выйти из трудного положения, применив соответствующие антикризисные инструменты в период с 2011 по 2016 год и сохранив при этом стабильное состояние в посткризисный период [10]. Можно выделить два основных направления поддержания экономики Германии (ФРГ): общая стабилизация экономики и непосредственная помощь банкам. Среди инструментов особое внимание было уделено банковским кредитам, как основной форме внешнего финансирования для бизнеса. Низкая нагрузка финансовой системы ФРГ большим количеством сомнительных обязательств и ненадежных ценных бумаг способствовала стабилизации банковской системы Германии в условиях кризиса.

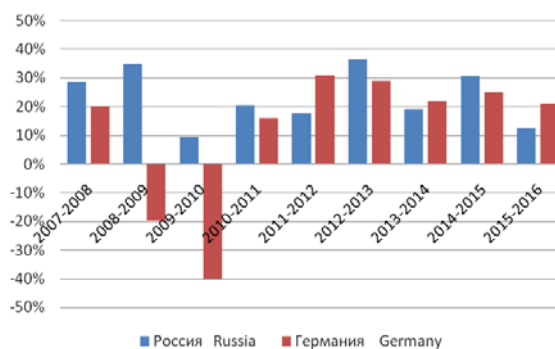


Рисунок 2. Темпы роста активов российских и немецких кредитных организаций в 2007–2016 гг., %

Figure 2. Asset growth rate of the Russian and German credit institutions in 2007–2016, %

Анализируя динамику величины собственных средств кредитных организаций в 2007–2016 год, можно отметить, что в России в период с 2007 по 2010 год происходит увеличение размера собственного капитала банков за счет мер государственной поддержки со стороны Правительства РФ и Банка России, чего нельзя сказать о Германии, где наблюдаются «скачкообразные» изменения в кризисный и посткризисный периоды (рисунок 3). Это объясняется накопительным эффектом от мер государственной поддержки, в основе которых лежала капитализация ведущих кредитных организаций для поддержки ликвидности банковского сектора, а после – от введенных экономических санкций, падения цен на нефть, а также девальвации рубля. В 2015–2016 гг. прирост собственного капитала происходит за счет значительной доли субординированных кредитов, существенной доли прибыли прошлых лет, а также высокой заинтересованности акционеров и владельцев кредитных организаций в сохранении стабильности банковского сектора, путем вливания дополнительных средств в кредитные организации. В свою очередь, в Германии наблюдаемые скачкообразные изменения обуславливаются, в том числе, введением контрсанкций в период с 2013 по 2014 год.

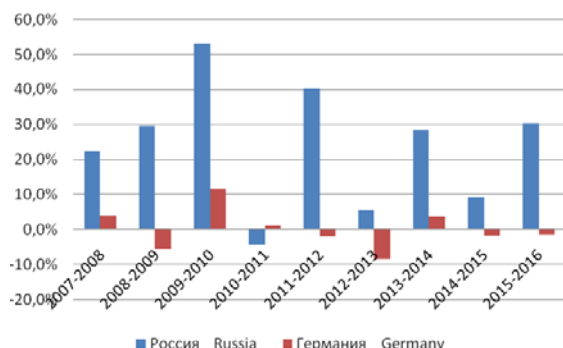


Рисунок 3. Темпы роста собственных средств (СК) российских и немецких кредитных организаций в 2007–2016 гг., %

Figure 3. Equity capital growth rate of the Russian and German credit institutions in 2007–2016, %

Анализируя динамику объема выданных кредитов кредитными организациями России и Германии в период с 2007 по 2016 год, можно отметить следующее: у Германии наблюдается отрицательная динамика значения этого показателя на протяжении всего рассматриваемого периода: с -1,2% в 2007–2008 гг. до -4,2% в 2015–2016 гг. (рисунок 4). Это объясняется несколькими причинами: снижением доверия населения к банкам, ростом количества выданных кредитов, но при этом уменьшением их объемов,

так как население не заинтересовано брать большие суммы у банков в кризисных условиях. Один из факторов, который напрямую влияет на развитие розничного кредитования в Германии – это состав населения. Следует отметить, что для ФРГ характерна естественная убыль и старение коренного населения, это дает дополнительную нагрузку на бюджет страны (в виде пособий и пенсий) [15]. Основными заемщиками в Германии выступают молодое поколение и мигранты, которые не могут занимать большие суммы денежных средств у банков. Наиболее привлекательными являются такие сегменты розничного кредитования в Германии как ипотечные и образовательные кредиты. За последние годы это объясняется предоставлением субсидий по этим видам банковских продуктов со стороны государства [9].



Рисунок 4. Темпы роста объемов выданных кредитов кредитными организациями России и Германии в 2007–2016 гг., %

Figure 4. Loan provided growth rate by the Russian and German credit organizations in 2007–2016, %

В России ситуация обстоит следующим образом. Рынок розничного кредитования напрямую зависит от валютной составляющей и от инфляции. В результате этого происходит резкое снижение объемов выданных кредитов в период с 2007 по 2009 год (с 52,6% по 1,1%) и с 2014 года по настоящее время падение составило более 20%, что, в свою очередь, объясняется нестабильной экономической ситуацией и, как следствие, введенными санкциями, породившими внутренний страновой кризис [7]. Все это снизило возможности для социально-экономического развития страны. При этом в межкризисный период наблюдается волатильная (рисунок 4), но позитивная динамика (с 4,2% в 2009–2010 гг. до 27,9% в 2013–2014 гг.), что говорит об улучшении макроэкономических параметров финансового и банковского секторов и эффективной политике антикризисного регулирования.



Рисунок 5. Темпы роста объемов привлеченных российскими и немецкими кредитными организациями вкладов физических лиц в 2007–2016 гг., %

Figure 5. Growth rate of individual deposits volumes attracted by the Russian and German credit institutions in 2007–2016, %

Рассматривая темпы роста объемов привлеченных российскими и немецкими кредитными организациями вкладов физических лиц в динамике за 2007–2016 гг., можно отметить, что динамика отражает реакцию населения каждой страны на изменения, которые происходят внутри государств (рисунок 5). Так, объемы привлеченных денежных средств физических лиц увеличиваются в период стабилизации экономики и уменьшаются в условиях дестабилизации, отражая тем самым уровень доверия населения к банковскому сектору.

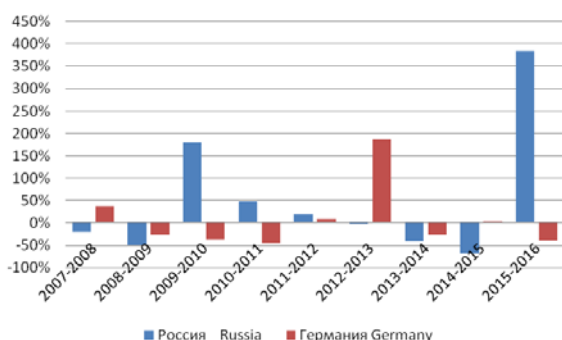


Рисунок 6. Темпы роста прибыли банковского сектора России и Германии в 2007–2016 гг., %

Figure 6. Profit growth rate of the Russian and German banking sector in 2007–2016, %

Анализируя динамику прибыли банковского сектора России, следует отметить нисходящий прирост прибыли в период с 2007 по 2009 год, что объясняется предкризисными периодами (рисунок 6). С 2009 по 2012 год в российском банковском секторе наблюдается существенный рост объемов прибыли благодаря притоку банковских ресурсов, в результате чего деятельность кредитных организаций была рентабельна. С 2013 по 2015 год происходит снижение показателя прибыли вследствие падения цен на нефть, введения санкций против России, кризисной ситуации, в целом, и ослабления курса рубля [5]. В 2015–2016 гг. отмечается

резкое изменение размера прибыли банковского сектора России по причине необходимости его быстрой перестройки под воздействием западных санкций (рисунок 6).

Современное состояние российского банковского сектора можно охарактеризовать как затруднительное, но оптимистичное. Наблюдается укрепление рубля, увеличение активов, что свидетельствует об оживлении рынка банковских услуг.

Что касается банковского сектора Германии, то общее негативное влияние на его прибыль на протяжении всего рассматриваемого периода оказывает большое количество банковских организаций, их сфокусированность на проведении классических операций, а также низкая конкурентоспособность и зависимость от государственного сектора [10].

Анализируя динамику прибыли банковского сектора Германии на протяжении рассматриваемого промежутка времени, можно отметить ее отрицательные значения в период с 2007 по 2010 год, а с 2011 по 2013 – положительный рост (рисунок 6).

В целом, за период с 2007 по 2010 год отмечается отрицательное воздействие на экономику Германии нескольких факторов: 1) начало первой фазы мирового финансового кризиса, которая, в свою очередь, привела к ослаблению мировых экономик, в том числе и немецкой; 2) вторая фаза (с весны 2010 года), преобразовавшаяся в европейский кризис суверенного долга; 3) негативное влияние ситуации вокруг PIGS (условное сокращение группы стран – Португалия, Ирландия, Греция, Испания), угрожающей стабильности евро и экономическому положению в Европе; 4) сокращение прибыли банковского сектора вследствие воздействия мирового финансового кризиса [8]. Для выхода из этой ситуации Германия была вынуждена принять меры, которые способствовали преодолению кризисных явлений и выходу на новый этап развития национальной экономической системы, в частности, среди которых: сокращение финансового рычага, увеличение объемов собственных средств в структуре банковского сектора и сокращение валюты баланса.

С 2013 года по настоящее время наблюдается также негативная динамика прибыли банковского сектора Германии, вызванная политическим кризисом в отношениях между Россией и Западом в целом, и Россией и Германией в частности (рисунок 6). Международные антироссийские санкционные ограничения привели к принятию ответных мер со стороны Москвы (контрсанкций), что также, в свою очередь, сказалось на состоянии экономик России и

Германии, затрагивая, в том числе и банковский сектор. Кроме того, можно выделить миграционный кризис в Европе, являющийся одним из дополнительных факторов ослабления экономики Германии, способствующий увеличению государственного долга и уровня безработицы в стране. Так, по предварительным подсчетам МВФ, вынужденные траты на беженцев в 2016 году составили около 0,19% ВВП Евросоюза (0,35% в Германии) [7].

Что касается основных тенденций развития банковских систем России и Германии, то можно отметить следующее. Если западные санкции будут продлены, уровень цен на нефть и стоимость рубля продолжат снижаться при повышении ключевой ставки Банка России и росте дефолтов по кредитному портфелю банковского сектора, то наступит ухудшение макроэкономической ситуации и затяжной кризис в банковском секторе России. Причиной этого послужит уменьшение размера банковской прибыли и непокрытие взаимной просроченной задолженности по кредитному портфелю, в результате это приведет к снижению ликвидности банковского сектора.

Что касается банковского сектора Германии, то он нуждается в инвестициях сильных партнеров. Расходы немецких кредитных организаций растут из-за необходимости повышения активности кредитования. В экономике Германии наблюдается спад в результате нестабильности зоны евро и большого потока мигрантов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лаврушин О.И. Банковская система в современной экономике. М.: Кнорус, 2011. 360 с.
- 2 Официальный сайт Центрального Банка Российской Федерации. URL: <http://www.cbr.ru/> (дата обращения: 07.03.2017)
- 3 Официальный сайт Центрального Банка Германии (Бундесбанка). URL: <https://www.bundesbank.de/> (дата обращения: 11.02.2017)
- 4 Банковская система Германии. Информационный портал «DeutscheWelle». URL: <http://www.dw.com/de/themen/s-9077/> (дата обращения 05.04.2017)
- 5 Официальный сайт «КУАП. Финансовый анализ банков». URL: <http://kuap.ru/> (дата обращения: 09.02.2017)
- 6 Официальный сайт Мировой экономики. URL: <http://www.ereport.ru> (дата обращения: 29.03.2017)
- 7 Официальный сайт РИА Рейтинг – кредитные рейтинги и исследования. URL: <http://riarating.ru/> (дата обращения: 30.04.2017)
- 8 Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. URL: https://www.bafin.de/DE/Startseite/startseite_node.htm (дата обращения: 01.04.2017)
- 9 Startseite – Statistisches Bundesamt (Destatis). URL: <https://www.destatis.de/DE/Startseite.html/> (дата обращения: 15.04.2017)
- 10 Bundesverband deutscher Banken. URL: <https://bankenverband.de/> (дата обращения: 05.2017).

Заключение

Проведенное исследование показывает, что состояние банковского сектора стран напрямую зависит от макроэкономической конъюнктуры. Активы кредитных организаций оказывают влияние на банковский сектор. При всем при этом антикризисные меры, которые принимаются правительствами и центральными банками стран для поддержки экономики и банковского сектора, нельзя назвать в полной мере эффективными, так как они не решают проблем, а лишь снимают их симптомы, что свидетельствует об их неполноте. Меры, принятые правительствами и центральными банками рассматриваемых стран, дают некоторый положительный эффект, однако при этом они носят сугубо точечный характер и направлены на поддержание отдельных крупных игроков. Устойчивость всего банковского сектора остается под ощутимым давлением. Национальные банковские системы России и Германии в период кризиса показывают свою эффективность лишь в краткосрочной перспективе, что говорит о необходимости совершенствования законодательной базы, реформирования экономической составляющей каждой из стран и разработки новых механизмов преодоления и предотвращения геополитической и экономической нестабильности.

- 11 David Howarth, Lucia Quaglia. Banking on Stability: The Political Economy of New Capital Requirements in the European Union, 2013. URL: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07036337.2013.774780>. (дата обращения: 18.04.2017)
- 12 John Muellbauer. Macroeconomics and Consumption, 2016. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2862205. (дата обращения: 10.04.2017)
- 13 Vighneswara Swamy. Banking Stability for Financial Stability, 2014. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2491403. (дата обращения: 17.04.2017)
- 14 Vernikov A. The Impact of State-Controlled Banks on the Russian Banking Sector. 2013. 250-266 p. DOI: 10.2747/1539-7216.53.2.250.
- 15 Paul Knox, John A Agnew, Linda McCarthy. The Geography of the World Economy. 2014. URL: <https://books.google.ru/books?id=FqrpAgAAQB-AJ&dq=german+economy+after+2014&hl=ru&lr=> (дата обращения: 11.04.2017)

REFERENCES

- 1 Lavrushin O.I. Bank system in modern economy. 2011. 360 p. (in Russian)
- 2 Official website of the Russian Federation Central Bank. Available at: <http://www.cbr.ru>. (accessed 07.03.2017) (in Russian)

3 Official website of the German Central Bank (Bundesbank). Available at: <https://www.bundesbank.de>. (accessed 11.02.2017)

4 German Bank System. Informational portal «DeutscheWelle». Available at: <http://www.dw.com/de/themen/s-9077>. (accessed 05.04.2017)

5 Official website «KUAP» Financial analysis of banks. Available at: <http://kuap.ru>. (accessed 09.02.2017) (in Russian)

6 Official website of World economy. Available at: <http://www.ereport.ru>. (accessed 29.03.2017) (in Russian)

7 Official website of RIA rating. Credit ratings and research. Available at: <http://riarating.ru>. (accessed 30.04.2017)

8 Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. Available at: https://www.bafin.de/DE/Startseite/startseite_node.html. (accessed 01.04.2017)

9 Startseite – Statistisches Bundesamt (Destatis). Available at: <https://www.destatis.de/DE/Startseite.html>. (accessed 15.04.2017)

10 Bundesverband deutscher Banken. Available at: <https://bankenverband.de>. (accessed 23.04.2017)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана В. Савчина к.э.н., доцент, кафедра «Финансы и кредит», Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Россия, savchina_ovl@rudn.university

Валерия И. Простомолотова магистр, кафедра «Финансы и кредит», Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Россия, prostomolotova94@mail.ru

Ангелина З. Шарашидзе магистр, кафедра «Финансы и кредит», Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Россия, angelusika@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Оксана В. Савчина консультация и руководство в ходе исследования

Валерия И. Простомолотова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Ангелина З. Шарашидзе написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.05.2017

11 David Howarth, Lucia Quaglia. Banking on Stability: The Political Economy of New Capital Requirements in the European Union, 2013. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07036337.2013.774780>. (accessed 18.04.2017)

12 John Muellbauer. Macroeconomics and Consumption, 2016. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2862205. (accessed 10.04.2017)

13 Vighneswara Swamy. Banking Stability for Financial Stability, 2014. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2491403. (accessed 17.04.2017)

14 Vernikov A. The Impact of State-Controlled Banks on the Russian Banking Sector. 2013. 250-266 p. DOI: 10.2747/1539-7216.53.2.250

15 Paul Knox, John A Agnew, Linda Mccarthy. The Geography of the World Economy. 2014. Available at: <https://books.google.ru/books?id=FqrpA-gAAQBAJ&dq=german+economy+after+2014&hl=ru&lr=> (accessed 11.04.2017)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana V. Savchina Ph.D. in Economics, Associate professor, Finance and credit department, Economic faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 117198, Russia, savchina_ovl@rudn.university

Valeriia I. Prostomolotova master student, Finance and credit department, Economic faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 117198, Russia, prostomolotova94@mail.ru

Angelina Z. Sharashidze master student, Finance and credit department, Economic faculty, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 117198, Russia, angelusika@mail.ru

CONTRIBUTION

Oksana V. Savchina consultation and scientific management of the research

Valeriia I. Prostomolotova review of the literature on an investigated problem

Angelina Z. Sharashidze wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.28.2017

ACCEPTED 5.12.2017

Аутсорсинг и государственно-частное партнерство

Игорь В. Линеv¹ Shunka1956@yandex.ru

¹ МИТУ-МАСИ, ул. Большая Черемушкнская, 17а, Москва, 117447, Россия

Реферат. В представленном материале предпринята попытка провести аналогию между относительно новым для российской экономики явлением – аутсорсингом и уже зарекомендовавшим себя – государственно-частным партнерством (ГЧП). Второе, которое сочетает в себе интересы государства и частного бизнеса, уже зарекомендовало себя как механизм, позволяющий положительно влиять на российскую экономику. Тенденции, намечаемые в современной экономике, характеризуется постепенным пониманием того, что отход компаниями от классической политики к внедрению аутсорсинга (вывод неосновных активов из структуры компании и передача функций по их управлению другим организациям) создает им конкурентные преимущества. Рассматриваются функции, возможные для передачи на аутсорсинг в строительной отрасли и ЖКХ. Приведены его преимущества, отмечены недостатки и проблемы внедрения. В случае возникновения отношений аутсорсинга между государством и частным партнером (аутсорсером) ГЧП можно рассматривать как его разновидность. С другой стороны, аутсорсинг сам по себе представляет собой форму ГЧП. В результате можно рассчитывать на преимущества как одного, так и другого. Использование ГЧП в форме аутсорсинга предоставляет возможность эффективно использовать бюджетные ресурсы и повысить качество предоставляемых государственных услуг. В настоящее время, минимальная законодательная основа для построения аутсорсинговых отношений между государством и частным партнером создана, они уже используются в российской экономике, приведены примеры. Таким образом, аутсорсинг выступает в двух ипостасях: как частный случай и как форма ГЧП.

Ключевые слова: аутсорсинг, государственно-частное партнерство, организация-аутсорсер

Outsourcing and public-private partnership

Igor V. Linev¹ Shunka1956@yandex.ru

¹ MITU-MASI, Bolshaya Cheremushkinskaya str., 17a, Moscow, 117447, Russia

Summary. In the presented material an attempt to draw an analogy between the phenomenon, rather new to the Russian economy, – outsourcing and already proved – the public-private partnership (PPP) is made. The second which combines interests of the state and private business has already proved as the mechanism allowing to influence positively the Russian economy. The tendencies planned in modern economy it is characterized by gradual understanding that withdrawal by the companies from classical policy to outsourcing introduction (a conclusion of non basic assets from structure of the company and transfer of function on their management to other organizations) creates him competitive advantages. Functions, possible for transfer on outsourcing, in particular, in construction branch and housing and communal services are considered. His advantages are given, shortcomings and problems of introduction are noted. In case of the relations of outsourcing between the state and the private partner (outsourcer) of PPP it is possible to consider as his version. On the other hand, outsourcing in itself represents a form of PPP. As a result it is possible to count on advantages as one, and another. Use of PPP in the form of outsourcing gives an opportunity to effectively use the budgetary resources and to increase quality of the provided state services. Now, the minimum legislative basis for creation of the outsourcing relations between the state and the private partner is created, they are already used in the Russian economy, examples are given. Thus, outsourcing acts in two forms: as special case and as form of PPP.

Keywords: outsourcing, public-private partnership, organization-outsourcer

Введение

Тенденция, намечаемая в современной экономике, характеризуется тем обстоятельством, что наемный труд вытесняется услугами организаций–аутсорсеров. Аутсорсинг, в общем случае, представляет собой передачу компанией, на основании договора, определенных бизнес-процессов на обслуживание другой организации (аутсорсеру). Постепенно приходит понимание того, что компании, придерживающиеся классической HR-политики¹ (создание благоприятных условий труда, обеспечение возможности продвижения по службе и уверенности в завтрашнем дне) и использующие исключительно in-house (англ. работа в офисе), существенно

будут проигрывать аналогичным, состоящим из СЕО (англ. высшее должностное лицо) – разрабатывающих стратегию развития и принимающих решения на высшем уровне; и core team (англ. костяк коллектива). Последние и координируют работу аутсорсера [1].

Аутсорсинг, в классическом понимании, является деятельностью внешних исполнителей, которые, после заключения гражданско-правового договора и на его основании, осуществляют функции, в которых нуждается та или иная компания. Отметим, что в настоящее время эти функции, как правило, не являются основными для рассматриваемой компании. То есть возникает партнерство, которое позволяет ей сосредоточить

¹ От англ. Human Resource — человеческие ресурсы
Для цитирования

Линеv И.В. Аутсорсинг и государственно-частное партнерство // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 361–365. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-361-365

For citation

Linev I.V. Outsourcing and public-private partnership. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 361–365. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-361-365

усилия на основной деятельности, и, следовательно – достигать более высоких результатов, при этом зачастую осуществляется экономия средств. Если одной из сторон является бюджетная организация, то можно говорить о государственно-частном партнерстве (ГЧП) – совместной деятельности государственного и частного партнеров для достижения общей цели.

Основная часть

Если юридически закрепить разрешение передачи государством сторонним организациям² отдельные вопросы подготовки и реализации проектов ГЧП, то можно рассчитывать на повышение эффективности государственного управления. Это подтверждается международным опытом. К таким вопросам могут быть отнесены: разработка необходимой документации, оформление соглашений (по соответствующей форме ГЧП), а также подготовка и, возможно, непосредственная реализация проекта. На первом этапе, на аутсорсинг можно перевести некоторую часть разработок, продажи, контент, часть колл-центра, пиар и другие процессы.

Например, если в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) подготовкой и реализацией проекта ГЧП будут заниматься муниципальные унитарные предприятия (МУП), которые имеют непосредственное отношение к коммунальным объектам, то способ организации этого проекта будет более эффективным. Необходимость названного юридического закрепления обусловлена тем обстоятельством, что в российском законодательстве [7] предусмотрено, что отдельные права и обязанности государственного партнера, могут осуществляться органами и/или указанными в сноске юридическими лицами, уполномоченными этим партнером. Передача некоторых функций государственного партнера (при реализации ГЧП) третьим лицам – предприятиям и организациям, подконтрольным ему уже осуществляется в Российской Федерации при реализации наиболее распространенной формы ГЧП – концессий. Так, государственная компания «Автодор» выполняет функции концедента в области автомобильно-дорожного хозяйства.

Функции, возможные для передачи на аутсорсинг, например, в строительной отрасли и ЖКХ, могут быть следующие:

- эксплуатация, содержание и ремонт зданий, сооружений;
- установка, обслуживание и управление системами охраной и пожарной сигнализации,

кондиционирования, вентиляции, а также системами связи, интернет-, радио-, телекоммуникаций;

- эксплуатация, обслуживание и ремонт инженерных и технических систем зданий, сооружений;

- организация учета потребления тепло- и электроэнергии, воды;

- обеспечение оптимизации энерго- и водопотребления;

- приобретение, доставка на объект и установка оборудования, компьютерной и иной техникой, мебели, хозяйственного инвентаря и т. п.

Рассматривая достоинства аутсорсинга, отметим наиболее важные, на наш взгляд, из них.

Решать возникшую задачу с помощью аутсорсинга дешевле, по крайней мере, по четырем причинам. Во-первых, при его использовании оплачивается готовый результат, а не повременная работа сотрудников. Во-вторых, отпадает необходимость оплаты отпускных, больничных, декретных и т. д. В-третьих, не нужно обустривать рабочие места (в том числе – обеспечение их дорогостоящей компьютерной и оргтехникой) вновь нанимаемых (для решения возникшей задачи) сотрудников и ожидать когда они адаптируются в новом коллективе. В-четвертых, нет необходимости нести расходы по найму и увольнению, обучению, а также уплачивать налоги. Постепенный вывод определенных бизнес – процессов за штат сокращает фонд оплаты труда и операционные расходы. Напротив, кажущийся эффект от того, что чем больше штатных сотрудников, тем быстрее можно выйти на положительные показатели и работа будет выполняться эффективнее, будет сопровождаться ростом привлекаемых средств.

Поскольку, как отмечалось выше, при использовании аутсорсинга оплачивается готовый результат, постольку можно говорить о его эффективности, выражающейся в реальности реализации принципа «не сделал – не получил». При этом в расчет не принимаются чисто человеческие факторы. Штатный же сотрудник не всегда мотивирован на совершенствование в достижении результатов. Для управления его мотивацией необходим постоянный квалифицированный менеджмент, а для этого требуется время и опять же средства.

Аутсорсинг весьма гибкий инструмент и с этим его качеством связана появляющаяся у организации, которая им воспользовалась, возможность решать непрофильные для нее задачи. Другими словами, бизнес может постоянно

² Согласно российскому законодательству [2] не могут являться частными партнерами: государственные унитарные предприятия (ГУП) и МУПы, государственные и муниципальные учре-

ждения, публично-правовые компании, хозяйственные товарищества и некоммерческие организации, созданные государством или подконтрольные ему.

увеличивать поток задач в той или иной сфере, то есть масштабироваться.

Оценка преимуществ аутсорсинга (согласно данным консалтинговой компании «Deloitte» [12]) в цифровом выражении представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Причины, инициирующие аутсорсинг

Figure 1. Reasons for initiating outsourcing

Если ГЧП рассматривать как отношения «best-of-bothworlds» (англ. «Мы лучшие из лучших»), в которых участвуют самые квалифицированные частные организации, а также надежный партнер-заказчик – государство [6], а при этом аутсорсинг – делегирование производства товаров и оказание услуг агентом (государством) внешнему производителю (частному бизнесу) от имени принципала (общества) [4], то становится правомерным проведение аналогии между ними. То есть при аутсорсинге между государством и частным партнером (аутсорсером) ГЧП можно рассматривать как его разновидность. С другой стороны, аутсорсинг сам по себе представляет собой форму ГЧП.

Итак, используя аутсорсинг для реализации проектов ГЧП, стороны партнерства получают несомненные выгоды. С другой стороны, как отмечалось выше, аутсорсинг сам по себе является формой ГЧП, так как основан на тех же принципах, представленных в таблице 1. При таком подходе можно рассматривать преимущества для сторон аутсорсинговой сделки [3], представленные в таблице 2.

Таблица 1.

Реализация принципов ГЧП при аутсорсинге

Table 1.

Implementation of PPP principles in outsourcing

Принципы ГЧП Principles of PPP	
Открытость и доступность информации Openness and accessibility of information	В аутсорсинге принципы ГЧП реализуются исходя из определения его как «передача организацией, на основании договора* определенных бизнес-процессов или производственных функций на обслуживание другой компании, специализирующейся в соответствующей области In outsourcing the principles of PPP are realized proceeding from the definition of it as the transfer by the organization, on the basis of the contract, * of certain business processes or production functions to the service of another company, specializing in the relevant field
Обеспечение конкуренции Ensuring competition	
Отсутствие дискриминации, равноправие сторон соглашения Absence of discrimination, equality of parties to the agreement	
Добросовестное исполнение сторонами соглашения обязательств по соглашению Conscientious performance by the parties to the agreement of obligations under the agreement	
Справедливое распределение рисков и обязательств между сторонами Fair distribution of risks and liabilities between the parties	
Свобода заключения соглашения Freedom to enter into an agreement	

В договоре д. б. предусмотрены принципы, представленные в левой части таблицы (The agreement should provide for the principles presented on the left side of the table)

Таблица 2.

Преимущества аутсорсинга

Table 2.

Advantages of outsourcing

Для государства: For the state:	Для частного партнера: For a private partner:
Снижение издержек и повышение качества выполнения проекта Reduce costs and improve the quality of the project	Долгосрочный и стабильный доход Long-term and stable income
Повышение рентабельности за счет концентрации на профильных высоко rentable функциях Increase profitability due to concentration on profiled highly profitable functions	Возможность изменить формат работы с заказчиком ради наиболее продуктивного сотрудничества The opportunity to change the format of work with the customer for the most productive cooperation Для частного партнера: For a private partner:
Увеличение возможности гибко реагировать на изменения внешней среды Increase the ability to respond flexibly to changes in the environment	

Указанные преимущества проявятся в полной мере в том случае, если взаимодействие осуществляется с состоявшимися предпринимателями, имеющими большой опыт в конкретной области. Основной вопрос состоит в том, как выбрать такого аутсорсера, так как его экспертиза (компания, которая постоянно выполняет задачи в этой области и сталкивается с большим количеством кейсов) намного сложнее, чем аналогичная, проводимая при приеме сотрудников в штат. То есть решить вторую задачу проще, чем первую и, возможно, по этой причине аутсорсинг не находит, пока, широкого распространения в российской экономике.

Основной проблемой внедрения аутсорсинга является использование в большинстве случаев только одной формы ГЧП – государственного (муниципального) заказа. Сама по себе система формирования, финансового обеспечения и контроля выполнения государственного (муниципального) заказа, хотя законодательно и жестко регламентирована, но не отработана или имеет существенную коррупционную составляющую. Естественно, все это возникает и при использовании аутсорсинга. К этому добавляются вопросы о том, какие государственные функции не могут быть переданы на аутсорсинг, кто будет устанавливать эти границы, какие для этого требуются законодательные акты, и на каком уровне они должны быть приняты. Заказываемые услуги (реализация «кусочков» функций и отдельных административных процессов) часто сложны по своей структуре и механизмам реализации. Они требуют четкой регламентации и стандартизации со стороны заказчика, а также четкого и своевременного планирования потребности в этих услугах. То есть орган-заказчик должен отчетливо представлять, что он передает на аутсорсинг, в каком количестве и какое качество хотел бы получить в итоге [2].

Целесообразность внедрения этой формы ГЧП определяют с точки зрения экономического воздействия, которое неразрывно связано с экономией средств и времени, что обеспечивает создание условий для повышения качества услуг, а также происходит перераспределение денежных средств, что позволяет более эффективно использовать имеющиеся ресурсы [5]. Использование ГЧП в форме аутсорсинга предоставляет возможность эффективно использовать бюджетные ресурсы и повысить качество предоставляемых государственных услуг. Первое обусловлено неправомерностью

тезиса о больших гонорарах, взимаемых сторонними организациями (по сравнению с зарплатами государственных служащих) за предоставляемые услуги. На самом деле оплату труда государственных служащих нельзя рассматривать только как заработную плату в денежном выражении. Следует также учитывать и специальное медицинское обслуживание, и особые условия пенсионного содержания и т. п. Второе – отсутствием у государственных структур стимула повышать производительность труда, в том числе за счет уменьшения количества сотрудников, что в обязательном порядке (от этого зависит прибыль) присутствует у внешнего поставщика (аутсорсера) [13].

В настоящее время, минимальная законодательная основа [8, 9] для построения аутсорсинговых отношений между государством и частным партнером создана. И такая практика уже существует, например, в ФАС России [10] или в Федеральном казначействе [11], а также на региональном уровне. Следует подчеркнуть, что здесь имеется в виду вновь вводимый в государственном управлении термин «аутсорсинг административных процессов», так как передача функций целиком за пределы системы исполнительной власти законодательно не предусмотрена, и если функции, являющиеся прерогативой государства, будут полностью исполнять частный партнер, то речь об аутсорсинге не идет. И здесь опять встает вопрос, какую часть этих функций можно передавать на аутсорсинг. Опыт работы по приему и обработке документов многофункциональными центрами оказания государственных услуг (МФЦ), сотрудники которых не являются государственными служащими, показывает, что эта часть может быть значительной. Не могут быть переданы на аутсорсинг только те процессы, про которые в законодательстве сказано «исполняет государственный служащий» [2].

Заключение

Резюмируя вышесказанное, отметим, что аутсорсинг выступает в двух видах: как частный случай и как форма ГЧП, или – между ними можно проводить аналогию. Различие этих экономических явлений проявляется в сферах их применения. ГЧП – это, прежде всего, крупномасштабные, высокотехнологичные проекты имеющие, как правило, макроэкономическое значение. Аутсорсинг – рутинные бизнес-процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Bachlechner D., Thalmann S., Manhart M. Auditing service providers: supporting auditors in cross-organizational settings // *Managerial Auditing Journal*. 2014. Т. 29. №. 4. С. 286-303.

2 Елисеенко В. Госфункции на аутсорсинге // Казенные учреждения: учет, отчетность, налогообложение. 2012. № 6.

3 Осокина И.В. Государственно-частное партнерство и Аутсорсинг в государственной деятельности: сравнительный анализ // Научно-практический журнал Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия ЭКОНОМИКА и ПРАВО. 2015. № 3-4.

4 Шадрин Е.В., Виноградов Д.В. Государственно-частное партнерство как форма организации бизнеса // Вопросы государственного и муниципального управления. 2012. № 4.

5 Шрайнер О.О. Аутсорсинг в рамках государственно-частного партнерства в сфере здравоохранения // Актуальные вопросы экономических наук. 2017. № 56.

6 Bindal A., Sharma M. Public-Private Partnership // *International Journal of Research (IJR)*. August, 2014.

7 Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

8 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2005 г. № 1789-р.

9 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 июня 2010 г. № 1101-р.

10 Приказ ФАС России от 24 октября 2006 г. № 271.

11 Приказ Казначейства России от 20 июля 2011 г. № 302.

12 Официальный сайт консалтинговой компании «Deloitte». URL: www.deloitte.com/

13 Mansor M. F. и др. The effect of cost reduction and business strategy on human resource outsourcing practicing: A study of Malaysian government link company // *Technology Management and Emerging Technologies (ISTMET)*, International Symposium on. IEEE, 2015. С. 238-242.

14 Lovchikova E.I., Sukhocheva N.A. Implementation of the outsourcing concept in the regional agro-industrial complex // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017. Т. 65. № 5. С. 72–29.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Игорь В. Линеv к.э.н., профессор, кафедра «Строительство и городское хозяйство», МИТУ-МАСИ, ул. Большая Черемушkinsкая, 17а, Москва, 117447, Россия, Shunka1956@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Игорь В. Линеv Полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.05.2017

REFERENCES

1 Bachlechner D., Thalmann S., Manhart M. Auditing service providers: supporting auditors in cross-organizational settings. *Managerial Auditing Journal*. 2014. vol. 29. no. 4. pp. 286-303.

2 Eliseenko V. Garfunkle on outsourcing, *Kazennye uchrezhdeniya: uchet, otchetnost', nalogooblozhenie* [Public institution: accounting, reporting, taxation]. 2012. no. 6. (in Russian).

3 Osokina I.V. Public-private partnerships and Outsourcing of government activities: a comparative analysis. *Nauchno-prakticheskii zhurnal Sovremennaya nauka: Aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya Ekonomika i Pravo* [Scientific-practical journal of Modern science: Actual problems of theory and practice. Series Economics and Law]. 2015. no. 3-4. (in Russian).

4 Shadrina E.V., Vinogradov D.V. Public-private partnership as a form of business organization. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya* [Issues of state and municipal management]. 2012. no. 4. (in Russian).

5 Shrainer O.O. Outsourcing through public-private partnerships in the health sector. *Aktual'nye voprosy ekonomicheskikh nauk* [Topical issues of economic Sciences]. 2017. no. 56. (in Russian).

6 Bindal A., Sharma M. Public-Private Partnership. *International Journal of Research (IJR)*. August, 2014.

7 Federal'nyy zakon ot 13 iul'ya 2015 g. no. 224 FZ "O gosudarstvenno-chastnom partnerstve, munitsipal'no-chastnom partnerstve v Rossijskoj Federacii i vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii". (in Russian)

8 Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 25 oktjabrja 2005 g. no. 1789 r. (in Russian)

9 Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 30 ijunja 2010 g. no. 1101 r. (in Russian)

10 Prikaz FAS Rossii ot 24 oktjabrja 2006 g. no. 271. (in Russian)

11 Prikaz Kaznachejstva Rossii ot 20 iul'ya 2011 g. no. 302. (in Russian)

12 The official site of the consulting company Deloitte. Available at: www.deloitte.com (in Russian)

13 Mansor M.F. et al. The effect of cost reduction and business strategy on human resource outsourcing practicing: A study of Malaysian government link company. *Technology Management and Emerging Technologies (ISTMET)*, International Symposium on. IEEE, 2015. pp. 238-242.

14 Lovchikova E.I., Sukhocheva N.A. Implementation of the outsourcing concept in the regional agro-industrial complex. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017. vol. 65. no. 5. pp. 72–29. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Igor V. Linev candidate of economical sciences, professor, Construction and municipal economy department, MITU-MASI, Bolshaya Cheremushkinskaya str., 17a, Moscow, 117447, Russia, Shunka1956@yandex.ru

CONTRIBUTION

Igor V. Linev Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.29.2017

ACCEPTED 5.22.2017

Формирование логистических интегрированных распределительных центров сельскохозяйственной продукции

Мария П. Морозова¹ morozova.maria.petrovna@gmail.com

¹ Оренбургский государственный аграрный университет, ул. Челюскинцев, д. 18, г. Оренбург, 460014, Россия

Реферат. Проблема реализации произведенной сельскохозяйственной продукции всегда остро стояла перед аграриями, именно на региональном уровне товаропроизводители разобщены и реализуют выращенную продукцию, зачастую не зная конъюнктуры рыночных цен. Отсутствие взаимосвязи между сельскохозяйственными товаропроизводителями, перерабатывающей промышленностью и торговлей; ценовое давление, оказываемое на аграриев со стороны посредников и спекулянтов; низкая конкурентоспособность отечественной продукции, в связи с отсутствием должных способов хранения, доработки, сортировки; неустойчивый сбыт у большинства мелких сельскохозяйственных товаропроизводителей все это делает актуальным создание логистических интегрированных распределительных центров (ЛИРЦ) сельскохозяйственной продукции. Отсутствие системного подхода, недостаточность организационно-методического обеспечения процессов формирования ЛИРЦ сельскохозяйственной продукции, фрагментарность прикладных рекомендаций являются причинами отсутствия слаженного механизма формирования таких центров на базе регионов. Государственная программа РФ развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы ориентирует территориальные образования на развитие оптово-распределительных центров для обеспечения устойчивого роста региональной экономики. В рамках этой программы обозначены цели создания распределительного центра, описаны целевые индикаторы, обозначен объем финансирования, но отсутствует механизм функционирования распределительного центра, рекомендации по его размещению и показатели, оценивающие эффективность функционирования такого центра как на региональном, так и на федеральном уровне. Проведен анализ семантики термина «распределительный центр», на основании проведенного анализа дополнено существующее определение «распределительного центра». Сформулировано авторское определение термина «логистический интегрированный распределительный центр» сельскохозяйственной продукции. На базе анализа существующих классификаций «распределительного центра» был обобщен, систематизирован и дополнен набор классификационных признаков.

Ключевые слова: логистические распределительные центры, интегрированные распределительные центры, сельскохозяйственные товаропроизводители, сельскохозяйственная продукция

Formation of logistic integrated distribution centers of agricultural production

Mariya P. Morozova¹ morozova.maria.petrovna@gmail.com

¹ Orenburg State Agrarian University, Chelyuskintsev St., 17 Orenburg, 460014, Russia

Summary. The problem of selling agricultural products has always been acute for agrarians, it is at the regional level that commodity producers are disunited and sell their products, often without knowing the state of market prices. The lack of interconnection between agricultural producers, processing industry and trade; Price pressure exerted on agrarians by intermediaries and speculators; Low competitiveness of domestic products, due to the lack of proper methods of storage, modification, sorting; Unsustainable sale of most small agricultural producers all this makes it important to create logistics integrated distribution centers (LIRC) of agricultural products. The lack of a systemic approach, the lack of organizational and methodological support for the formation of LIRC agricultural products, the fragmented nature of applied recommendations are the reasons for the lack of a coherent mechanism for the formation of such centers on the basis of regions. Analysis of the semantics of the term “distribution center” is carried out, on the basis of the analysis carried out, the existing definition of the “distribution center” is added. The author's definition of the term “logistic integrated distribution center” of agricultural products is formulated. On the basis of the analysis of the existing classifications of the “distribution center”, a set of classification characteristics was outlined, systematized and supplemented.

Keywords: Logistics distribution centers, integrated distribution centers, agricultural commodity producers, agricultural products

Для цитирования

Морозова М.П. Формирование логистических интегрированных распределительных центров сельскохозяйственной продукции // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 366–371. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-366-371

For citation

Morozova M.P. Formation of logistic integrated distribution centers of agricultural production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 366–371. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-366-371

Введение

Необходимость развития распределительных центров сельскохозяйственной продукции подтверждается принятием постановления Правительства РФ от 14.07.2012 № 717 (ред. от 19.12.2014) «О государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы». Одной из подпрограмм которой является развитие оптово-распределительных центров и инфраструктуры системы социального питания.

Проанализировав зарубежный опыт создания распределительных центров сельскохозяйственной продукции и советский опыт реализации сельскохозяйственной продукции, мы предлагаем скорректировать основную цель и задачи, обозначенные в государственной программе развития оптово-распределительных центров.

Основной целью создания распределительных центров сельскохозяйственной продукции, на наш взгляд, является создание экономических и хозяйственных связей между товаропроизводителем и потребителем, снижение транзакционных издержек в системе товародвижения для повышения конкурентоспособности отечественного продовольствия на внутреннем и международных рынках, становление системы прослеживаемости пищевых продуктов, гарантирующей качество и безопасность продукции по всей цепи поставок «от поля до прилавка» на территории Российской Федерации.

В соответствии с этой целью важнейшими задачами распределительного центра сельскохозяйственной продукции являются:

- информирование сельскохозяйственных товаропроизводителей о ситуациях и ценах на основные виды продовольствия;
- создание необходимых условий для организации сбыта продукции по рыночным ценам;
- обеспечение оперативного режима транспортировки и доставки до потребителя для реализации скоропортящейся продукции;
- обеспечение равных условий сбыта своей продукции всем поставщикам;
- доступ сельскохозяйственного товаропроизводителя к биржевым рынкам (электронным торгам).

Первое упоминание о распределительных центрах сельскохозяйственной продукции в Постановлении Правительства РФ от 6 июля 1994 г. № 791 О программе аграрной реформы в Российской Федерации на 1994–1995 годы,

где суть распределительных центров рассматривается, как механизм распределения и перемещения сельскохозяйственной продукции от сельскохозяйственных товаропроизводителей до розничной торговли с помощью оптовых рынков по торговле скоропортящейся продукцией, созданных в форме акционерных предприятий, районных оптовых и сельских продовольственных рынков.

Основная часть

Термин «распределительный центр» зачастую неверно трактуют, так как некоторые авторы понимают его как логистический центр компаний, занимающихся транспортировкой продукции. Так и в нормативно-правовых актах (таблица 1) под «распределительным центром сельскохозяйственной продукции» понимаются «оптовые рынки», «оптово-накопительные рынки», «оптово-посредническая организация», «складское хозяйство», «сеть оптово-распределительных и производственно-логистических центров», «логистическая инфраструктура агропродовольственного рынка», «логистический центр поставки», «оптовый распределительный центр» [1–5].

Причинами таких терминологических противоречий, на наш взгляд, являются: относительная незрелость области исследования; разнообразие функций, которые изменяются в связи с развитием торговли агропродовольственными товарами; различные региональные и политические аспекты.

Мы провели анализ семантики терминов «распределительный центр», «логистический центр», «склад», «оптовый рынок». На основании проведенного анализа уточнен термин «распределительный центр», а именно это совокупность складских комплексов и видов деятельности, осуществляющих прием, обработку, сортировку, доработку и хранение сельскохозяйственной продукции, а также консолидацию мелких партий товаров для поставки крупным покупателям.

В настоящее время процесс регулирования, создания и функционирования распределительных центров (конкретные подзаконные акты, инструкции, руководства, методики проектирования размещения и функционирования распределительных центров) недостаточно хорошо изучен. В связи с этим, целесообразно руководствоваться Гражданским кодексом РФ, нормативно-законодательными актами, регулирующими торговлю, кооперацию и инвестиционную деятельность [6].

Таблица 1.

Эволюция понятия «распределительный центр сельскохозяйственной продукции» в нормативно-правовых актах Российской Федерации

Table 1.

Evolution of the concept of "distribution center of agricultural products" in the regulatory legal acts of the Russian Federation

Нормативно-правовые акты, регулирующие деятельность распределительных центров сельскохозяйственной продукции Normative and legal acts regulating the activities of the distribution centers of agricultural products	Сущность понятия The essence of the concept	Функционал Functional	Форма организации Form of organization
Постановление Правительства РФ от 6 июля 1994 г. № 791 «О программе аграрной реформы в Российской Федерации на 1994–1995 годы»	Создание в крупных городах и промышленных центрах региональных, городских оптовых рынков по торговле скоропортящейся продукцией Creation in regional cities and industrial centers of regional, city wholesale markets for the trade in perishable produce	Механизм распределения и перемещения сельскохозяйственной продукции от сельскохозяйственных товаропроизводителей до розничной торговли The mechanism of distribution and transfer of agricultural products from agricultural producers to retail trade	Акционерное предприятие, районные оптовые и сельские продовольственные рынки Joint-stock company, district wholesale and rural food markets
Постановление Правительства РФ от 15 июня 1998 г. № 593 «О Комплексной программе развития инфраструктуры товарных рынков Российской Федерации на 1998–2005 годы»	Оптовое-посредническая организация и складское хозяйство Wholesale-intermediary organization and warehousing	Посредническая деятельность и обеспечение взаимодействия предприятий-изготовителей и потребителей в части купли (продажи) товара Intermediary activities and ensuring the interaction of manufacturing enterprises and consumers in terms of purchase (sale) of goods	Оптовый рынок, биржевая торговля, выставки и ярмарки Wholesale market, exchange trade, exhibitions and fairs
Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы»	Сеть оптово-распределительных и производственно-логистических центров для сбыта сельскохозяйственной продукции The network of wholesale distribution and production work of agricultural products, increasing its marketability by creating conditions for its seasonal storage and processing	Обеспечение сбыта сельскохозяйственной продукции, повышение ее товарности за счет создания условий для ее сезонного хранения и обработки Ensuring the marketing of agricultural products, increasing its marketability by creating conditions for its seasonal storage and processing	Сеть оптово-распределительных центров The network of wholesale distribution centers
Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р «О Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г.»	Товаропроводящая и логистическая инфраструктура агропродовольственного рынка The commodity and logistics infrastructure of the agro-food market	Совокупность объектов и видов деятельности, обеспечивающих эффективное функционирование производственно-хозяйственных связей в сфере обращения пищевой продукции. A set of objects and activities that ensure the effective functioning of production and economic relations in the sphere of food products circulation.	Ярмарки, сельскохозяйственные и универсальные рынки, нестационарной и мобильной торговли, выставки. Fairs, agricultural and universal markets, non-stationary and mobile trade, exhibitions.
Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 28 июля 2010 г. № 637 «Об утверждении методических рекомендаций по разработке региональных программ развития торговли»	Объекты торговой инфраструктуры логистические центры поставки Objects of trade infrastructure logistics supply centers	Осуществление приема и хранения сельскохозяйственной продукции, формирование партий товаров для отгрузки хозяйствующим субъектам The implementation of the reception and storage of agricultural products, the formation of lots of goods for shipping to business entities	Распределительные центры Distribution centers
Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 25 декабря 2014 г. № 2733 «Об утверждении Стратегии развития торговли в Российской Федерации на 2015–2016 годы и период до 2020 года»	Система оптовых продовольственных рынков (оптовых распределительных центров) The system of wholesale food markets (wholesale distribution centers)	«Площадка встречи» производства и торговли, услуги сортировки, упаковки, консолидации мелких партий товара для поставок крупным торговым операторам, первичной обработки продукции "Meeting platform"	Выездные ярмарки, потребительская кооперация, дистанционная торговля Outbound fairs, consumer cooperation, distance trade

Рассмотрев более подробно существующее понятие и определение распределительного центра, мы пришли к выводу, что необходимо дополнить термин распределительный центр словом «интегрированный», т. к. «интеграция» (от лат. *integratio* «соединение») процесс объединения частей в целое и рассматривать это понятие в контексте регионального размещения. В рамках исследования мы пришли к выводу, что в систему распределительных центров должны входить товарные биржи. Тем самым *логистический интегрированный распределительный центр сельскохозяйственной продукции (ЛИРЦ)* – это система складских комплексов сельскохозяйственной продукции на территории региона, объединенных логистической цепью, включающих в себя переработку, сортировку, упаковку, доработку, хранение и реализацию продукции, обеспечивающая прямое взаимодействие с производителями и доведение ее до конечных потребителей посредством товарно-биржевой торговли.

Вместо неконтролируемой цепи посредников между производителями и потребителями мы предлагаем следующую схему (рисунок 1) распределения продукции с помощью региональных интегрированных распределительных центров.

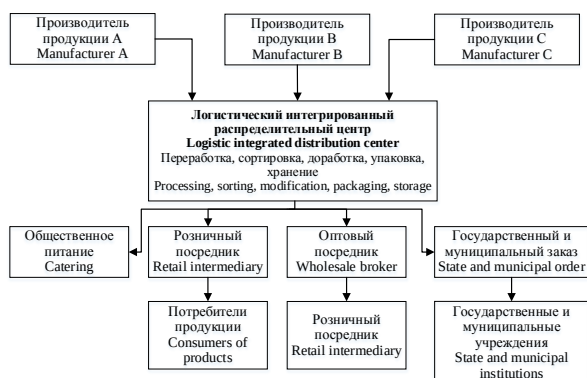


Рисунок 1. Схема распределения продукции, с помощью ЛИРЦ

Figure 1. Scheme of product distribution, with the help of LIRC

ЛИРЦ присущие следующие основные функции:

- закупочная, транспортная, складская (закупка продукции у поставщиков, транспортировка, приемка, разгрузка, сортировка, переработка, упаковка и ответственное хранение поступающей продукции, распределение, погрузка и отправка грузов потребителю транспортом);

- перерабатывающая (фасовка, упаковка, пакетирование, изготовление полуфабрикатов и готовой продукции);

- транспортно-экспедиционное обслуживание (оформление транспортных и финансовых

документов, сопровождение грузов, контроль движения груза, мониторинг рынка грузоперевозок и планирование транспортной работы);

- обслуживание торгового процесса, с помощью товарных бирж (прием заявок, подготовка предложений, оформление документов, гарантирующих наличие сертифицированного товара на складе, проведение торгов, заключение биржевых контрактов, гласность сделок, организация, контроль и управление электронными торгами и т. д.).

Необходимо отметить, что во всех развитых странах товаропроводящая система имеет высокую инвестиционную привлекательность со стороны государства и частных компаний, а также жесткую конкуренцию и динамичное развитие. Концентрация капитала в сфере оптовой и розничной торговли в этих странах в сотни раз выше, чем в российском секторе дистрибьюторских услуг.

Составим схему компонентов социально-экономической эффективности функционирования ЛИРЦ (рисунок 2).

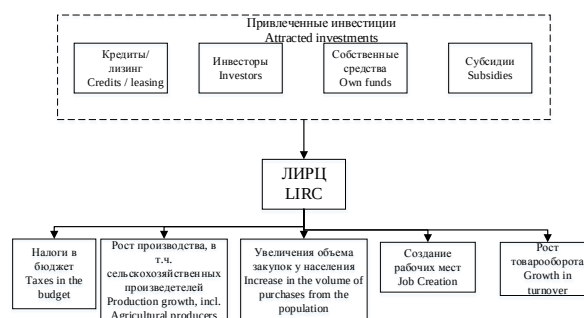


Рисунок 2. Компоненты социально-экономической эффективности функционирования ЛИРЦ

Figure 2. Components of socio-economic efficiency of the LIRC operation

Нами было выявлено, что в настоящее время выход сельскохозяйственного товаропроизводителя на биржевые рынки сопряжен с рядом проблем. Биржевая торговля предполагает гарантированное наличие сертифицированного товара на складе, откуда покупатель вывозит товар на основании биржевого контракта. Решение этой проблемы возможно при условии создания сети складов, на которые товаропроизводители сдают свою продукцию, сертифицируют ее, а затем биржи заключают договора с этими складами о признании складских расписок (свидетельств) в качестве основания для выдачи товаров покупателям. Такими складами, по нашему мнению, должны быть логистические интегрированные распределительные центры.

Заключение

Проанализировав эволюцию сущности понятия «распределительного центра» от логистического звена в продвижении товароматериальных потоков до центра с информационными функциями, также мы считаем, что это не последняя стадия эволюции сущности «распределительного центра», т. к. это не только логистически-информационное звено, но и система, оснащенная финансовой инфраструктурой, современной электронно-биржевой площадкой, действующей как элемент управления развитием экономики региона. В связи с этим дополним существующую классификацию «распределительных центров» (рисунок 3) [7–10].

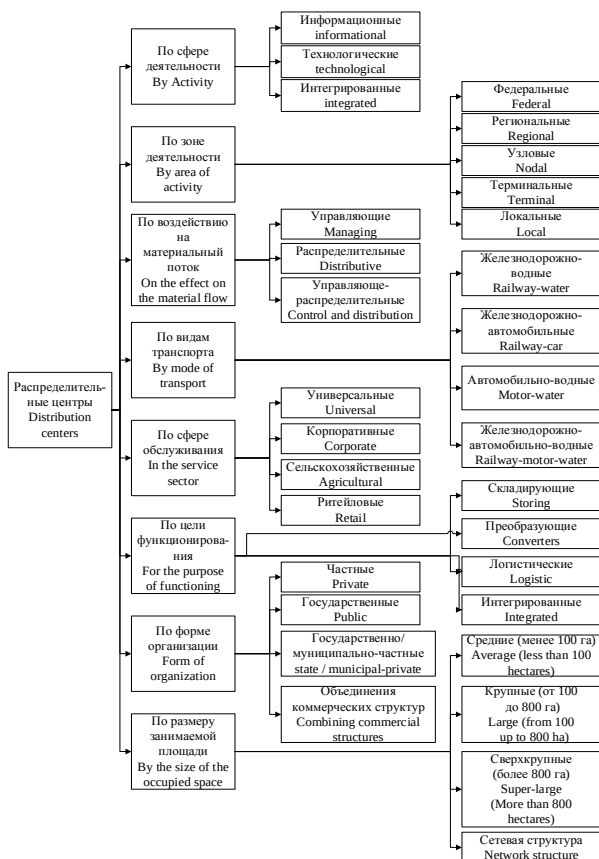


Рисунок 3. Классификация распределительных центров

Figure 3. Classification of distribution centers

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бауэррокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок: 2-е изд. М.: Олимп-Бизнес, 2008.
- 2 Гончаров В.Д. Иностранные инвестиции в АПК России // Инвестиции в России. 2013. № 6. С. 8–11
- 3 Грейз Г.М., Кузменко Ю.Г., Марковский В.А. Снятие ограничений экспортно-распределительной логистической системы как инструмент повышения ее эффективности // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право» 2013 № 2–1, С. 88–94

1. Классификация по сфере обслуживания:
 - универсальные, обслуживающие ритейловые сети, корпоративные структуры и т. д.;
 - корпоративные, принадлежащие и обслуживающие только корпорации;
 - сельскохозяйственные, занимающихся сбором, складированием и товародвижением только сельскохозяйственной продукции;
 - ритейловые, принадлежащие и обслуживающие FMCG-ритейлеров (англ. товары повседневного спроса);
2. По цели функционирования:
 - складирование, занимающиеся только сбором и хранением продукции;
 - преобразующие сбор, хранение, сортировка, упаковка и доработка продукции;
 - логистические организация и предоставление транспортно-логистических, экспедиторских услуг;
 - интегрированные, объединяющие в себе функции всех, рассмотренных выше видов распределительных центров, и в дополнении к ним обеспеченные финансовой инфраструктурой товарной биржей, банковским и страховым департаментами.

На базе анализа типологии и иерархии распределительных центров в зарубежной и отечественной литературе, а также существующих подходов к классификации распределительных центров, был обобщен, дополнен и систематизирован набор классификационных признаков в соответствии с современными реалиями региональной экономики.

В частности, по сфере деятельности, на наш взгляд, распределительные центры подразделяются не только на информационные и технологические, но и интегрированные, объединяющие в себе функции информационного и технологического распределительного центра.

- 4 Грейз Г.М., Кузменко Ю.Г., Хатеев И.В. Анализ концепций взаимодействия основных логистических потоков // Российское предпринимательство. 2013 г. № 5(227) С. 26–32
- 5 Демченко А.И., Каточков В.М. К вопросу о мультиобъектности структуры логистической цепи с позиции системного управления // Известия Уральского государственного экономического университета. 2015. № 4 (60). С. 129–134.
- 6 Евтюгина А.А., Карх Д.А. Влияние глобальных торговых сетей на социально-экономическое развитие региона // Экономика региона. 2010 № 2 С. 222–227

7 Каточков В.М., Турлаев Р.С. О развитии транспортно-логистических центров Челябинской области // Материалы международной научно-практической конференции. Трансформации логистических систем в современных условиях. 2015. С. 121–125.

8 Мазлоев В.З., Озерова М.Г. Оптово-распределительные центры как основа формирования логистической инфраструктуры АПК // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 9. С. 57–64

9 Морозова М.П. Интегрированные распределительные центры как одна из форм эффективного сбыта сельскохозяйственной продукции // Известия Уральского государственного экономического университета. 2016. № 4. С. 117. 125

10 Савин Г.В., Карх Д.А. Проектирование логистических систем: монография, Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2015. 77 с

11 Amrani A.E. The impact of international logistics parks on global supply chains, Massachusetts Institute of Technology. 2007. 62 с.

12 Boile, Strauss-Wiede M.A. Feasibility of Freight Villages in the NYMTC Region, New York: The State University of New Jersey. 119 с.

13 Cassone, G.C. Models of intermodal node representation // European Transport. 2010. № 46. С. 72-85.

14 Du J. Developing a Conceptual Framework of International Logistics Centres // 12th World Conference on Transport Research. Lisbon, 2010. 35 с.

15 Erkayman B., Gundogar E., Akkaya G., Ipek M. A Fuzzy Topsis Approach For Logistics Center Location Selection // Journal of Business Case Studies Turkey, 2011. № 3. С. 49-55.

REFERENCES

1 Bauerox D.J., Closs D.J. Logistika: integrirovannaya cep' postavok [Logistics: integrated supply chain]: 2nd ed. Moscow, Olimp-Business, 2008 (in Russian)

2 Goncharov V.D. Foreign investment in Russian agriculture. *Investitsii v Rossii* [Investments in Russia]. 2013. no. 6 (221). pp. 8–11 (in Russian)

3 Greiz G.M., Kuzmenko Yu.G., Markovsky V.A. Removing restrictions on the export-distribution logistics system as a tool to increase its effectiveness. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya "Jekonomika i pravo"* [Proceedings of the Udmurt University. Series "Economics and Law"] 2013 № 2–1 pp. 88–94 (in Russian)

4 Greiz G.M., Kuzmenko Yu. G., Khateev I.V. Analysis of the concepts of interaction of the main logistical flows. *Rossijskoe predprinimatel'stvo* [Journal of Russian Entrepreneurship]. 2013. no. 5 (227) pp. 26–32 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария П. Морозова преподаватель, кафедра финансов и кредита, Оренбургский государственный аграрный университет, ул. Челюскинцев, 18, г. Оренбург, 460014, Россия, morozova.maria.petrovna@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария П. Морозова Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.05.2017

5 Demchenko A.I. Katotkov VM To the question of multiobjectivity of the structure of the logistic chain from the position of system management. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta* [News of Ural State University of Economic]. 2015. no. 4 (60). pp. 129–134 (in Russian)

6 Evtyugina A.A., Karh D.A. The impact of global trade networks on the socio-economic development of the region. *Ehkonomika regiona* [Region economic] 2010 № 2 pp. 222–227 (in Russian)

7 Katotkov VM, Turlaev RS On the development of transport and logistics centers in the Chelyabinsk region [O razvitii transportno-logisticheskikh centrov CHelyabinskoy oblasti]. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Transformations of logistics systems in modern conditions. 2015. pp. 121–125. (In Russian).

8 Mazloev V.Z., Ozerov M.G. Optovo-raspre-delitel'nye tsentry kak osnova formirovaniya logisticheskoi infrastruktury APK [Wholesale and distribution centers as the basis for the formation of APC] *Jekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of Agriculture of Russia logistic infrastructure], 2015. no. 9, pp. 57–64 (In Russian).

9 Morozova, M.P. Integrirovannye raspredelitel'nye tsentry kak odna iz form ehffektivnogo sbyta sel'skohozyajstvennoj produkci. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ehkonomicheskogo universiteta*. 2016. no. 4. pp. 117. 125. (In Russian).

10 Designing of logistics systems [Proektirovanie logisticheskikh sistem]: [monograph] / GV Savin, DA Karkh; M-in education and science Ros. Federation, the Urals. State. Econ. Un-t. Ekaterinburg: [Izd-vo Ural. State. Econ. Un-ta], 2015. 77 p.

11 Amrani A.E. The impact of international logistics parks on global supply chains6 Massachusetts Institute of Technology. 2007. 62 p.

12 Boile, Strauss-Wiede M.A. Feasibility of Freight Villages in the NYMTC Region, r. New York: The State University of New Jersey. 119 p.

13 Cassone, G.C. Models of intermodal node representation. *European Transport*. 2010. no. 46, pp. 72-85.

14 Du J. Developing a Conceptual Framework of International Logistics Centres. 12th World Conference on Transport Research. Lisbon, 2010. 35 p.

15 Erkayman B., Gundogar E., Akkaya G., Ipek M. A Fuzzy Topsis Approach For Logistics Center Location Selection. *Journal of Business Case Studies Turkey*, 2011. no. 3. pp. 49-55.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mariya P. Morozova lecturer, finance and credit department, Orenburg State Agrarian University, Chelyuskintsev St., 17 Orenburg, 460014, Russia, morozova.maria.petrovna@gmail.com

CONTRIBUTION

Mariya P. Morozova Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.3.2017

ACCEPTED 5.15.2017

Сетевая модель комплекса работ по технической подготовке производства нового изделия как способ повышения качества

Юлия Ю. Левштанова¹ inboxjulia@bk.ru

Ильдар И. Хафизов¹ khafizov@kpfu.ru

¹ Казанский (Приволжский) Федеральный университет, ул. Сайдашева, 12, г. Казань, 420021, Россия

Реферат. В работе рассмотрен алгоритм построения сетевой модели для заданного комплекса работ. Приведенная модель строится одновременно на базе двух независимых друг от друга методов: методе критического пути, методе оценки и пересмотра планов. Применение этих методов позволило решить сразу две задачи – сократить продолжительность выполнения рабочих операций на критическом и всех полных путях, а также поддержать на нормативном уровне качество выпускаемой продукции. На примере реального проекта по организации производства хвостового оперения самолета, состоящего из сложных взаимосвязанных операций, сформирована модель, направленная на сокращение не только общей продолжительности проекта, но и ранних и поздних сроков завершения событий. Сетевое моделирование комплекса работ по подготовке производства выпуска нового изделия позволило за минимальный промежуток времени спланировать календарный план выполнения комплекса предстоящих работ; наглядно показать те резервы времени на каждом построенном пути, которые способны максимально эффективно мобилизовать не только материальные ресурсы, но и человеческие. Выявлены возможные отклонения при реализации комплекса работ по всем возможным путям, что снизит риск срыва сроков выполнения проекта. Построив последовательную логическую цепочку всех операций производственного процесса, и, используя дифференцированный подход при распределении ответственности между всеми участниками (отдельно по каждой отдельной операции), удалось существенным образом повлиять на эффективность управления в целом по проекту. Сетевое моделирование как один из методов анализа ранних и поздних сроков начала и завершения операций по комплексу работ позволило наглядно представить алгоритм реализации каждого этапа и каждой операции во времени, получив в завершение прогнозную продолжительность реализации проекта.

Ключевые слова: сетевой график, метод критического пути, метод оценки и пересмотра планов, директивный срок, резерв времени, ранний срок, поздний срок

Network model of the complex of works on technical training of production of the new product as way of improvement of quality

Yulia Yu. Levshstanova¹ inboxjulia@bk.ru

Ildar I. Khafizov¹ khafizov@kpfu.ru

¹ Kazan (Volga) Federal University, Saydashev st., 12, Kazan, 420021, Russia

Summary. In work the algorithm of creation of network model for the set complex of works is considered. The given model is under construction at the same time on the basis of two methods independent from each other: method of a critical way, method of an assessment and revision of plans. Application of these methods has allowed to solve at once two problems – to reduce duration of feasibility of working operations on critical and all full ways, and also to maintain quality of products at the standard level. On the example of the real project on the organization of production of tail plumage of the plane, consisting of the difficult interconnected operations, the model directed to reduction not only the general duration of the project, but also an early and late date of completion of events is created. Network modeling of a complex of works on preparation of production of release of a new product has allowed to plan the planned schedule of performance of a complex of the forthcoming works for the minimum period; to demonstrate those reserves of time on each constructed way which are capable to mobilize most effectively not only material resources, but also human. Possible deviations at realization of a complex of works on all possible ways are revealed that will reduce risk of failure to meet time constraints of feasibility of the project. Having constructed a consecutive logical chain of all operations of production, and, thereby, having used the differentiated approach at distribution of responsibility between all participants (separately on each separate operation), it was succeeded to affect essentially management efficiency in general on the project. Network modeling as one of methods of the analysis of early and late terms of the beginning and completion of operations on a complex of works has allowed to present visually an algorithm of realization of each stage and each operation in time, having received the expected duration of implementation of the project in end.

Keywords: network schedule, critical way, CHM (critical path method), PERT (program evaluation and review technique), directive term, full reserve of time, early term, late term

Введение

Сегодня невозможно занять стабильную нишу на рынке, если производители не ориентируются на колебания на внешнем и внутреннем рынках; не ведут гибкую ценовую политику; не используют в своей практике ежедневный

мониторинг, научно обоснованное планирование и прогнозирование. В таком случае, также нельзя говорить и о том должном качестве выпускаемой продукции, которое заинтересовало бы потенциального потребителя, заказчика или инвестора. Промышленный сектор производства должен всегда гибко реагировать

Для цитирования

Левштанова Ю.Ю., Хафизов И.И. Сетевая модель комплекса работ по технической подготовке производства нового изделия как способ повышения качества // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 372–379. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-372-379

For citation

Levshstanova Y. Y., Khafizov I. I. Network model of the complex of works on technical training of production of the new product as way of improvement of quality. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 372–379. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-372-379

на любые изменения на рынке, непрерывно проводить автоматизацию производственных процессов, сокращать продолжительности рабочих циклов, использовать в своей практике современные методы планирования и прогнозирования производственных процессов [4].

Существенное место в правильном обосновании планов повышения качества играет использование данных о результатах эксплуатации продукции, обобщение и анализ информации о фактическом уровне ее качества. На примере рассмотрим реальный проект по производству хвостового оперения самолета, который представляет собой сложную совокупность взаимосвязанных процессов [9]. Поэтому сокращение цикла операций на этапе рабочего планирования происходит последовательно, то есть без детальной проработки предшествующей операции невозможно переходить на следующий этап. Используемый метод графически представлен на построенной сетевой модели комплекса работ по подготовке производства нового изделия (рисунок 1) [3].

Когда основная задача прогнозирования сосредоточена непосредственно на том, чтобы максимально сократить продолжительность критического пути, который определяет время завершения проекта, отдельно определяется средняя ценность для каждой продолжительности проекта. Как правило, ценность – сумма прямых и косвенных издержек. Но косвенные издержки на протяжении всего процесса реализации проекта включаются в стоимость проекта, тем самым увеличивая его себестоимость. Поэтому этот вид издержек необходимо максимально сокращать на каждом этапе проекта. Что касается прямых издержек по производству нового изделия, то они, напротив, увеличиваются по мере того, как продолжительность реализации проекта растет. Поэтому сравнение их с плановыми показателями (для определения общей продолжительности стартовой модели) не вполне обоснованно [7].

На практике способов сокращения общей продолжительности критического пути не так много. Поэтому, часто применяют альтернативный способ, который одновременно способствует и сокращению продолжительности выполнения рабочих операций непосредственно на критическом пути и снижению качества выпускаемой продукции. Для того чтобы решить обе эти задачи в рамках реализуемого проекта и поддержания качества продукции на уровне стандартов более подробно рассмотрим алгоритм формирования сетевой модели как способ

последовательного математического моделирования, прогнозирования и построения алгоритма управления полным комплексом работ по технической подготовке производства нового изделия.

Представленная сетевая модель формировалась на базе двух методов, независимых друг от друга: методе оценки пересмотра планов – PERT (Program Evaluation and Technique) и методе критического пути – CPM (Critical Path Method) [11].

Сетевое моделирование комплекса работ по подготовке производства выпуска нового изделия позволило за минимальный промежуток времени спланировать календарный план выполнения комплекса предстоящих работ; наглядно показать те резервы времени на каждом построенном пути, которые способны максимально эффективно мобилизовать не только материальные ресурсы, но и человеческие.

Выявлены возможные отклонения при реализации комплекса работ по всем возможным путям, что снизит риск срыва сроков выполнения проекта. Построив последовательную логическую цепочку всех операций производственного процесса, и, тем самым, используя дифференцированный подход при распределении ответственности между всеми участниками (отдельно по каждой отдельной операции), удалось существенным образом повлиять на эффективность управления в целом по проекту [1].

Удалось с высокой степенью эффективности детализировать весь комплекс работ, выявить сущность на проблемы и причины ее возникновения, а также проанализирована взаимосвязь между операциями (главным образом, на критическом пути), поскольку именно при построении сетевой модели за основу берется научно обоснованное отражение всех зависимостей между операциями [14–15]. Только построив критический путь можно говорить о том, каким образом каждая операция, входящая в него, повлияет на общую продолжительность проекта и как лучше построить план работ, не изменяя при этом сроки выполнимости проекта и выйти на минимальную себестоимость.

Таким образом, сетевое моделирование как один из методов анализа ранних и поздних сроков начала и завершения операций по комплексу работ позволило наглядно представить алгоритм реализации каждого этапа и каждой операции во времени, получив в завершение прогнозную продолжительность реализации проекта.

Как в процессе построения сетевого графика, так и на момент его непосредственного применения на производственной площадке, в него вносились корректировки посредством улучшения производственных операций и по ресурсам, и по времени. Если же график не соответствовал прогнозируемому плану выполнения операций в пределах установленных временных рамок, то корректировалась продолжительность критического пути одним из двух путей: либо за счет резервов времени не критических работ и соответствующего перераспределения ресурсов, либо за счет изменения последовательности выполнения операций и взаимосвязи работ.

На сетевой график (рисунок 1) нанесены работы и события [2]. События обозначаются кружками, работы – стрелками, показывающими связь между событиями. Продолжительность работы измеряется количеством дней, наносимых над стрелкой. Все работы в графике ведут к конечному событию – цели планирования. Жирной линией отмечены события, не имеющие резервов времени, то есть критический путь.

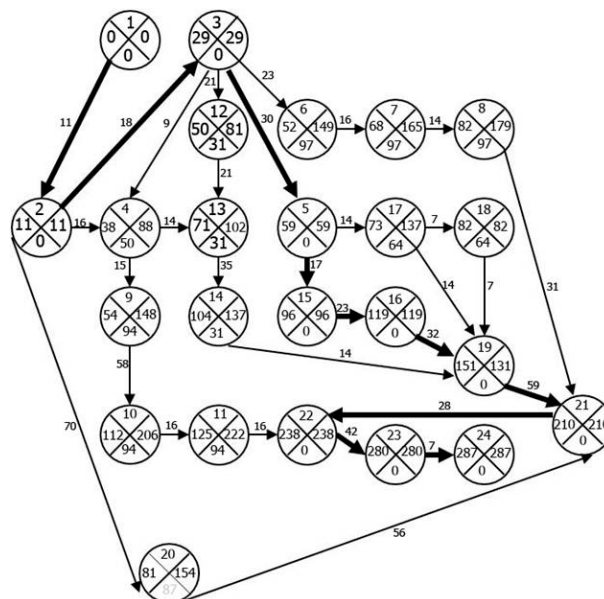


Рисунок 1. Сетевой график комплекса работ по подготовке производства нового изделия
Figure 1. Network schedule of a complex of works on preparation of production of a new product

Комплекс работ по технической подготовке производства нового изделия
Table 1.

Complex of works on technical training of production of a new product

№	Наименование работы Name of work	Код работы Work code	Продолжительность в днях Duration in days
1	Получение от разработчика конструкторских чертежей и технические условия на изделие Receiving from the developer of design drawings and specifications on a product	1,2	11
2	Обработка конструкторских чертежей и технические условия Processing of design drawings and specifications	2,3	18
3	Определение номенклатуры испытательного оборудования на изделие, составление спецификации на комплектующие приборы для испытательного оборудования Definition of the nomenclature of the test equipment on a product, drawing up specifics on the completing devices for the test equipment	2,4	16
4	Определение номенклатуры и количества технологического оборудования Definition of the nomenclature and number of processing equipment	3,4	9
5	Составление заявок на комплектующие приборы, материалы для оборудования и передача их в отдел материально-технического снабжения, отдел кооперированных поставок Drawing up applications for the completing devices, materials for the equipment and their transfer to department of logistics, department of the cooperated deliveries	4,9	16
6	Обработка технологической документации Processing of technological documentation	3,5	30
7	Разработка предварительных норм расхода материалов Development of preliminary consumption rates of materials	5,15	37
8	Заключение договоров, передача заводам-изготовителям комплектующих приборов The conclusion of contracts, transfer to manufacturers of the completing devices	9,10	58
9	Заключение договоров на поставку материалов Conclusion of contracts for supply of materials	15,16	23
10	Поставка материалов на изделие Supply of materials to a product	16,19	32
11	Изготовление испытательного стенда Production of the test bench	10,11	16
12	Настройка испытательного стенда Setup of the test bench	11,22	16
13	Проектирование оснастки Design of the equipment	3,6	23
14	Разработка технологии изготовления оснастки Development of manufacturing techniques of the equipment	6,7	16
15	Изготовление, испытание и сдача оснастки заготовительному цеху Production, test and delivery of the equipment to the procuring shop	7,8	14

16	Изготовление, испытание и сдача оснастки сборочному цеху Production, test and delivery of the equipment to the assembly shop	8,21	31
17	Получение от разработчика деталей и узлов на установленную партию деталей Receiving from the developer of details and knots on the established kit of parts	2,20	70
18	Определение ведущих профессий и обучение кадров Definition of the leading professions and personnel training	20,21	56
19	Разработка принципиальной электротехнической схемы на специальное оборудование Development of the schematic electrotechnical diagram on the special equipment	3,12	21
20	Проектирование специального оборудования Design of the special equipment	12,13	21
21	Изготовление специального оборудования Production of the special equipment	13,14	35
22	Составление планировки расположения оборудования Drawing up planning of an arrangement of the equipment	4,13	14
23	Установка оборудования Installation of the equipment	14,19	14
24	Разработка норм расхода материалов на изделие и передача их в ПДО (планово-диспетчерский отдел) Development of consumption rates of materials on a product and their transfer to planned and dispatching department	5,17	14
25	Составление в комплектующей ведомости готовых деталей, входящих в изделие Drawing up in the completing sheet of the ready details entering a product	17,18	7
26	Выдача сборочному цеху готовых деталей на изделие Delivery to the assembly shop of ready details on a product	18,19	7
27	Определение в ПДО номенклатуры и количества деталей, входящих в изделие, и выдача производственных заданий цехам Definition in planned and dispatching department of the nomenclature and quantity of the details entering a product and delivery of production targets to shops	17,19	14
28	Изготовление опытной партии деталей и узлов и сдача их сборочному цеху Production of pilot batch of details and knots and delivery to their assembly shop	19,21	59
29	Освоение производства изделий изготовление и сдача отделу технического контроля установленной партии Development of production of products production and delivery to department of technical control of the established party	21,22	28
30	Контрольное испытание новых изделий Control test of new products	22,23	42
31	Упаковка и сдача изделий на склад Packing and delivery of products on a warehouse	23,24	7

Таким образом, директивный срок выполнения всего комплекса работ составил 298 дней.

Критический путь проходит через цепочку событий и работ под номерами 1–2–3–5–15–16–19–21–22–23–24, и равен 287 дням.

Минимальный срок, необходимый для выполнения всех работ, предшествующих событию, равен продолжительности наибольшего из путей, ведущих от исходного события 1 к данному – ранний срок наступления событий (T_{pi}).

Ранние сроки выполнения событий:

$$T_{pi} = t_{o-i}(\max t_{o-i})$$

где $\max t_{o-i}$ – максимальное время выполнения всех работ, ведущих к данному событию [5].

Поздний срок свершения событий определяется разностью между продолжительностью критического пути и максимальной длительностью следующих за данным событием путей к завершающему по следующей формуле:

$$T_{ne} = L_{kp} - t_{i-c}(\max t_{i-c})$$

где L_{kp} – продолжительность критического пути; $\max t_{i-c}$ – максимальная длительность пути от начального события до завершающего [12].

Критический путь – путь, который соединяет события с нулевым резервом времени и соответствует максимальной продолжительности последовательных работ (L_{kp}).

Резерв времени образуется у тех событий, для которых поздний срок свершения больше раннего, и он равен их разности:

$$R_{(i)} = t_n(i) - t_p(i).$$

Результаты расчетов ранних и поздних сроков наступления событий, резервов времени по формулам для сетевого графика, занесены в таблицу 2.

Таблица 2.

Результаты расчетов ранних и поздних сроков наступления событий, резервов времени

Table 2.

Results of calculations of early and late terms of approach of events, time reserves

Код работы Work code	Продолжительность события Event duration	№ события Number of an event	Ранний срок наступления события Early term of approach of an event	Поздний срок наступления события Late term of approach of an event	Резерв времени Float time
1,2	11	1	11	11	0
2,3	18	2	29	29	0
2,4	16	3	27	88	61
3,4	9	4	38	88	50
4,9	16	5	54	148	94
3,5	30	6	59	59	0
5,15	37	7	96	96	0
9,10	58	8	112	206	94
15,16	23	9	119	119	0
16,19	32	10	151	151	0
10,11	16	11	128	222	94
11,22	16	12	238	238	0
3,6	23	13	52	149	97
6,7	16	14	68	165	97
7,8	14	15	82	179	97
8,21	31	16	210	210	0
2,20	70	17	81	154	73
20,21	56	18	210	210	0
3,12	21	19	50	81	31
12,13	21	20	71	102	31
13,14	35	21	106	137	31
4,13	14	22	71	102	31
14,19	14	23	151	151	0
5,17	14	24	73	137	64
17,18	7	25	80	144	64
18,19	7	26	151	151	0
17,19	14	27	151	151	0
19,21	59	28	210	210	0
21,22	28	29	238	238	0
22,23	42	30	280	280	0
23,24	7	31	287	287	0

Зная ранние и поздние сроки наступления операций (событий), можно определить ранние и поздние сроки начала и окончания каждой из них [6]. Ранний срок начала совпадает с ранним сроком свершения ее начального события. При этом, ранний срок окончания работы можно получить, если сложить ранний срок начальной операции и ожидаемую продолжительность. Поздний срок есть разница между поздним сроком свершения конечной операции и ее ожидаемой продолжительностью. Как правило, поздний срок окончания операции совпадает с поздним сроком свершения последующего события. Те операции, которые не лежат на критическом пути, обладают определенными резервами времени. То максимальное количество времени, на которое можно увеличить продолжительность этой операции, не изменяя при этом общей продолжительности критического пути, есть полный резерв времени работы:

$$R_{ij} = T_j - T_{pi} - t_{ij}.$$

Между тем, то максимальное количество времени, на которое можно увеличить продолжительность выполнения операции или на какое-то время отложить ее начало, не изменяя при этом ранних сроков начала последующих операций при условии, что начальное событие этой операции наступило в свой ранний срок, есть свободный резерв:

$$R_{ij} = T_{pi} - T_{pi} - t_{ij}.$$

Результаты расчета параметров работ сетевого графика приведены в таблице 3.

В построенном сетевом графике имеются пути, опирающиеся на исходное и завершающее событие. Определим число путей в этой модели (таблица 4).

Таблица 3.

Результаты расчета параметров работ сетевого графика

Table 3.

Results of calculation of parameters of works of the network

Код работы Work code	Продолжительность Event	Ранний срок начала Early term of the beginning	Поздний срок начала Late starting date	Ранний срок завершения Early deadline	Поздний срок завершения Late term of end	Полный резерв времени Full reserve of time	Свободный резерв времени Free reserve of time	Коэффициент напряженности Tension coefficient
1,2	11	0	0	11	11	0	0	1
2,3	18	11	1	29	29	0	0	1
2,4	16	11	2	27	88	1	11	0,79
3,4	9	29	9	38	88	0	0	0,825
4,9	16	38	32	54	148	4	0	0,672
3,5	30	29	9	59	59	0	0	1
5,15	37	59	9	96	96	0	0	1
9,10	58	54	148	112	206	4	0	0,672
15,16	23	96	96	119	119	0	0	1
16,19	32	119	119	151	151	0	0	1
10,11	16	112	206	128	222	94	0	0,672
11,22	16	128	222	144	238	94	0	0,672
3,6	23	29	126	52	149	97	0	0,672
6,7	16	52	149	68	165	97	0	0,672
7,8	14	68	165	82	179	97	0	0,672
8,21	31	82	179	113	210	97	0	0,662
2,20	70	11	84	81	154	73	0	0,745
20,21	56	81	154	137	210	73	0	0,745
3,12	21	29	60	50	81	31	0	0,891
12,13	21	50	81	71	102	31	0	0,891
13,14	35	71	102	106	137	31	0	0,891
4,13	14	38	88	52	102	50	0	0,825
14,19	14	106	137	120	151	31	0	0,891
5,17	14	59	123	73	137	64	0	0,777
17,18	7	73	137	80	144	64	0	0,777
18,19	7	80	144	87	151	64	0	0,777
17,19	14	73	137	87	151	64	0	0,777
19,21	59	151	151	210	210	0	0	1
21,22	28	210	210	238	238	0	0	1
22,23	42	238	238	280	280	0	0	1
23,24	7	280	287	287	287	0	0	1

Таблица 4.

Расчет количества путей в сетевой модели

Table 4.

Calculation of quantity of ways in network model

№ пути Track number	Номера событий, по которым проходит путь Numbers of events according to which there passes the way	Продолжительность пути Duration of a way	Полный резерв времени Full reserve of time
1	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 22, 23, 24	193	105
2	1, 2, 20, 21, 22, 23, 24	214	84
3	1, 2, 4, 13, 14, 19, 21, 22, 23, 24	227	71
4	1, 2, 4, 9, 10, 11, 22, 23, 24	182	116
5	1, 2, 4, 13, 14, 19, 21, 22, 23, 24	237	61
6	1, 2, 3, 12, 13, 14, 19, 21, 22, 23, 24	256	42
7	1, 2, 3, 5, 15, 19, 21, 22, 23, 24	287	11
8	1, 2, 3, 5, 17, 19, 21, 22, 23, 24	223	75
9	1, 2, 3, 5, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24	223	75
10	1, 2, 3, 6, 7, 8, 21, 22, 23, 24	190	108

Таким образом, в сетевом графике (рисунок 1) 10 путей.

Проведем анализ сетевого графика на основе рассчитанных выше временных характеристик [5].

Прежде всего, проверим, не превышает ли длина критического пути продолжительность заданного директивного срока. Если это так,

то необходимо принять меры по уплотнению графика работ. В рассматриваемом случае директивный срок выполнения равен 298 дням, а продолжительность критического пути – 287 дням, то есть, не превышает директивного срока. График приемлемый. Но возможен дальнейший анализ и оптимизация комплекса работ.

Коэффициент сложности сетевого графика равен отношению количества работ к количеству событий (0,7).

Оптимальная продолжительность времени выполнения работ всего комплекса по сетевому графику соответствует среднему значению продолжительности его путей, то есть составляет 223 дня.

Расчет коэффициентов напряженности показал степень близости пути к критическому. Чем выше коэффициент напряженности, тем ближе путь к критическому и наоборот, чем меньше коэффициент напряженности, тем большими резервами обладает путь [10, 13].

В зависимости от коэффициента напряженности все работы попадают в одну из трех зон напряженности: критическую ($K_n > 0,8$), промежуточную ($0,5 < K_n < 0,8$), резервную ($K_n < 0,5$).

Заключение

В результате выполненной работы был построен и проанализирован сетевой график (рисунок 1). Для этой сетевой модели определены: количество путей; наличие и продолжительность критического и полных путей; ранние и поздние

сроки начала и завершения событий; определены полные свободные резервы времени. Наличие положительного резерва указывает на возможность опережения утвержденного календарного графика. Наличие нулевого резерва указывает на возможность осуществления проекта точно по календарному графику.

Построение сетевой модели, как метод сетевого планирования управления производственными процессами, комплекса работ по подготовке производства нового изделия способствовало сокращению сроков выпуска продукции на 15–20%, повышению качества и эффективности управления сложными комплексами работ, обеспечению рационального использования трудовых ресурсов и техники, увидеть взаимосвязь задач проекта и выявить критически аспекты планируемых работ. Кроме того, важным преимуществом сетевой модели стала возможность представить влияние той или иной задачи на ход выполнения последующих задач, что важно для контроля работ проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бенко К., Мак-Фарлан Уоррен Ф. Управление портфелями проектов. Соответствие проектов стратегическим целям компании, М.: Вильямс, 2014. С. 48–49.

2 Кудрявцев Е.М. Методы сетевого планирования и управления проектом, М: ДМК Пресс, 2008. 240 с.

3 Khafizov I.I. Economic efficiency and effectiveness of ways of separating materials electro diamond processing. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, № 1, Art. № 012014, 2016. Vol 134.

4 Левштанова Ю.Ю. Анализ методов планирования и управления производством // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2014. С. 125.

5 Новицкий Н.И. Сетевое планирование и управление производством, М., 2009. 159 с.

6 Похабов В.И., Попова Н.Д. Экономико-математические методы и модели. Практикум. В 2 ч. Ч. 2., Минск, 2009. С. 12-23.

7 Трусова Л.И., Богданов В.В., Щепочкин В.А. Организация производства и менеджмент в машиностроении, Ульяновск, 2009. 406 с.

8 Туровец О.Г., Бухалков М.И., Родионов В.Б. Организация производства и управление предприятием, М: ИНФА-М, 2009. 544 с.

9 Хафизов И.И., Закирова А.Р., Садыков З.Б., конференции Современные технологии и материалы – ключевое звено в возрождении отечественного авиастроения // Материалы Международной научно-практической конференции. 2010. Т. 2. Казань. С. 228–229.

10 Ципес Г.Л., Товб А.С. Проекты и управление проектами в современной компании, М: Олимп-Бизнес, 2009. С. 51-57.

11 Enlow H. Planning R and D Projects Using GERT. Arizona State University, Erno-Kjoholde E., Project Management // Theory and Management of Research Projects. MPP Working Paper3, 2000. С. 37.

12 Alexandor K., Soldatos J. Linear versus Network Scheduling: A Critical Path Comparison // Journal of Construction Engineering and Management. 2007, T. 133, № 7, С. 483. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:7(483).

13 Kastor A., Sirakoulis K. The effectiveness of resource leveling tools for Resource Constraint Project Scheduling Problem. International Journal of Project Management. 2009, T. 27(5), С. 493-500. DOI:10.1057/jors.2009.9

14 Pritsker A., Alan B. GERT: Graphical Evaluation and Review Technique, Memorandum RM-4973 NASA. The Corporation. Santa Monica (California).

15 Seon-Gyoo Kim. CPM Schedule Summarizing of the Beeline Diagramming Method. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. 2012, vol. 11, 2012, № 2, С. 367-374. DOI: 10.3130/jaabe.11.367.

REFERENCES

1 Benko K., Mak-Farlan Uorren F. Upravlenie portfelyami proektov. Sootvetstvie proektov strategicheskim tselyam kompanii [Managing portfolios of projects. The compliance of projects with the strategic goals of the company]. Moscow, Vil'yams, 2014. pp. 48–49. (in Russian).

2 Kudryavtsev E.M. Metody setevogo planirovaniya i upravleniya proektom [Methods of network planning and project management]. Moscow, DMK Press, 2008. 240 p. (in Russian).

3 Khafizov I.I. Economic efficiency and effectiveness of ways of separating materials electro di-amond processing. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, no. 1, Art. No. 012014, 2016. vol. 134.

4 Levshanova Yu.Yu. Analysis of methods of planning and production management. *Ekonomika i upravlenie: analiz tendentsii i perspektiv razvitiya* [Economics and management: analysis of tendencies and prospects of development]. 2014. pp. 125. (in Russian).

5 Novitskii N.I. Setevoe planirovanie i upravlenie proizvodstvom [Network planning and production management]. Moscow, 2009. 159 p. (in Russian).

6 Pokhabov V.I., Popova N.D. Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli. Praktikum. [Economic-mathematical methods and models]. Minsk 2009. pp. 12-23. (in Russian).

7 Trusova L.I., Bogdanov V.V., Shchepochkin V.A. Organizatsiya proizvodstva i menedzhment v mashinostroenii [Organization of production and management engineering]. Ul'yanovsk, 2009. 406 p. (in Russian).

8 Turovets O.G., Bukhalkov M.I., Rodionov V.B. Organizatsiya proizvodstva i upravlenie predpriyatiem [Organization of production and enterprise management]. Moscow, INFA-M, 2009. 544 p. (in Russian).

9 Khafizov I.I., Zakirova A.R., Sadykov Z.B., konferentsii Modern technologies and materials – the key point in revival of domestic aircraft building. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii

[Materials of International scientific-practical conference]. 2010. vol. 2. Kazan, pp. 228–229. (in Russian).

10 Tsipes G.L., Tovb A.S. Proekty i upravlenie proektami v sovremennoi kompanii [Projects and project management in modern companies]. Moscow, Olimp-Biznes, 2009. 51-57 p. (in Russian).

11 Enlow H. Planning R and D Projects Using GERT. Arizone State University, Erno-Kjolhede E., Project Management Theory and Management of Research Projects. MPP Working Paper3,2000. 37 p.

12 Alexandor K., Soldatos J. Linear versus Network Scheduling: A Critical Path Comparison. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2007, vol. 133, no 7, pp. 483. Available at: DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:7(483).

13 Kastor A., Sirakoulis K. The effectiveness of resource leveling tools for Resource Constraint Project Scheduling Problem. *International Journal of Project Management*. 2009, vol. 27(5), pp. 493-500. Available at: doi.org/10.1057/jors.2009.9

14 Pritsker A., Alan B. GERT: Graphical Evaluation and Review Technique, Memorandum RM-4973 NASA. The Corporation. Santa Monica (California).

15 Seon-Gyoo Kim. CPM Schedule Summarizing of the Beeline Diagramming Method. *Journal of Assian Architecture and Building Engineering*. 2012, vol. 11, 2012, no. 2, pp. 367-374. DOI: 10.3130/jaabe.11.367

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юлия Ю. Левштанова студент, кафедра биомедицинской инженерии и управления инновациями, Инженерный институт Казанского (Приволжского) федерального университета, ул. Сайдашева, 12, г Казань, 420021, Россия, inboxjulia@bk.ru

Ильдар И. Хафизов к.т.н., заместитель директора по образовательной деятельности, Инженерный институт, Казанского (Приволжского) федерального университета, ул. Сайдашева, 12, г. Казань, 420021, Россия, khafizov@kpfu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юлия Ю. Левштанова написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Ильдар И. Хафизов консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.04.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.05.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yulia Yu. Levshanova student, Biomedical Engineering and Innovation Management department, Engineering Institute of Kazan (Volga) federal university, Saidashev st., 12, Kazan, 420021, Russia, inboxjulia@bk.ru

Ildar I. Khafizov candidate of technical sciences, deputy director of the education part, Engineering Institute of Kazan Federal University, Saidashev st., 12, Kazan, 420021, Russia, khafizov@kpfu.ru

CONTRIBUTION

Yulia Yu. Levshanova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Ildar I. Khafizov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.11.2017

ACCEPTED 5.19.2017

Дифференциация социальных расходов в российских регионах и меры по ее снижению

Алла Г. Леонтьева¹ leonteva-ag@rambler.ru

¹ Тюменский государственный университет, ул. Володарского, 6, г. Тюмень, 625003, Россия

Реферат. Статья посвящена исследованию проблемы неравного доступа населения, проживающего в разных регионах, к важнейшим социальным благам, финансируемым из региональных бюджетов, выяснению причин и возможных путей снижения неравенства. Актуальность исследования определяется целью создания в России инновационной экономики и необходимостью повышения качества человеческого капитала. Сформулированная цель требует роста социальных расходов и изменения их структуры. В предлагаемой статье проведен анализ структуры и динамики объемов расходов консолидированных бюджетов субъектов РФ на здравоохранение, образование, жилищно-коммунальное хозяйство и социальную политику, а также расходов государственных социальных внебюджетных фондов в период 2013–2016 гг. В качестве объекта исследования выбраны субъекты Уральского федерального округа. Сформулированы выводы относительно социальной направленности бюджетной политики в регионах, реализации важнейшего принципа социальной политики – принципа социальной справедливости. В целях уменьшения структурных диспропорций в социальных расходах на всей территории страны предложено активизировать механизмы государственно-частного партнерства, повысить уровень контроля за расходованием государственных средств, а также обеспечить повышение финансовой устойчивости государственных внебюджетных социальных фондов, прежде всего, Пенсионного фонда РФ.

Ключевые слова: Социальная защита населения, социальная политика, человеческий капитал, социальные расходы, образование, здравоохранение, жилищно-коммунальные расходы, финансовое обеспечение социальных программ

Differentiation of social expenditures in the russian regions and its measures of reduction

Alla G. Leonteva¹ leonteva-ag@rambler.ru

¹ Tyumen State University, Volodarsky str., 6, Tyumen, 625003, Russia

Summary. The following article is dedicated to the problem of unequal access of people living in different regions. The most important social benefits financed from the regional budgets, identify the causes and possible ways to reduce inequality. The relevance of the research is determined by the purpose of creation of innovative economy in Russia and the need to improve the quality of human capital. The stated purpose requires the growth of social expenditures and changes in their structure. In this article we have analyzed the structure and dynamics of the volume of expenses of consolidated regional budgets for health, education, housing and utilities, and the social policy, as well as the costs of state social extra budgetary funds from the 2013 to 2016 years. The object of research were chosen the subjects of the Ural Federal District. Formulated conclusions are about the social orientation of fiscal policy in the regions and the most important principle of social policy is the principle of social justice. In order to reduce the structural imbalances in social spending all over the country, it is proposed to activate the mechanisms of public-private partnership, to amplify the level of control over the expense of public funds, to provide the magnification of financial sustainability of state, extra-budgetary social funds and, above all, of the Pension Fund of the Russian Federation

Keywords: Social protection of population, social policy, human capital, social costs, education, health service, housing and utility costs, financial support for social programs

Введение

Финансово-экономические кризисы 2008 и 2014 гг., несмотря на различие причин, вызвавших их, негативно отразились на России, усилив неустойчивость ее социально-экономической сферы. Если в 2014 г. задолженность по налоговым платежам в консолидированный бюджет РФ составляла 802,6 млрд р., то на 01.01.2017 – 1031,7 млрд р. [1]. Увеличение задолженности по налоговым платежам свидетельствует об ухудшении финансового положения субъектов налогообложения, что, в свою очередь, сокращает финансовые ресурсы государства и ограничивает возможности финансирования экономических и социальных программ.

Для цитирования

Леонтьева А.Г. Дифференциация социальных расходов в российских регионах и меры по ее снижению // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 380–389. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-380-389

Снижению наполняемости бюджетов разного уровня также способствовали объявленные России со стороны развитых стран мира экономические санкции, которые затронули ведущие секторы российской экономики и негативно отразились на российском корпоративном долге, вызвав значительный отток капитала из страны. Введенный Россией в августе 2014 г. запрет на ввоз мясной, молочной, плодовоовощной продукции из стран, поддержавших санкции против нашей страны, ускорил рост цен на группы продуктов питания. По данным Росстата, потребительские цены в декабре 2016 г. выросли на 5,4% после 12,9% за кризисный 2015 год [2]. Это не могло не отразиться на

For citation

Leonteva A.G. Differentiation of social expenditures in the russian regions and its measures of reduction. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 380–389. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-380-389

положении, прежде всего, социально незащищенных слоев населения. В 2014–2016 гг. количество граждан, имеющих доходы ниже прожиточного минимума и нуждающихся в социальной поддержке, увеличилось в стране с 16,1 до 19,8 млн человек [3]. В этих условиях проблема защиты населения от факторов социального неблагополучия, ухудшающих условия жизнедеятельности индивидов, становится чрезвычайно актуальной.

Одним из принципов социальной защиты населения является принцип справедливости. Он требует обеспечения равного доступа к важнейшим социальным благам всех граждан, независимо от места их проживания. Доступность социальных благ повышает уровень социальной защищенности людей, а их потребление позволяет достигать цели повышения качества человеческого капитала и обеспечения его расширенного воспроизводства в регионе. Эта точка зрения согласуется с мнением других авторов, например, S. Hickey, A. Barrientos [11, 12]. Вместе с тем в последние годы в России наблюдается усиление неравенства в социальных расходах региональных бюджетов, в силу чего граждане, проживающие на территориях с разной бюджетной обеспеченностью, получают разное количество услуг здравоохранения, образования, ЖКХ, социального обеспечения, что нельзя признать справедливым.

Основная часть

Целью настоящей статьи является выяснение причин и возможных путей снижения неравенства в доступе к социально значимым услугам, финансируемым из бюджетов в российских регионах. Для этого автором проведен анализ динамики структуры и объемов социальных расходов консолидированных бюджетов, а также расходов государственных социальных внебюджетных фондов в субъектах РФ в период 2013–2016 гг. В качестве объекта исследования выбраны субъекты РФ в Уральском федеральном округе (УрФО). Выбор периода времени обусловлен тем, что с начала кризисного 2008 года и по настоящее время, по мнению российских ученых, 2013 год характеризуется максимальным значением расходов на социальные цели [4, С. 9]. С 2014 года ситуация характеризуется сокращением социальных расходов бюджетной системы. Ухудшение экономических условий заставляет подходить к оценке эффективности работы региональных органов власти с позиции того, насколько результативными в условиях ограниченности финансовых ресурсов являются проводимые ими мероприятия по социальной защите населения. Анализ расходов

бюджетной системы в неблагоприятных социально-экономических условиях позволяет сформулировать выводы относительно эффективности действующей социальной политики в субъектах РФ с разной бюджетной обеспеченностью.

Бюджетные расходы на социальную сферу являются основным инструментом социальной политики в регионах. Трудности современного этапа экономического развития не отменяют взятый Россией курс на создание инновационной экономики и рост качества человеческого капитала. Поэтому, по мнению автора статьи, социальная защита населения должна рассматриваться широко, как система мер, направленных на защиту жизненно важных интересов всех граждан, проживающих в том или ином регионе, при приоритетном внимании к уязвимой части населения, то есть наиболее подверженным действию социальных рисков гражданам (малоимущие граждане, семьи с детьми, пенсионеры, инвалиды и т. д.). Исходя из такой позиции, расходы на социальную защиту в узком смысле (расходы на социальную поддержку отдельных групп населения) должны органично дополняться расходами на ЖКХ, а также на образование, здравоохранение, и другими социальными расходами. Аналогичным образом социальные расходы рассматривают B. Cantillon, J. Stiglitz, M. S. Ulriksen, S. Plagerson [13–15]. В совокупности динамика таких расходов позволяет судить о приоритетах и направлениях социальной политики в регионе, степени защиты его населения от негативного действия факторов риска, а также в качестве человеческого капитала в регионе, доступности населению социально значимых благ и услуг, финансируемых из региональных бюджетов.

В 2013 г. доля расходов на жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) и социально-культурные мероприятия в общих расходах консолидированных бюджетов субъектов РФ в Уральском федеральном округе составляла 72,6%, что соответствовало среднероссийскому показателю (71,5%). В 2016 г. эти расходы находились на уровне 70,3%, превысив среднероссийский показатель (66,8%) [3]. Наблюдаемый за последние годы рост социальных расходов в УрФО в целом сопровождался разнонаправленной динамикой отдельных видов расходов в отдельных регионах. Например, расходы на ЖКХ в 2016 г. практически во всех областях и автономных округах (за исключением Курганской области) демонстрировали общее снижение, расходы на социальную политику – рост, в то же время расходы на образование, здравоохранение изменялись по-разному (таблица 1).

Таблица 1.

Социальные расходы в субъектах РФ в Уральском федеральном округе в 2013–2016 гг., млн р.

Table 1.

Social expenses in the federal subjects of the Russian Federation in the Urals Federal District in 2013–2016, million RUR

Период Years	Расходы, всего Expenses, total	Из них					
		ЖКХ housing and com- munal services	Социально-культурные мероприятия Social and cultural events				
			Всего total	в том числе			
				Здраво- охранение health care	Физкультура и спорт Physical educa- tion and sport	Образование education	Социальная политика social policy
Курганская область / Kurgan region							
2013	35 723,31	1 814,99	24 856,75	5 286,51	193,41	12 037,15	6 347,03
2014	37 678,66	2 260,28	26 016, 77	5 654,81	276,77	12 479,61	6 474,78
2015	38 873,01	1 754,61	26 869,61	5 817,44	323,02	12 216,99	7 366,42
2016	40 739,52	2 075, 26	28 268,81	6 359,79	572,83	13 347,12	6 839,69
Свердловская область/ Sverdlovsk region							
2013	232 626,05	13 454,62	164 249,02	42 181,94	3 936,37	74 822,41	34 314,79
2014	232 650,90	12 391,46	170 359,02	41 592,37	4 765,47	77 172,43	37 288,56
2015	239 643,61	11 974,14	175 741,99	39 529,69	5 122,80	82 112,58	39 734,25
2016	247 490,97	12 023, 86	176 260,51	40 596,61	4 838,15	79 966,60	41 975,56
Тюменская область / Tyumen region							
2013	160 220,77	10 662,81	74 246,67	14 848,75	4 615,33	31 991,50	17 559,83
2014	153 234,68	10 380,00	69 004, 40	14 681,36	3 498,20	28 265,78	17 201,83
2015	139 702,50	8 115,91	65 999,41	13 981,43	2 757,71	26 165,65	17 878,57
2016	138 061, 10	8 935,09	69 592,54	7 400,74	3 067, 60	28 478,28	25 551,33
Челябинская область / Chelyabinsk region							
2013	143 880,68	8 849,28	101 983,24	22 852,77	3 780,70	48 865,51	21 762,60
2014	146 563,95	8 442,10	105 125,85	22 848,84	3 776,21	50 787,67	23 095, 83
2015	156 062, 62	7 356,57	113 825,79	27 472,94	3 875,66	52 645,66	25 050,28
2016	162 648,36	6 591,10	118 714,66	27 880,56	3 967,41	54 672,27	27 210,82
Ханты-Мансийский автономный округ-Югра / Khanty-Mansiysk Autonomous District							
2013	230 550,53	34 205,44	148 628,00	42 580,56	7 434,15	64 499,67	26 278,33
2014	238 852,72	26 879,23	162 556,12	44 675,52	7 285,77	72 925,85	29 498,88
2015	268 054, 14	33 922,02	165 151,76	45 876,40	7 472,19	72 541,76	30 832,97
2016	254 904,98	28 911,79	168 174,90	45 410,01	6 890,95	74 818,96	32 396,69
Ямало-Ненецкий автономный округ / Yamal-Nenets Autonomous District							
2013	158 865,86	34 593,10	79 930,70	15 846,07	3 153,00	35 665,64	17 327,37
2014	159 642,45	34 372,58	78 883,22	15 402,20	2 582,26	34 991,17	18 718,07
2015	138 526,81	19 797,56	77 426,72	15 375,54	2 241,91	34 545,62	18 119,95
2016	155 482,32	28 652,15	81 893,88	15 368,26	3 378,90	37 535,51	18 732,88

Источник: [3], составлено автором

Source: [3], compiled by the author

В результате более быстрого роста среднедушевых расходов в 2013–2016 гг. в Курганской (+14%), Челябинской (+16%), Свердловской (+18%) областях и относительно невысокого – в Ямало-Ненецком автономном округе (+3%), произошло некоторое сокращение

неравенства в социальных расходах между субъектами. Если в 2013 г. среднедушевые расходы самого «богатого» региона УрФО – ЯНАО превышали аналогичные расходы в Курганской области в 5 раз, то в 2016 г. дифференциация составила 4,5 (рисунок 1).

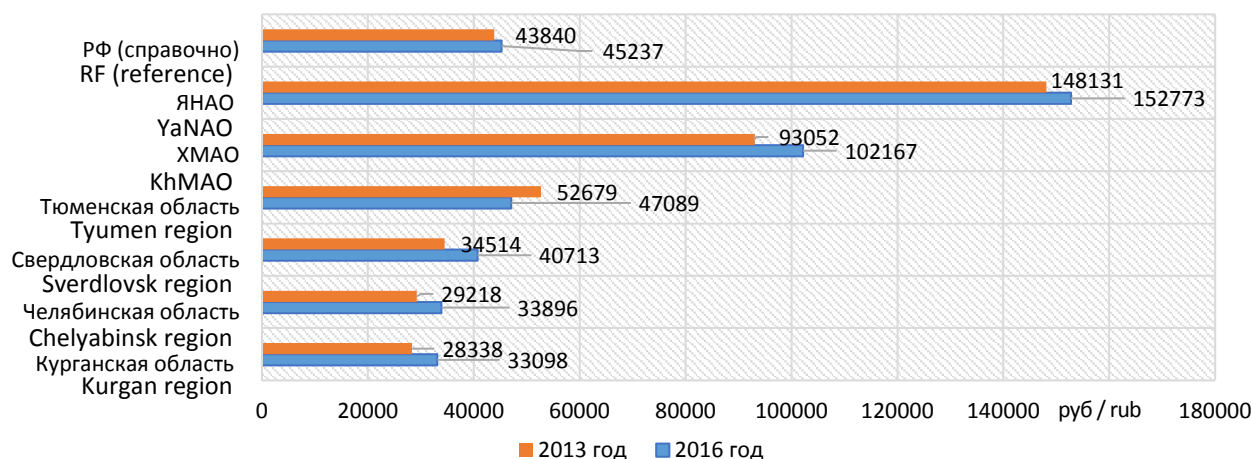


Рисунок 1. Динамика среднедушевых социальных расходов в 2013–2016 гг.

Figure 1. Dynamics of the average per capita social spending in 2013–2016

Сохранение дифференциации между регионами демонстрирует сравнение со среднероссийским показателем. В 2016 г. среднедушевые социальные расходы в ЯНАО превысили среднероссийские в 3,7 раза, в то же время в Курганской области они составили 80% от российского уровня. Следовательно, несмотря на более высокую долю социальных расходов в региональных бюджетах «бедных» субъектов, последние не могут обеспечить достаточный уровень финансирования своей социальной сферы.

Такая ситуация связана с различием в бюджетной обеспеченности регионов. В 2016 г. среднедушевые доходы населения в ЯНАО превысили аналогичные доходы в Курганской области – в 6,5, Челябинской области – в 6,2, Свердловской области – в 5,6 раза (таблица 2). При этом дифференциация в доходах тех же регионов в 2013 г. составляла соответственно 6,7; 6,8; 5,4. Таким образом, дифференциация в доходной обеспеченности за последние годы сохранилась практически на том же уровне.

Таблица 2.

Доходы консолидированных бюджетов субъектов РФ в Уральском федеральном округе в расчете на душу населения, тыс. р.

Table 2.

Incomes of the consolidated budgets of the federal subjects of the Russian Federation in the Urals Federal District in per capita terms, thousand RUR

Субъекты РФ в УрФО The subject of the Russian Federation of the Ural Federal district	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Курганская область Kurgan region	38319,3	38846,2	39415,4	44368,0
Свердловская область Sverdlovsk region	47740,6	48803,1	5122,8	56100,4
Тюменская область Tyumen region	90472,0	112105,8	104144,2	96425,9
ХМАО-Югра Khanty-Mansiysk Autonomous District	121366,7	152875,5	169245,5	149318,5
ЯНАО Yamal-Nenets Autonomous District	257557,3	299420,4	257721,5	289443,1
Челябинская область Chelyabinsk region	37850,8	40743,6	43854,1	46540,7

Источник: [3], расчеты автора

Source: [3], calculated by the author

Анализ структуры социальных расходов консолидированных бюджетов в субъектах РФ показал, что основную долю в них занимают расходы на образование: от 41 до 47%, этот показатель выше аналогичного показателя в среднем в субъектах РФ (рисунок 2). В 2013 г. соответствующие показатели находились также на высоком уровне: от 43 до 48%,

при среднем значении по РФ – 26,5% [4]. Высокая доля расходов на образование объясняется необходимостью выполнения положений указов Президента от 7 мая 2012 г., которые требуют доведения уровня зарплаты работников образования до установленного уровня.

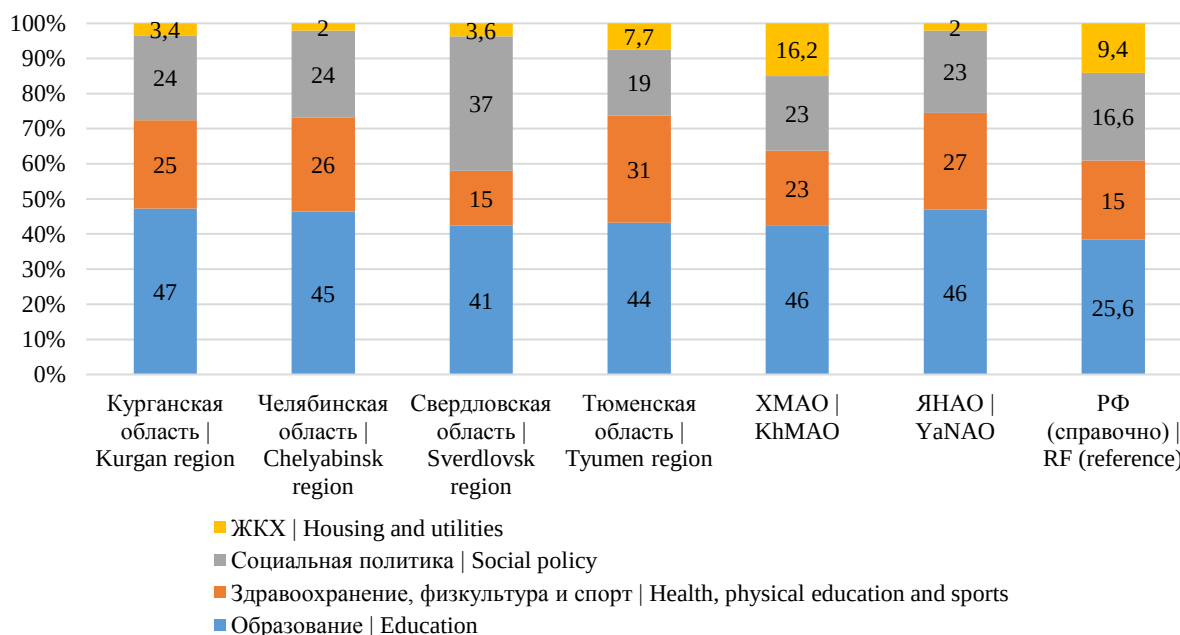


Рисунок 2. Структура социальных расходов в 2016 г. в бюджетах субъектов РФ в УрФО, % от всех расходов [4]

Figure 2. The structure of social expenses in 2016 in the budgets of the federal subjects of the Russian Federation in the Urals Federal District, % of total expenses [4]

На втором месте, как правило, находятся расходы на здравоохранение, физическую культуру и спорт (от 15 до 31%), а также на социальную политику (от 23 до 37%). В 2013 г. расходы на здравоохранение, физическую культуру и спорт составляли от 22 до 34%, при среднем значении по РФ – 16%; на социальную политику – от 18 до 26%, при среднем значении соответствующего показателя по РФ – 15%.

Далее в структуре анализируемых расходов следуют расходы на ЖКХ. Доля расходов на ЖКХ в Курганской, Свердловской, Тюменской и Челябинской областях составляют 3,4; 2,0; 3,6; 2,0% соответственно, что ниже, чем в среднем по РФ (9,4%). В 2013 г. данные показатели составляли 5,1; 5,8; 6,2% соответственно. Таким образом в большинстве субъектов РФ в УрФО структура социальных расходов в анализируемом периоде не изменилась и соответствует общероссийской структуре: с пониженной долей расходов на ЖКХ и достаточно высокой долей расходов на социальную политику.

В то же время в автономных округах Тюменской области структура расходов имеет некоторую специфику. В этих регионах значительная их часть приходится на ЖКХ (от 7,7% – в ХМАО-Югре, до 16,2% – в ЯНАО). Большие расходы на ЖКХ в автономных округах Тюменской области связаны с необходимостью переселения граждан из ветхого и аварийного жилья, являющегося наследием раннего советского периода освоения нефтегазовых месторождений. Так, в ЯНАО в 2016 г. доля ветхого

и аварийного жилья в общей площади всего жилищного фонда составила 4,0%, в ХМАО – 5,9% (при среднем значении по РФ – 3%) [3]. Кроме того, в Ханты – Мансийском автономном округе доля расходов на социальную политику в сравнении с другими регионами относительно невысока.

Анализ структуры социальных расходов в регионах с разной бюджетной обеспеченностью позволяет сделать вывод о том, что прослеживается следующая закономерность: чем выше объем социальных расходов в регионе, тем большая их часть тратится на ЖКХ и тем меньшая их часть тратится на социальную политику и здравоохранение. Этот вывод согласуется с выводами специалистов из Независимого института социальной политики [5].

Дифференциацию между субъектами РФ в УрФО по показателю душевых расходов по отдельным видам социальных услуг демонстрирует рисунок 3. Максимальные различия наблюдаются, по-прежнему, в финансировании ЖКХ. Душевые расходы на ЖКХ в ЯНАО и Курганской области в 2016 г. различались в 22 раза. Дифференциация обусловлена значительными различиями между территориями в благоустроенности жилищного фонда, а также степенью участия населения в финансировании коммунальных услуг.

Самые низкие расходы бюджетов (27,5% от средних по стране) наблюдаются в Курганской области, что связано с недостатком средств в областном бюджете на решение имеющихся

жилищных проблем. В 2016 г. в Курганской области около 60% жилищного фонда не было оборудовано всеми видами благоустройства одновременно. При этом 41,5% жилищного фонда не обеспечено водопроводом, 46,2% – канализацией. Горячего водоснабжения не имели более 40% населения региона [7].

По сравнению с 2013 г. разрыв в душевых расходах на ЖКХ несколько снизился. Кроме того, снизилось различие в финансировании здравоохранения, физкультуры и спорта в расчете на душу населения в указанных регионах. В финансировании образования и социальной политики различие сохранилось на прежнем уровне (рисунок 4).

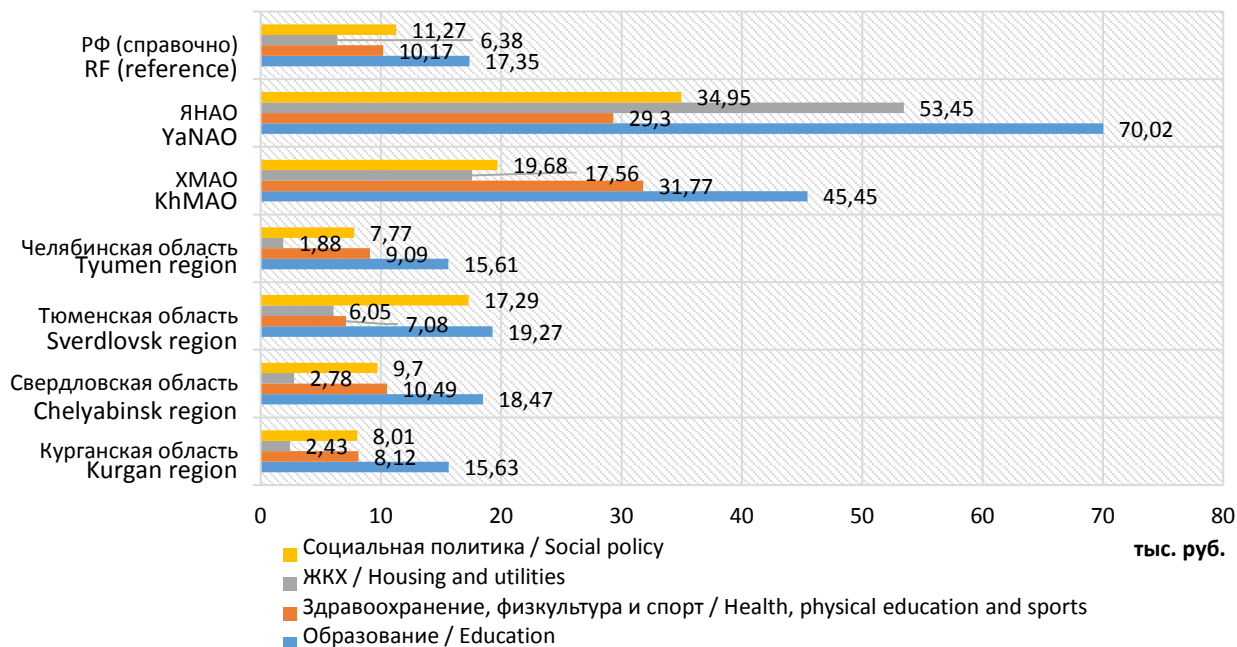


Рисунок 3. Структура среднедушевых социальных расходов бюджетов субъектов РФ в УрФО в 2016 г. [3]

Figure 3. The structure of average per capita social expenses of the budgets of the federal subjects of the Russian Federation in the Urals Federal District in 2016. [3]

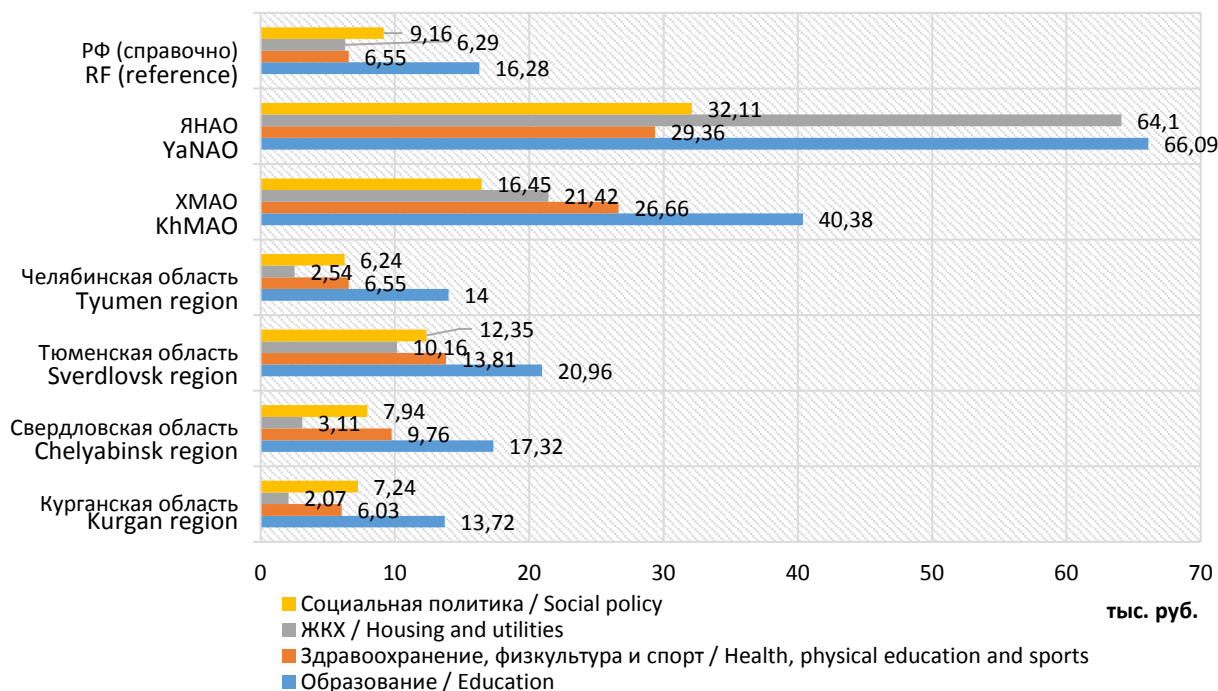


Рисунок 4. Структура социальных расходов бюджетов субъектов УрФО в расчете на душу населения в 2013 г. [3]

Figure 4. The structure of average per capita social expenses of the budgets of the federal subjects of the Russian Federation in the Urals Federal District in 2013. [3]

Проведенные расчеты душевых расходов в отдельно взятом федеральном округе подтверждают вывод о том, что наибольшим разбросом душевых расходов относительно социальных расходов в целом отличаются социальная политика и ЖКХ, т. е. отрасли, куда направляется большая часть денежных трансфертов населению. Душевые расходы бюджетов максимальны там, где наиболее высока стоимость услуг ЖКХ, а также дотации, выделяемые региональными властями на эту отрасль.

Бюджетная поддержка ЖКХ осуществляется как путем непосредственных выплат населению, так и за счет перечисления средств организациям, оказывающим жилищно-коммунальные услуги. Высокий износ жилищно-коммунального сектора и недостаток бюджетных средств для решения проблемы благоустройства требуют оптимизация расходов на жилищно-коммунальное хозяйство. Представляется перспективным направлением значительное снижение государственных расходов в этой сфере и более активное привлечение частного финансирования (реализация механизмов государственно-частного партнерства, в частности концессий), а также повышение уровня контроля за расходованием государственных средств. На необходимость взаимодействия государства, региональных и местных органов власти, бизнеса и населения при решении проблем в сфере ЖКХ настойчиво обращают внимание многие представители научного сообщества. Например, А.Н. Ряховская рекомендует использование особой разновидности механизма взаимодействия бизнеса и государства – муниципально-частного партнерства, при этом предлагая «четырёхканальное финансирование – из местного и регионального бюджетов с обязательной финансовой поддержкой государства и использованием средств частного бизнеса» [8, С. 30]. Данные предложения считаем обоснованными.

Расходы на социальную политику в большей степени зависят от бюджетной обеспеченности региона. В регионах с высокими душевыми доходами число получателей социальной помощи и размеры социальных выплат в этих регионах выше, чем в регионах с низким уровнем душевых доходов, поскольку есть возможность расходовать больше средств на поддержку широких слоев населения. Переход от предоставления ряда натуральных льгот отдельным категориям граждан к денежным компенсациям, в соответствии с Федеральными законами от 22 августа 2004 г. № 122-ФЗ, от 23 июля 2005 г. № 122-ФЗ,

9 мая 2006 г. № 67-ФЗ, позволил несколько сгладить эту дифференциацию. Регулярность выплат, несмотря на их незначительный размер, обеспечила повышение уровня доходов уязвимых групп населения в «бедных» регионах. Так, проживающие в депрессивной Курганской области ветераны Великой Отечественной войны, как категория лиц, в отношении которых меры социальной поддержки, предусмотренные законом о монетизации льгот, отнесены к числу расходных обязательств Российской Федерации, соответственно финансируются из федерального бюджета, улучшили свое материальное положение. Льготы, которые до монетизации отличались в этом регионе по объему, в сравнении, например, с ХМАО и ЯНАО, были заменены регулярными выплатами из федерального бюджета.

Снижению дифференциации способствует улучшение положения другой категории федеральных льготников – инвалидов. Фиксированные выплаты инвалидам (в среднем по стране в 2016 г. – 2318,2 р.) позволяет улучшать положение данной категории населения в Курганской, Челябинской областях и частично снижать дифференциацию в расходах на социальную поддержку данных граждан в разных регионах УрФО. С другой стороны, фактор более высокой стоимости жизни в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком АО, действует в сторону ухудшения положения инвалидов – «северян», что затрудняет снижение межрегиональной дифференциации в материальном положении данной категории граждан.

Перечисления из федерального бюджета в некоторой степени помогают выравнивать бюджетную обеспеченность регионов с разными душевыми доходами. Так, за 2016 г. бюджету Курганской области были перечислены 10087,9 млн р. – на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ и 1284,2 млн р. – на поддержку мер по обеспечению сбалансированности бюджетов субъектов РФ [7]. Тем не менее, имея примерно равные возможности финансирования социальных расходов за счет перечислений из федерального бюджета, власти в регионах самостоятельно распределяют их по отраслям социальной сферы, исходя из особенностей социально-демографической ситуации и остроты тех или иных социальных проблем. Следовательно, доступ населения к социальным программам зависит не только от экономического положения регионов, но и от приоритетов социальной политики, которых придерживаются региональные власти.

Определенный выравнивающий эффект в потреблении социальных благ может быть достигнут благодаря расходам государственных внебюджетных социальных фондов (ГВСФ), которые сопоставимы по объемам с социальными расходами региональных бюджетов. В течение анализируемого периода данные расходы выросли

во всех субъектах РФ. Рост расходов Пенсионного фонда составил 1,2 раза. Во столько же раз увеличились расходы территориальных фондов обязательного медицинского страхования. Расходы Фонда социального страхования РФ увеличились в 1,1 раза (таблица 3).

Таблица 3.

Расходование средств государственных внебюджетных фондов в субъектах РФ в Уральском федеральном округе, млн р.

Table 3.

Expenditures of the off-budget funds in the federal subjects of the Russian Federation in the Urals Federal District, million rubles

Субъект РФ в УрФО The subject of the Russian Federation of the Ural Federal district	В том числе					
	Расходование средств Пенсионного фонда РФ Spending of the Pension Fund of the Russian Federation		Расходование средств Фонда социального страхования РФ The expenditure of means of Fund of social insurance of the Russian Federation		Расходование средств территориальных фондов обязательного медицинского страхования The expenditure of territorial funds of obligatory medical insurance	
	2013 г.	2016 г.*	2013 г.	2016 г.*	2013 г.	2016 г.*
Курганская область Kurgan region	40418,5	45353,9	2801,6	2771,0	6431,5	8516,2
Свердловская область Sverdlovsk region	192506,5	227644,2	21861,5	24273,3	40946,7	44894,1
Челябинская область	149846,4	174074,1	12929,8	13311,0	24151,1	34602,7
Тюменская область (с АО) Tyumen region with Autonomous districts	156497,8	192299,0	23740,3	25868,0	64227,6	77682,5
ХМАО Khanty-Mansiysk Autonomous District	77752,6	97374,4	13007,7	14172,6	34006,0	41741,5
ЯНАО Yamal-Nenets Autonomous District	26082,7	31178,4	4710,8	5228,4	13436,5	16382,0
Тюменская область (без АО) Tyumen oblast is not including Autonomous districts	52062,5	63746,4	6021,8	6467,0	16785,1	19559,0
УрФО (справочно)	539299,1	639371,1	61333,3	66223,3	135756,9	165695,5

* – данные на 01.01.2016. Источник: [3]

* – data for 01.01.2016. Source: [3]

Анализ расходов государственных внебюджетных фондов по субъектам РФ в УрФО позволяет заключить, что их вклад более значителен в регионах с относительно низкой стоимостью жизни и, наоборот, в регионах с высоким уровнем бюджетных доходов на душу населения расходы государственных внебюджетных фондов уступают по размерам бюджетным социальным расходам. Так, если в Курганской области соотношение бюджетных социальных расходов и суммарных расходов государственных внебюджетных фондов составили 1:1,9, то в Ямало-Ненецком АО – 2,1:1.

Наибольший вклад в выравнивание потребления социальных благ вносит Пенсионный фонд РФ, средства которого в больших объемах перераспределяются между разными территориями. В результате разница в расходах средств ПФР в Курганской области и Ямало-Ненецком автономном округе составляет 1,2 раза. Выплаты из государственных внебюджетных социальных фондов помогают решению проблемы доступности услуг социальной сферы для всех граждан в регионе, однако это требует устойчивости их финансового положения.

Между тем, доля межбюджетных трансфертов в общих доходах бюджета ПФР в 2016 г. предполагалась на уровне 42,3%, что свидетельствует о довольно высоком уровне зависимости бюджета ПФР от бюджетных ассигнований из федерального бюджета, и в анализируемом периоде эта зависимость сохранялась (2013 г. – 46,8%; 2014 г. – 38,9%; 2015 г. – 42%) [9].

Решением проблемы сбалансированности бюджета ПФР является дальнейшее усовершенствование системы пенсионного обеспечения путем ускорения реализации страховых принципов, чему, как справедливо указывает А. Соловьев, будут способствовать меры по актуарной оптимизации механизмов формирования пенсионных прав и реализации пенсионных обязательств [10, С. 63].

Заключение

Подводя итог проведенному исследованию, можно сформулировать следующие выводы. В период 2013–2016 гг. во всех рассматриваемых субъектах дифференциация в потреблении социально значимых услуг населением сохранилась. Различия социальных расходов обусловлены не только финансовыми возможностями регионов, но и выбранными приоритетами проводимой социальной политики.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Федеральная налоговая служба: официальный сайт. URL: <http://budget.gov.ru/> (дата обращения: 22.05.2017)
- 2 Динамика потребительских цен: итоги 2016 года: бюллетень о текущих тенденциях российской экономики, январь 2017. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/11681.pdf> (дата обращения: 11.05.2017)
- 3 Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/fin16.pdf (дата обращения: 01.07.2017)
- 4 Зубаревич Н.В., Горина Е.А. Социальные расходы в России: федеральный и региональные бюджеты / науч. ред. Овчарова Л.Н. М.: НИУ ВШЭ, 2015. 63 с.
- 5 Доходы и социальные услуги: неравенство, уязвимость, бедность. Коллективная монография / Рук. Л.Н. Овчарова; Независимый институт социальной политики. М.: ГУ-ВШЭ, 2005. 347 с.
- 6 Федеральное казначейство: официальный сайт Казначейства России. URL: <http://www.roskazna.ru/ispolnenie-byudzheto/konsolidirovannyye-byudzhety-subektov/> (дата обращения: 01.07.2017)
- 7 Федеральная служба государственной статистики по Свердловской и Курганской области. URL: http://sverdl.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sverdl/ru/statistics/kurgStat/housing/ (дата обращения: 01.07.2017)
- 8 Ряховская А.Н. Направления взаимодействия государства, общества и бизнеса в сфере ЖКХ // Экономика и управление. 2016. № 5. С. 25–327.

Развитие общегосударственной системы медицинского страхования, системы социальных услуг, повышение доступности и качества медицинских, образовательных услуг для всех граждан требуют повышения устойчивости всей финансовой системы в регионах. Необходимо расширить самостоятельность регионов в вопросе формирования доходов бюджета, сочетая эту меру с эффективной поддержкой из федерального центра. Выравнивающие трансферты территориям позволят снизить уровень дифференциации в душевых социальных расходах. В целях расширения источников финансирования жилищно-коммунального сектора целесообразно более активно использовать механизмы государственно-частного партнерства, а также повысить уровень контроля за расходованием государственных средств. Помимо этого, требуется дальнейшая системная работа, направленная на повышение финансовой устойчивости государственных внебюджетных социальных фондов и, прежде всего, Пенсионного фонда РФ.

Уменьшение структурных диспропорций в социальных расходах на всей территории страны позволит обеспечить рост социальной защищенности граждан, независимо от места проживания, а также повышение качества человеческого капитала в регионах.

- 9 Заключение Счетной палаты Российской Федерации на проект Федерального закона «О бюджете Пенсионного фонда на 2016 год». URL: <http://www.audit.gov.ru/upload/iblock/acb/acb25bffa2210d324960252675159357.docx> (дата обращения: 01.07.2017)

- 10 Соловьев А.К. Пенсионная реформа-2015: старые проблемы и новые риски // Социальное и пенсионное право. 2014. № 4. С. 11–17.

- 11 Hickey S. Relocating social protection within a radical project of social justice // The European Journal of Development Research. 2014. Т. 26. № 3. С. 322–337.

- 12 Barrientos A. Justice-based social assistance // Global social policy. 2016. Т. 16. №. 2. С. 151–165.

- 13 Cantillon B. et al. Reconciling work and poverty reduction: how successful are European welfare states? / International policy exchange series. 2014. 432 с. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199926589.001.0001.

- 14 Stiglitz J. The global crisis, social protection and jobs // International Labour Review. 2013. Т. 152 (1). С. 93–106.

- 15 Ulriksen M. S., Plagerson S. The principles and practice of social protection // Global social policy. 2016. Т. 16 (2). С. 127–131.

REFERENCES

- 1 Federal Tax Service: official website. Available at: <http://budget.gov.ru/> (accessed at: 22.05.2017) (in Russian)
- 2 Dynamics of consumer prices: results of 2016: statement on current trends in the Russian economy, January 2017. Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/11681.pdf> (accessed at: 11.05.2017) (in Russian)

3 Federal State Statistics Service. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/fin16.pdf (accessed at: 01.07. 2017) (in Russian)

4 Zubarevich N.V., Gorina E.A. Social'nye rashody v Rossii: federal'nyj i regional'nye byudzhetny [Social Expenses in Russia: federal and regional budgets]. Moscow, National Research University Higher School of Economics, 2015. 63 p. (in Russian)

5 *Dohody i social'nye uslugi: neravenstvo, ujazvimost', bednost'* [Income and social services: inequality, vulnerability, poverty]. Independent Institute of Social Policy. Moscow, Higher School of Economics, 2005. 347 p. (in Russian)

6 Federal Treasury: the official website of the Treasury of Russian Federation. Available at: <http://www.roskazna.ru/ispolnenie-byudzhetrov/konsolidirovannye-byudzhety-subektov/> (accessed at: 01.07.2017) (in Russian)

7 Federal Service of State Statistics for Sverdlovsk and Kurgan regions. Available at: : http://sverdl.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sverdl/ru/statistics/kurgStat/housing/ (accessed at: 01.07. 2017) (in Russian)

8 Riakhovskaia A.N. Directions of interaction of the state, society and business in the sphere of housing and communal services. *Jekonomika i upravlenie* [Economics and management]. 2016. no. 5. pp. 25–27 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алла Г. Леонтьева к.э.н., доцент, кафедра математических методов, информационных технологий и систем управления в экономике, Тюменский государственный институт, ул. Володарского, 6, г. Тюмень, 625003, Россия, leonteva-ag@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алла Г. Леонтьева Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.05.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.08.2017

9 Conclusion of the Accounts Chamber of the Russian Federation on the draft federal law “On the budget of the Pension Fund for 2016”. Available at: <http://www.audit.gov.ru/upload/iblock/acb/acb25bffa2210d324960252675159357.docx> (accessed at: 01.07. 2017) (in Russian)

10 Solovev A.K. Pension reform-2015: old issues and new risks. *Social'noe i pensionnoe pravo* [Social and pension law]. 2014. no. 4. pp. 11–17 (in Russian).

11 Hickey S. Relocating social protection within a radical project of social justice. *The European Journal of Development Research*. 2014. Vol. 26. no. 3. pp. 322–337.

12 Barrientos A. Justice-based social assistance. *Global social policy*. 2016. Vol. 16. no. 2. pp. 151–165.

13 Cantillon B. et al. Reconciling work and poverty reduction: how successful are European welfare states? International policy exchange series. 2014. 432 p. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199926589.001.0001.

14 Stiglitz J. The global crisis, social protection and jobs. *International Labour Review*. 2013. Vol. 152 (1). pp. 93–106.

15 Ulriksen M. S., Plagerson S. The principles and practice of social protection. *Global social policy*. 2016. Vol. 16 (2). pp 127–131.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alla G. Leonteva candidate of economical sciences, assistant professor, mathematical methods, information technologies and management systems in the economy department, Tyumen State University, Volodarsky str., 6, Tyumen, 625003, Russia, leonteva-ag@rambler.ru

CONTRIBUTION

Alla G. Leonteva Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.26.2017

ACCEPTED 8.17.2017

Государственное регулирование как инструмент повышения экономической безопасности регионов

Юлия М. Соколинская¹ misterias@mail.ru

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

Реферат. Обеспечение экономической безопасности развития регионов, повышение их конкурентоспособности, безрисковости и устойчивой деятельности являются основными задачами региональной программы социально-экономического развития, которая занимает особое место в системе инструментов государственного управления этими процессами. Программа социально-экономического развития – это своеобразная стратегия региона, ориентированная на безопасность и оптимизацию пространственной структуры и отношений между центром и регионами с целью обеспечения экономической безопасности, роста за счет максимально эффективного использования имеющихся внутренних и внешних факторов. Институциональное влияние государства в целях повышения экономической безопасности регионов и предприятий происходит паллиативно, когда осуществляется поддержка бизнеса региона в прямой – субсидии, а чаще опосредованной форме – соблюдение законов и правил РФ и региона, на принципах институционального и рыночного синергизма. Адаптация предприятий региона к рынку происходит сложно, когда конкретные социально-организационные, экономические, технико-технологические, научные, информационные мероприятия в их взаимосвязи функционируют в поле законов РФ. Поиск путей повышения экономической безопасности РФ, регионов и предприятий происходит в контексте глобальной интеграции посредством совершенствования механизма государственного регулирования. Важной задачей современного этапа экономической безопасности страны и регионов является построение такой системы ее институциональной организации, которая была способна сбалансированно соединять рычаги государственного управления с возможностями частных предприятий и обеспечивала бы качественный уровень предоставления бизнесу защиты от терроризма, хищничества, финансовых рисков, правовой конкуренции и т.д.

Ключевые слова: экономическая безопасность, экономические показатели, государственное регулирование, экономические показатели регионов страны

State regulation as a tool for improving the economic security of the regions

Yuliya M. Sokolinskaya¹ misterias@mail.ru

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

Summary. Providing economic security for the development of regions, increasing their competitiveness, risk-free and sustainable activities are the main tasks of the regional program of social and economic development, which occupies a special place in the system of instruments for public management of these processes. The program of social and economic development is a unique strategy of the region aimed at security and optimization of the spatial structure and relations between the center and the regions in order to ensure economic security and growth by maximizing the effective use of existing internal and external factors. The institutional influence of the state in order to improve the economic security of regions and enterprises occurs palliatively when the business of the region is supported in direct – subsidies, and more often indirectly – compliance with the laws and regulations of the Russian Federation and the region, on the principles of institutional and market synergies. Adaptation of enterprises in the region to the market is difficult, when specific socio-organizational, economic, technical and technological, scientific, information activities in their interrelations function in the field of Russian laws. The search for ways to improve the economic security of the Russian Federation, regions and enterprises takes place in the context of global integration through the improvement of the mechanism of state regulation. An important task of the current stage of economic security of the country and regions is the construction of a system of its institutional organization that would be able to balance the levers of government with the opportunities of private enterprises, provide a quality level of providing the business with protection from terrorism, predation, financial risks, legal competition etc.

Keywords: economic security, economic indicators, government regulation, economic indicators of the country's regions

Введение

Обеспечение экономической безопасности развития регионов, повышение их конкурентоспособности, безрисковости и устойчивой деятельности являются основными задачами региональной программы социально-экономического развития, которая занимает особое место в системе инструментов государственного

управления этими процессами. Программа социально-экономического развития – это своеобразная стратегия региона, ориентированная на безопасность и оптимизацию пространственной структуры и отношений между центром и регионами с целью обеспечения экономической безопасности, роста за счет максимально эффективного использования имеющихся внутренних и внешних факторов.

Для цитирования

Соколинская И.О. Государственное регулирование как инструмент повышения экономической безопасности регионов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 390–397. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-390-397

For citation

Sokolinskaya Yu.M. State regulation as a tool for improving the economic security of the regions. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 390–397. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-390-397

Проблемы экономической безопасности регионального развития исследовались отечественными и зарубежными учеными: Й. Тюнен, А. Вебер и другие рассматривали территорию размещения ресурсов; в 20-е годы XX века Н. Баранский исследовал «пространственное размещение промышленности» и предлагал «через теорию Вебера, и ни в коем случае мимо нее» [1] разрабатывать планы развития экономики.

В 50-е годы XX века появились «ростки» региональной экономики, она существовала как ответвление теории регионального цикла.

Научное познание процесса экономически безопасного регионального развития тесно связано с осмыслением причин возникновения региональных диспропорций, синтезированной в теории «полюсов роста» Ф. Перру и «длинных волн» Н. Кондратьева.

О региональных проблемах, в том числе экономической безопасности, писал Н. Некрасов в исследовании «Региональная экономика. Теория, проблемы, методы» [2], А. Румянцев и другие [3] продолжил исследование в этом направлении.

Необходимо учитывать, что большинство проблем экономической безопасности в региональном развитии связано с процессами изменения на рынке, которые требуют решения с помощью механизмов и инструментов адаптации регионов к принципиально новому состоянию национальной экономики. Практическая значимость известных в XX в. методов и моделей утратила свою ценность, однако что касается комплексного подхода к решению проблем экономической безопасности в новых условиях (кризис, санкции) и решения проблем согласованности общегосударственных и региональных интересов, с учетом институциональных особенностей РФ является важной проблемой государства, региона и предприятий; состояние национальной экономики и экономической безопасности регионов зависит от социально-экономического состояния и уровня институционального развития и возможностей страны в целом [5–9].

Основная часть

Институциональное влияние государства в целях повышения экономической безопасности регионов и предприятий происходит паллиативно, когда осуществляется поддержка бизнеса региона в прямой (субсидии), а чаще опосредованной форме (соблюдение законов и правил РФ и региона) на принципах институционального и рыночного синергизма.

Авторское определение понятия «экономическая безопасность» обосновывает сочетание безрисковой, конкурентоспособной и устойчивой деятельности предприятий региона как традиционно безопасного поведения во внешней среде хозяйствующих субъектов.

Адаптация предприятий региона к рынку происходит сложно, когда конкретные социально-организационные, экономические, технико-технологические, научные, информационные мероприятия в их взаимосвязи функционируют в поле законов РФ.

Поиск путей повышения экономической безопасности РФ, регионов и предприятий происходит в контексте глобальной интеграции посредством совершенствования механизма государственного регулирования. Для осуществления этой цели необходимо решение задач:

- анализ экономической безопасности страны и регионов;
- выявление недостатков программы социально-экономического развития региона в контексте экономической безопасности;
- ознакомление с зарубежным опытом построения государственной стратегии регионального развития с учетом требований экономической безопасности и принципами зарубежных программ развития;
- поиск путей решения ключевых проблем обеспечения экономически безопасного регионального развития.

Категория «экономическая безопасность», определяемая в институциональных законах, указах президента, государственных стандартах выявляет позиции анализа экономической безопасности страны и региона. Статья 1 Закона Российской Федерации от 5 марта 1992 г. № 2446-1 (в ред. ФЗ от 2.03.2007 г. № 24-ФЗ) «О безопасности» предлагает считать безопасностью «состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз», ГОСТ Р 1.0-92 как нормативно-правовой документ в отделе «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения» определяет указанный напротив следующим образом: «Безопасность – отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба».

Структурными особенностями, определяющими экономическую безопасность в различных зарубежных странах, являются элементы национальной экономической безопасности, которые указаны в таблице 1.

Структурные элементы экономической безопасности зарубежных стран

Table 1.

Structural elements of economic security of foreign countries

Элементы безопасности Elements of security	Содержание Content
Оборонная безопасность Defense Security	Создание организаций на поддержание и укрепление международного мира и безопасности, развития сотрудничества между государствами; Угрозы территориальной целостности государств; мирное урегулирование споров; невмешательства во внутренние дела других государств; развитие взаимовыгодного сотрудничества в оборонной, политической, экономической и культурно-гуманитарной сферах; создание НАТО (США, Канада, Исландия, Великобритания, Франция, Бельгия, Нидерланды, Люксембург, Норвегия, Дания, Италия и Португалия) и т. д. Establishment of organizations for the maintenance and strengthening of international peace and security, development of cooperation between states; Threats to the territorial integrity of states; peaceful settlement of disputes; non-interference in the internal affairs of other states; development of mutually beneficial cooperation in the defense, political, economic, cultural and humanitarian spheres; the creation of NATO (USA, Canada, Iceland, Great Britain, France, Belgium, Netherlands, Luxembourg, Norway, Denmark, Italy and Portugal), etc.
Осуществление общественного порядка Implementation of public order	Обеспечение стабильной экономико-политической обстановкой (Кипр, Испания, Греция) и миграционным климатом (Франция, Германия); обеспечение внутренней безопасности и общественного порядка в каждой зарубежной стране Ensuring a stable economic and political environment (Cyprus, Spain, Greece) and the migration climate (France, Germany); ensuring internal security and public order in each foreign country
Экономическая безопасность Economic security	Удовлетворение предпринимателей к минимуму нежелательной гласности незаконной деятельности подведомственных организаций; Экономические расходы на: действия конкурентов по подрыву репутации компании; против экономических преступлений в сфере компьютерной безопасности; на расследования против коммерческих преступлений; в силу культурных и исторических особенностей создание детективных и охранных агентств (Англия); для случаев промышленного шпионажа; обеспечение безопасности фирм и банков конфиденциальной информацией о конкурентах. Satisfaction of entrepreneurs to a minimum of undesirable publicity of illegal activities of subordinate organizations; Economic costs for: the actions of competitors to undermine the company's reputation; against economic crimes in the field of computer security; on investigations against commercial crimes; due to cultural and historical features, the creation of detective and security agencies (England); for cases of industrial espionage; ensuring the security of firms and banks with confidential information about competitors.

Рассмотрим функционирование и систему адаптации к современным условиям экономической безопасности в разных странах с позиций включения ее в региональные программы для изучения опыта повышения экономической безопасности в РФ. Так, в США действует «программа профилактики и борьбы с экономическими преступлениями во взаимодействии правоохранительных органов страны с государственными и частными учреждениями охранных и детективных бюро», которая включает меры по борьбе с преступностью в целях предотвращения угроз безопасности бизнеса. Это достаточно «закрывающая» программа, для которой характерна конфиденциальность, однако известно, что она включает деятельность частных агентств, расследующих: кражи товаров и документов; подделку платежных документов; утечку коммерческой информации, случаи коррупции, финансовое мошенничество; компьютерные преступления; кражи со стороны сотрудников

фирмы, конфликты на предприятиях. В случае масштабности экономических преступлений ими занимаются государственные правоохранительные органы, при этом крупные фирмы имеют собственную службу безопасности, укомплектованную специально подготовленными специалистами, прошедшими строгий отбор. В рамках Государственного департамента корпорации и крупные фирмы обмениваются информацией, проводят конференции по обмену опытом. Услуги безопасности на фирмах США достигли 11 млрд долл. в 2013 году.

В Англии на предприятиях в целях экономической безопасности преследуется принцип «нежелательной гласности» незаконной деятельности фирм, поэтому результаты расследований компьютерной безопасности и других экономических преступлений закрыты для транспарентной среды. Известно, что агентство «Argen» обеспечивает безопасность фирм, расследуя случаи шпионажа, а также

передачи конкурентной информации. В целях экономической безопасности проводится профилактическая деятельность, связанная с изучением психологических типов работников (которые вызывают подозрение менеджеров), и комплексная деятельность, включающая меры политического, экономического, правового, организационного и идеологического характера. Эта деятельность высокомотивирована, оснащена специальным оборудованием при отборе сотрудников на предмет шпионажа, нападения на инкассаторов, о маршрутах перемещения ценностей.

Почти те же действия запрограммированы на предприятиях в Германии; фирмы (банки, крупные корпорации, а иногда предпринимательские организации) также, используя высокотехнологичное оборудование, решают проблемы компаний. В целях национальной экономической безопасности создаются структуры контрразведки, выполняющие задачи охраны и безопасности. В Германии развиты службы превентивного обеспечения безопасности и службы проведения

расследований; как правило, эти службы создают банки и государственные учреждения, предоставляющие охранные и детективные услуги для защиты имущества, работников и обеспечивающие безопасность бизнеса.

На институциональном уровне функционируют, так же как в нашей стране, Закон против недобросовестной конкуренции [4], как в РФ, введена обязательная регистрация в Министерстве внутренних дел приезжих, частных следователей и т. д. Использование компьютерных технологий подстраховано паролями, чтобы снизить риск несанкционированного доступа к базам данных, и перехвате финансовой информации.

На институциональном уровне в Российской Федерации разработаны меры для взаимодействия органов государственной власти на федеральном и региональном уровне для обеспечения и повышения экономической безопасности (рисунок 1).

Функции институциональных органов власти различного уровня (государственного и регионального) отражены в таблице 2.

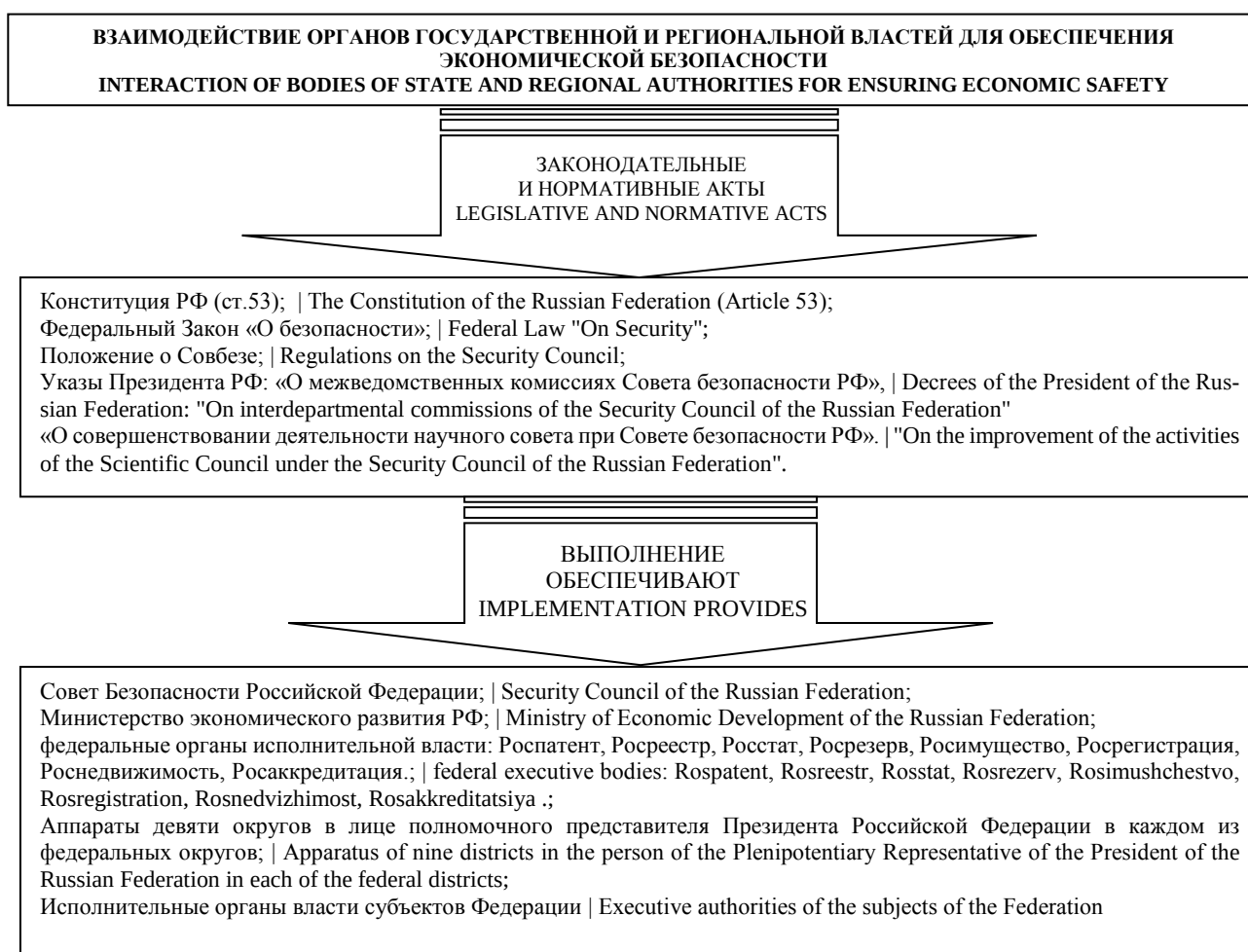


Рисунок 1. Нормативное взаимодействие государственных и региональных в целях обеспечения экономической безопасности

Figure 1. Normative interaction of state and regional in order to ensure economic security

Основные функции институциональных органов, задействованных в обеспечении экономической безопасности
Table 2.

The main functions of the institutional bodies involved in ensuring economic security

Институциональные органы власти Institutional authorities	Основные функции Main functions
Совет безопасности РФ Security Council of the Russian Federation	Являясь конституционным совещательным органом, подготавливает и реализует решения Президента РФ по вопросам национальной (в том числе экономической) безопасности. Конкретно подготавливаются решения по организации милитаризации страны (обороны, ее военного устройства, оборонного производства и военно-технического сотрудничества с зарубежными странами). Решаются проблемы, касающиеся защиты конституционного строя, суверенитета, территориальной целостности. Функции и правовое положение Совета Безопасности определяются Конституцией РФ (Ст. 83), Федеральным Законом «О безопасности», Положением о Совбезе, и соответствующими указами Президента РФ: «О межведомственных комиссиях Совета безопасности РФ», «О совершенствовании деятельности научного совета при Совете безопасности РФ» и т. д. Being a constitutional advisory body, prepares and implements the decisions of the President of the Russian Federation on issues of national (including economic) security. Specifically, decisions are being prepared to organize the militarization of the country (defense, its military structure, defense production and military-technical cooperation with foreign countries). The problems concerning the protection of the constitutional system, sovereignty, territorial integrity are being resolved. The functions and legal status of the Security Council are determined by the Constitution of the Russian Federation (Article 83), the Federal Law "On Security", the Statute on the Security Council, and the relevant decrees of the President of the Russian Federation: "On Interdepartmental Commissions of the Security Council of the Russian Federation", "On Improving the Activity of the Scientific Council under the Security Council RF", etc.
Министерство экономического развития РФ Ministry of Economic Development of the Russian Federation	Решает задачи по выработке государственной политики, нормативно-правовому регулированию в сфере анализа и прогнозирования социально-экономического развития, оценочной деятельности огромной совокупности факторов обеспечения экономической безопасности. It solves the problems of developing state policy, regulatory and legal regulation in the sphere of analysis and forecasting of social and economic development, appraisal activity of a huge set of factors ensuring economic security.
Федеральные органы исполнительной власти Federal bodies of executive power	На уровне методического руководства Министерства экономического развития РФ осуществляют по соответствующим сферам и отраслям оценку угроз экономической безопасности и защиту национальных интересов страны в области экономики. К таким органам относятся Роспатент, Росреестр, Росстат, Росрезерв, Росимущество, Росрегистрация, Роснедвижимость, Росаккредитация. At the level of the methodical leadership of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation, an assessment of threats to economic security and protection of the national interests of the country in the field of economy are carried out in the relevant spheres and sectors. These bodies include Rospatent, Rosreestr, Rosstat, Rosrezerv, Rosimushchestvo, Rosregistration, Rosnedvizhimost, Rosakkreditatsiya.
Аппараты девяти округов Apparatus of nine districts	В лице полномочного представителя Президента Российской Федерации обеспечивают экономическую безопасность, но не являются специально направленными на эту деятельность, однако они принимают в ней активное участие. Их главное значение заключается в том, что, выполняя поручения Президента, уполномоченное должностное лицо помогает выполнять обязанности главы государства. In the person of the Plenipotentiary Representative of the President of the Russian Federation, they ensure economic security, but they are not specifically directed at this activity, but they take an active part in it. Their main significance is that, in carrying out the President's instructions, the authorized official helps to fulfill the duties of the head of state. Конец формы
Исполнительные органы власти субъектов Федерации Executive authorities of the subjects of the Federation	В ряде субъектов существуют свои советы безопасности, которые отслеживают проблемы экономической безопасности. In a number of subjects, there are security councils that monitor the problems of economic security.

В РФ функционирует на институциональном уровне система экономической безопасности, состоящая из следующих элементов:

- органы власти (Совет Безопасности РФ, Министерство экономического развития, федеральные органы власти под руководством Министерства экономического развития, полномочные представители президента РФ в округах и исполнительные органы власти субъектов РФ);
- документы, регламентирующие экономическую безопасность (ФЗ «о безопасности», Стратегия национальной безопасности до 2020 года, доктрины и стратегии Совбеза по узким особо

важным сферам (продовольственная, энергетическая, водная, транспортная и т. д.);

- международные процессы и тенденции, грозящие безопасности страны (особенно в топливно-энергетической отрасли экономики и в сфере продовольственной безопасности).

Также как в зарубежных странах законы, документы и процессы системы экономической безопасности включены в программы социально-экономического развития регионов РФ, однако отечественное правовое поле, регламентирующее экономическую безопасность в хозяйственных отношениях между государством, регионами и предприятиями не четко

систематизировано и не согласовано с содержанием программ социально-экономического развития регионов механизмы деятельности.

Важной задачей современного этапа экономической безопасности страны и регионов является построение такой системы ее институциональной организации, которая была способна сбалансированно соединять рычаги государственного управления с возможностями частных предприятий, обеспечивала бы качественный уровень предоставления бизнесу защиту от терроризма, хищничества, финансовых рисков, правовой конкуренции и т. д.

Решение этих задач требует:

— во-первых, законодательного введения региональной «дорожной карты», которая будет определять не только стратегические цели и приоритеты развития экономической безопасности регионов на средне- и долгосрочные периоды, но, разработав и уточнив механизмы, направлять институциональную и административную деятельность государства в направлении безопасной деятельности хозяйствующих структур;

— во-вторых, разработки государственных механизмов и инструментов адресной защиты регионов и предприятий с целью повышения экономической безопасности;

— в-третьих, разработки механизмов патернализма по определенным критериям для активизации экономической безопасности в проблемных регионах (приграничных, регионах-донорах);

— в-четвертых, распространения практики согласованных действий центральных и местных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления для устранения точечных территориальных проблем;

— в-пятых, включения в Государственный бюджет РФ специальной программы, ориентированной на задействование внутренних возможностей и поддержку экономической безопасности регионов и предприятий в соответствии со стратегическими приоритетами.

Пример «Дорожной карты» приведен на рисунке 2.

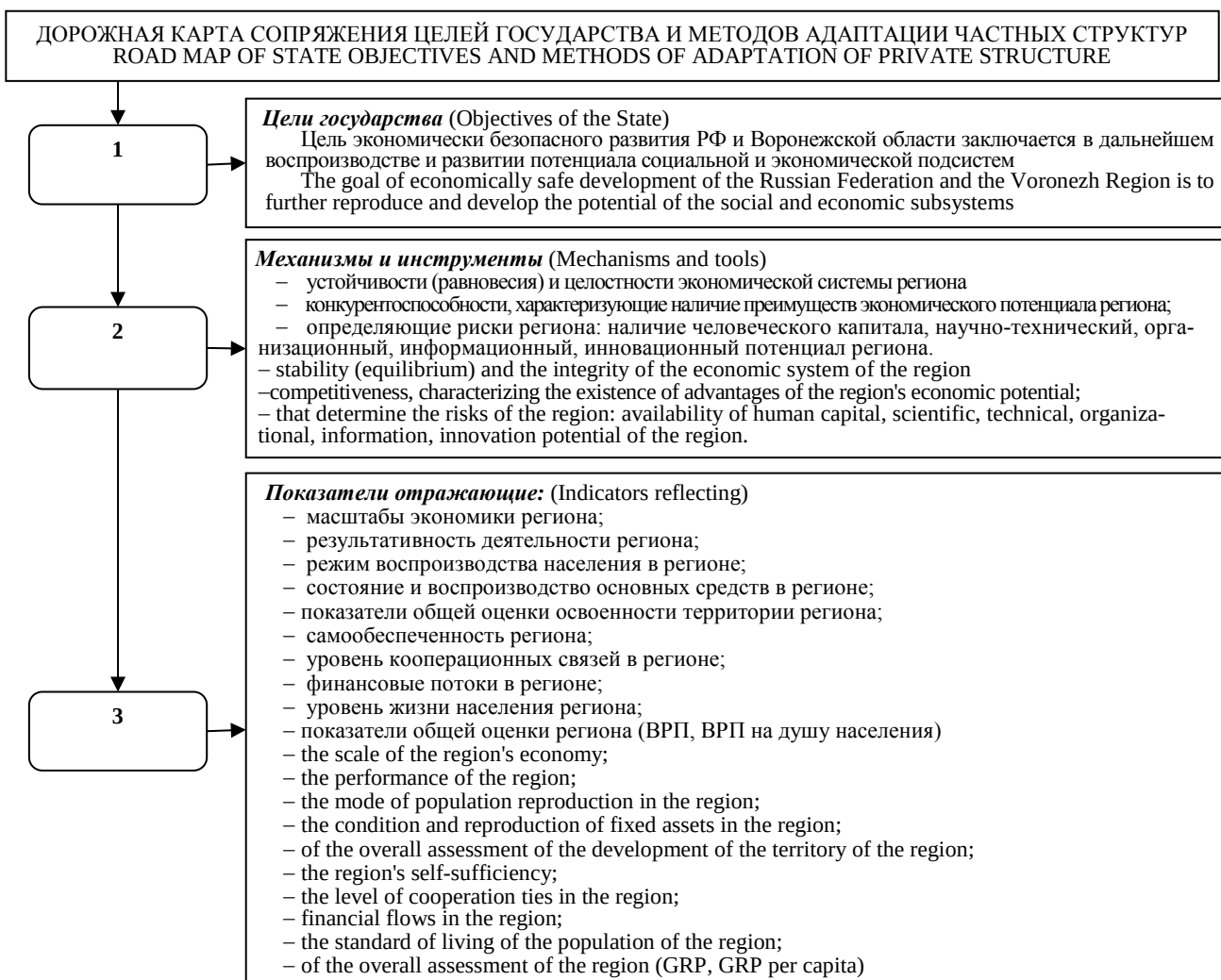


Рисунок 2. «Дорожная карта» сбалансированного соединения, рычагов государственного управления с возможностями частных предприятий, обеспечивающих экономической безопасности

Figure 2. Roadmap of a balanced connection, levers of government with the capabilities of private enterprises that provide economic security

Урегулирование проблемы экономической безопасности на уровне региона обосновано внедрением принципов программирования, партнерства государства и частного бизнеса, государственной поддержкой, соглашениями и договорами, заключаемыми между предприятиями и частными охранными, детективными фирмами.

Принцип программирования означает – программы социально-экономического развития региона должны осуществляться на основе долгосрочных стратегий, планов и программ развития с учетом уточненных механизмов как на государственном, так и на региональном, а при необходимости – и на субрегиональном уровнях.

Принцип партнерства государства и частного бизнеса предусматривает, что региональное развитие требует тесного сотрудничества центральных и местных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, негосударственных организаций, субъектов хозяйствования и их аудита.

Заключение

В стратегическом планировании необходимо учитывать не только принципы, но и стимулирование мероприятий, выделяя в бюджете страны и региона финансы на экономическую безопасность.

Отечественным и зарубежным опытом подтверждается, что наиболее экономически безопасны те регионы и предприятия, где региональная социально-экономическая программа, обоснованная законами и принципами безопасности (инструментами); функционирует благодаря разработанным механизмам (методы анализа, контроля и прогнозирования), а также при четком формировании инфраструктуры экономически безопасной деятельности, когда функционируют не только законы и указы, но и созданы территориальные частные агентства по безопасности, функционируют детективные фирмы по принципу сотрудничества с производствами, последние получают дополнительные конкурентные преимущества на рынке товаров и услуг.

Основными документами, в соответствии с которым осуществляется государственное регулирование экономической безопасности в Российской Федерации, являются: Федеральный Закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности», в котором определены принципы и содержание деятельности полномочия и функции государственных органов власти в сфере обеспечения

государственной, общественной, экологической, личностной и иных видов безопасности, предусмотренных законодательством РФ; стратегия национальной безопасности РФ до 2020 года, которая является официально признанной системой стратегических приоритетов, целей, мер внутренней и внешней политики, определяющих состояние национальной безопасности и уровень устойчивого развития государства на долгосрочную перспективу; особое внимание заслуживают документы, разработанные Советом безопасности по узким и особо важным направлениям обеспечения экономической безопасности. К ним относятся: водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года; транспортная стратегия РФ до 2030 года; экологическая доктрина РФ; основы государственной политики РФ в Арктике до 2020 года и дальнейшую перспективу; климатическая доктрина РФ; доктрина продовольственной безопасности РФ, которая фокусирует внимание на своевременном прогнозировании, выявлении и предотвращении угроз, касающихся рациональных норм потребления пищевых продуктов; энергетическая стратегия до 2030 года, целью которой является максимизация эффективности использования имеющихся природно-энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого функционирования экономики, повышения качества жизни граждан и содействия укреплению внешнеэкономических позиций страны.

Именно два последних документа и два соответствующего направления деятельности государственных органов по обеспечению экономической безопасности в современной международной обстановке заслуживают пристального внимания и анализа. Говоря о «современной международной обстановке», автором подразумевается состояние международной политики и мировой экономики, функционирование которых носит антиинтеграционный деструктивный характер, и сопровождается введением санкций. Основными направлениями санкционных мер в отношении России являются энергетическая отрасль и продовольственная безопасность, составляющие основу качества жизни населения страны. Именно поэтому необходима программа повышения экономической безопасности, обосновывающая методы и инструменты ее внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вебер А. О штандорте промышленности, Под ред. И. Н. Баранского Москва, 1926.
- 2 Некрасов Н.Н. Региональная экономика: теория, проблемы и методы, Москва, 1978. 317 с.
- 3 Костин В.И., Костина А.В. Национальная безопасность современной России. Экономические и социокультурные аспекты. Москва, Либроком, 2013. 344 с.
- 4 Криворотов В.В., Калина А.В., Эриашвили Н.Д. Экономическая безопасность государства и регионов Москва, Юнити-Дана, 2011. 352 с.
- 5 Baetje F., Menkhoff L. Equity premium prediction: Are economic and technical indicators unstable? // *International Journal of Forecasting*. 2016. T. 32. №. 4. С. 1193-1207.
- 6 Camacho M., Perez-Quiros G., Poncela P. Extracting nonlinear signals from several economic indicators // *Journal of Applied Econometrics*. 2015. T. 30. №. 7. С. 1073-1089.
- 7 Lytsur I. M. et al. Foreign experience on ensuring ecological and economic security in agricultural production // *Balanced Nature Using*. 2015. T. 5. №. 4. С. 144-148.
- 8 Hacker J. S. et al. The Economic Security Index: a new measure for research and policy analysis // *Review of Income and Wealth*. 2014. T. 60. №. S1.
- 9 Саликов Ю.А., Золотарева И.И., Бородкина Т.А. Угрозы экономической безопасности региона // *Вестник ВГУИТ*. 2017. № 79(1). С. 490-496. DOI: 10.20914/2310-1202-2017-1-490-496

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юлия М. Соколинская ст. преподаватель, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, misterias@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юлия М. Соколинская Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.03.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2017

REFERENCES

- 1 Veber A. O shtandorte promyshlennosti [About standorte industry]. Moscow, 1926. (in Russian).
- 2 Nekrasov N.N. Regional'naya ekonomika: teoriya, problemy i metody [Regional economy: theory, problems and methods]. Moscow, 1978. 317 p. (in Russian).
- 3 Kostin V.I., Kostina A.V. Natsional'naya bezopasnost' sovremennoi Rossii. Ekonomicheskie i sotsiokul'turnye aspekty [National security of modern Russia. Economic and sociocultural aspects]. Moscow, Librokom 2013. 344 p. (in Russian).
- 4 Krivorotov V.V., Kalina A.V., Eriashvili N.D. Ekonomicheskaya bezopasnost' gosudarstva i regionov [The economic security of the state and regions]. Moscow, Yuniti-Dana 2011. 352 p. (in Russian).
- 5 Baetje F., Menkhoff L. Equity premium prediction: Are economic and technical indicators unstable?. *International Journal of Forecasting*. 2016. vol. 32. no. 4. pp. 1193-1207.
- 6 Camacho M., Perez-Quiros G., Poncela P. Extracting nonlinear signals from several economic indicators. *Journal of Applied Econometrics*. 2015. vol. 30. no. 7. pp. 1073-1089.
- 7 Lytsur I. M. et al. Foreign experience on ensuring ecological and economic security in agricultural production. *Balanced Nature Using*. 2015. vol. 5. no. 4. pp. 144-148.
- 8 Hacker J. S. et al. The Economic Security Index: a new measure for research and policy analysis. *Review of Income and Wealth*. 2014. vol. 60. no. S1.
- 9 Salikov Yu.A., Zolotareva I.I., Borodkina T.A. Threats to the economic security of the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. no. 79(1). pp. 490-496. DOI: 10.20914/2310-1202-2017-1-490-496 (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuliya M. Sokolinskaya senior lecturer, Economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, misterias@mail.ru

CONTRIBUTION

Yuliya M. Sokolinskaya Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.28.2017

ACCEPTED 5.16.2017

Требования к оформлению материалов для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий»

1. Материалы представляются в двух видах: на электронном носителе и распечатанные на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (1 экз.) на лазерном принтере. Они должны быть набраны в редакторе MS Word версия не ниже 6.0 (Office не выше 2007) и напечатаны через одинарный интервал в две колонки шрифтом:

- основной текст - Times New Roman Cyr 11 с полями: левое 22 мм, правое 18 мм, верхнее и нижнее 25 мм;
- колоннитулы от края - верхний и нижний 18 мм;
- заголовки по центру - Times New Roman Cyr 11, жирный;
- красная строка -1 см;
- перенос слов - автоматический.

Со смещением на 5 см от рамки текста в начале статьи набираются:

- УДК - Times New Roman Cyr 12;
- должность, И. О. Ф., место работы, телефон, Email авторов - Times New Roman Cyr 12 (на русском и английском языках) ;
- название статьи - Times New Roman Cyr 16, жирный, строчной (без переноса) (на русском и английском языках);
- без смещения 5 см реферат - Times New Roman Cyr 9 (объем 200-250 слов на русском и английском языках);
- без смещения 5 см ключевые слова – Times New Roman Cyr 9, до 10 слов (на русском и английском языках);

2. Объем для статьи – 4-8 с. Структурно статья должна иметь четко выраженное *введение*, в котором ставится задача (описывается решаемая проблема), *основную часть*, где излагаются используемые авторами пути решения поставленной задачи, приводятся и обсуждаются результаты, и *заключение*, в сжатой форме подводящее итог работы. Повторение одних и тех же данных в статье, таблице и графике не допускается. Размерность всех характеристик приводится в системе СИ.

3. К каждой статье под заглавием дается реферат (объем 1000-2000 печатных знаков) на русском и английском языках через 1 строку друг от друга. Название статьи, фамилия и инициалы приводятся отдельно на английском языке.

4. Название статьи или краткого сообщения должно быть лаконичным и точно отражать содержание.

5. Иллюстрации в формате jpeg или gif:

- должны быть расположены после ссылки на них в тексте;
- должны выполняться на компьютере с обозначением всех необходимых букв и символов в соответствии с ЕСКД и Р 50-77-80. Все буквенные и цифровые обозначения, приведенные на рисунках, поясняются в основном или подрисуночном тексте. Подрисуночные подписи даются Times New Cyr 10, на формат рисунка.

Графические объекты (диаграммы, графики) должны быть активными (т.е. подлежать редактированию стандартными средствами, например, MS Excel).

6. Формулы и буквенные обозначения:

- буквы латинского алфавита, используемые в индексах, набирают курсивом;
- буквы русского и греческого алфавита - прямым шрифтом; знак вектора - полужирным;
- нумерация формул в тексте сквозная. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vguit.elpub.ru/vguit>

Формат формул (стандартный редактор) :

- стиль - "математический";
- размер символа — 11

Sizes (Размеры)	
Full (Обычный)	11 – 10
Subscript/Superscript (Крупный индекс)	7
Sub-subscript/Superscript (Мелкий индекс)	5
Symbol (Крупный символ)	12
Subsymbol (Мелкий символ)	9

7. Таблицы (слово печатается вразрядку) должны быть с заголовками и обязательно располагаться после ссылки на них в тексте. Графы в таблицах должны иметь краткие заголовки. Упоминаемые в заголовках величины сопровождаются соответствующими единицами измерений.

8. Литература (слово печатается: Times New Roman Cyr 11, жирный, прописной) на русском и на английском языке включает от 5-10 источников, использованные автором при написании статьи. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках: [1], помещаются в конце статьи. В список не включается литература 10-летней давности. Список литературы должен быть представлен на русском и на английском языках.

8.1. **За правильность приведенных в списке литературы данных ответственность несут авторы.** Библиографический список на русском языке озаглавливается словом ЛИТЕРАТУРА (Times New Roman Cyr 11, полужирный шрифт) и представляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов» (см. Приложение 1). Англоязычная часть библиографического описания озаглавливается словом REFERENCES (Times New Roman Cyr 11, полужирный шрифт) и представляется в адаптированном формате Harvard (см. Приложение 2). Каждый пункт библиографического описания нумеруется, после номера точка не ставится. В библиографическом описании приводятся фамилии авторов до трех, после чего для отечественных публикаций следует указать "и др.", для зарубежных — "et al.". Не допускается смешивать русскоязычную и англоязычную часть в одной ссылке, точно так же, как сокращать русскоязычный список литературы (ЛИТЕРАТУРА), перенося все англоязычные ссылки в REFERENCES. Рекомендуется представлять в REFERENCES, вместо русскоязычного варианта описания журнала-источника, описание его переводной версии при условии ее наличия. Транслитерацию фамилий авторов, названий статей, книг, журналов необходимо проводить, согласно системе транслитерации Библиотеки конгресса США (Library of Congress Slavic (Russian) Transliteration), рекомендуется использовать при этом системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит, а не делать транслитерацию вручную, во избежание ошибок.

9. В журнале публикуется не более 2 статей одного автора. Количество авторов одной статьи не должно превышать 4 человек.

В журнале публикуются оригинальные научные статьи теоретического и экспериментального характера в области технических, естественных, экономических и химических наук. Автор указывает рубрику (в сопроводительном письме и выписке из заседания кафедры), в которой он хотел бы разместить свою статью:

- Процессы и аппараты пищевых производств;
- Информационные технологии, моделирование и управление;
- Пищевая биотехнология;
- Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология;
- Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов;
- Экономика и управление;

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vguit.elpub.ru/vguit>

Журнал «Вестник ВГУИТ» выходит 4 раза в год: № 1 – март; № 2 – июнь; № 3 – сентябрь; № 4 – декабрь.

Статья должна быть тщательно проверена и подписана всеми авторами. На отдельном листе авторы указывают ФИО полностью, адрес, ученую степень, должность, место работы, контактный телефон, E-mail, а также отмечают с кем вести переписку.

К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо;
- выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией статьи к печати;
- экспертное заключение;
- положительная рецензия ведущего ученого в данной области или члена редакционной коллегии серии, заверенная подписью и печатью.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным. В случае возвращения статьи для исправления датой представления считается день получения исправленного текста. Срок доработки - не более 1 месяца.

Материалы, не соответствующие данным требованиям оформления, к публикации не принимаются. Рукописи авторам не возвращаются.

Плата с аспирантов и докторантов за публикацию рукописей не взимается.

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

КНИГА, МОНОГРАФИЯ:

(кол-во авторов от 1 до 3):

1 Валукин М.Е., Глушков А.И. Эволюция движений в мужском классическом танце. М.: ГИТИС, 2006. 251 с.

(кол-во авторов более 3):

2 Эволюция движений в мужском классическом танце / Валукин М.Е. [и др.]. М.: ГИТИС, 2006. 251 с.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ, УЧЕБНИК:

(кол-во авторов от 1 до 3):

3 Ковшиков В.А., Глухов В.П. Психолингвистика. Теория речевой деятельности: учеб. пособие для студентов педвузов. М.: Высшая школа, 2006. 320 с.

(кол-во авторов более 3):

4 Психолингвистика. Теория речевой деятельности: учеб, пособие для студентов педвузов / Ковшиков В.А. [и др.] М.: Высшая школа, 2006. 320 с.

СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ:

(кол-во авторов от 1 до 3):

5 Ефимова Т.Н., Кусакин А.В., Иванов Б.И. Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл // Проблемы региональной экологии. 2007. Т. 3. № 1. С. 80–86.

(кол-во авторов более 3):

6 Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл / Ефимова Т.Н. [и др.] // Проблемы региональной экологии. 2007. Т. 3. № 1. С. 80–86.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ:

7 Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего образования: сб. науч. тр. / Институт образования взрослых Рос. акад. образования; под ред. А.Е. Марона. М.: ИОВ, 2007. 118 с.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ, ФОРУМОВ, СОВЕЩАНИЙ, СЕМИНАРОВ:

8 Ходоскин Д.П. Исследование начальной скорости торможения на регулируемых перекрестках // Политтранспортные системы: мат. VII Всерос. науч.-техн. конф., Красноярск, 25–27 ноября 2010 г. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. С. 578–583.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР:

9 Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Институт мировой экономики и междунар. отношений. М.: ИМЭМО, 2007. 39 с.

ПАТЕНТ:

порядок описания:

10 Обозначение вида документа, номер, название страны, индекс международной классификации изобретений. Название изобретения / И.О.Фамилия изобретателя, заявителя, патентовладельца; Наименование учреждения-заявителя. Регистрационный номер заявки; Дата подачи; Дата публикации, сведения о публикуемом документе.

пример:

11 Пат. № 2201911, RU, C2 7 C 05 F 11/08, 9/00. Способ утилизации твердых бытовых отходов и получения органического удобрения / Стом Д.И., Солдатов С.В., Казаринова Т.Ф., Никонова Т.С. № 2000132175/13; Заявл. 2000132175; Оpubл. 10.04.2003, Бюлл. № 10.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ:

порядок описания:

Заглавие официального документа: сведения, относящиеся к заглавию (указ, постановление), Дата принятия документа / Название издания. Год издания. Номер (для журнала). Дата и месяц (для газеты). Первая и последняя страницы.

пример:

12 ГОСТ 12.1.033. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения. Введен 01.07.82. М.: Межгосударственный стандарт: ИПК изд-во стандартов, 2001. 7 с.

ДИССЕРТАЦИЯ

13 Якимов М.А. Изучение взаимодействия между компонентами электролитов в тройных водно-солевых системах на примере нитратных систем: дис... д-ра хим. наук: 10.01.71 : защищена 05.02.71: утв. 10.06.71. Л.: ЛГУ, 1971. 200 с.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

14 Якимов М.А. Изучение взаимодействия между компонентами электролитов в тройных водно-солевых системах на примере нитратных систем: автореф. дис. докт. хим. наук : Л.10.01.71 / Л.: ЛГУ, 1971. 40 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса [Электронный ресурс]. Место издания: Издательство, год издания (если указаны). Адрес локального сетевого ресурса (дата просмотра сайта или последней модификации документа).

пример:

15 Шкловский И. Разум, жизнь, вселенная [Электронный ресурс] М.: Янус, 1996. Режим доступа: <http://www.elibrary/books/shklovsky/titul.htm> (23 ноября 2001 г.)

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ:

СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (транслитерация). Перевод названия статьи на английский. Название русскоязычного источника (транслитерация, *курсивом*). [Перевод названия источника на английский язык (в квадратных скобках)]. Год, том, номер, страницы (от-до). Указание на язык статьи (In Russ.) после описания статьи.

пример:

1 Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing. *Neftyanoe khozyaistvo* [Oil Industry], 2008, vol. 10, no.11, pp. 54-57. (In Russ.).

СТАТЬЯ ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА:

2 Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of ComputerMediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

СТАТЬЯ С DOI:

3 Zhang Z., Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. *Russkii zhurnal elektrokhimii*. [Russian Journal of Electrochemistry], 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. doi: 10.1134/S1023193508080077

СТАТЬЯ ИЗ ПРОДОЛЖАЮЩЕГОСЯ ИЗДАНИЯ (СБОРНИКА ТРУДОВ):

4 Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints "steel-composite". *Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem»* [Proc. of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"], 2006, no. 593, pp. 125-130. (In Russ.).

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ:

5 Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z. [et al.] Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi"* [Proc. 6th Int. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact"]. Moscow, 2007, pp. 267-272. (In Russ.).

КНИГИ (МОНОГРАФИИ, СБОРНИКИ):

6 Nenashv M.F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikonians L.G. *Ekspluatatsiya turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem* [Operation of turbine generators with direct cooling]. Moscow, Energiia Publ., 1972. 352 p. (In Russ.).

8 Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]. Izhevsk, 2002. 140 p. (In Russ.).

9 Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov A.I. *Proektirovanie turbogeneratorov* [Design of turbo-generators]. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (In Russ.).

10 Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya*. Kn. 1: *Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

ПЕРЕВОДНАЯ КНИГА:

11 Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., Jones P., Cox F. *Expert systems. Principles and case studies*. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. *Eksperitnye sistemy. Printsipy raboty i primery*. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

НЕОПУБЛИКОВАННЫЙ ДОКУМЕНТ:

13 Latypov A.R., Khasanov M.M., Baikov V.A. *Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program*. No. 2004611198, 2004. ((In Russ.), unpublished).

ДИССЕРТАЦИЯ ИЛИ АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

14 Semenov V.I. *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor*. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

ГОСТ:

GOST 8.586.5–2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie rashkoda i kolichstva zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv* [State Standard 8.586.5 – 2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russ.).

ПАТЕНТ:

Palkin M.V. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia* [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

List of requirements of drawing up materials in «Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies»

1 All the materials are represented in two ways: on a flash card. The materials should be printed on white sheets of paper on one side only by means of a laser printer. One must use MS-World (6,0 version) to set up a text and keep single line interval. The text must be divided into two columns.

- basic text– Times New Roman Cyr 11 with margins: left one – 22 mm, right one 18 mm, top and bottom 25 mm;
- running titles from tops – top and bottom 18 mm;
- central titles – Times New Roman Cyr 11, in bold type;
- indented line – 1 cm;
- division of words is automatical.

The points below are printed with 5 cm shift from the text frame:

- Universal Decimal Code – Times New Roman Cyr 12;
- post, author's name, middle name, surname – Times New Roman Cyr 12;
- article title – Times New Roman Cyr 16, in bold type, lower case (without division of words);
- without displacement of 5 cm summary - Times New Roman Cyr 9 (volume of 200-250 words in Russian and English);
- without displacement of 5 cm keywords - Times New Roman Cyr 9, up to 10 words in Russian and English);

2 Article extent – under 4 – 8 pages. Any article must have a strict structure with a clearly seen introduction, where the problem is raised, body, where the solutions to the problem are presented and the results are discussed, and a conclusion, where the work results are summed up. Repetition of one and the same data are forbidden. The size of all characteristics are presented within CI system.

3 To each article under the title gives a summary (volume 1000-2000 printed characters) in Russian and English languages in 1 line each other. Article title, surname and initials are given separately in English.

4 The title of the article or a short message must be laconic and show the contents of the article clearly.

5 All the illustrations are made in JPEG or BMP:

- they must be placed after the reference in the text;
- they must be done by means of a computer and be supplied with the letter and symbol marks according to universal system documents (USCP) and R 55-77-80. All The letters and figures presented on the illustration text, must be explained in the basic or in the under illustration text. The marks are given in Times New Cyr 10.

Graphical installations (diagrammes, schedules) should be active (i.e. to be subject to editing by standard means, for example, MS Excel).

6 Formulae and letter marks:

- latin letters, used in indexes, are printed in italic type;
- Russian and Greek letter – Roman type, vector mark in half bold type;
- formulae must be numbered through the text. Only formulae with references are numbered.

Formulae format:

- style – “mathematical”;
- symbol size – 11

Sizes	
Full	11 – 10
Subscript/Superscript	7
Sub-subscript/Superscript	5
Symbol	12
Subsymbol	9

7 Tables (the word itself should be spaced) must be supplied with titles and placed right after the references in the text. All the table columns must have short titles. Magnitudes, mentioned in titles must go along with measurement unit.

8 Literature (the word itself is printed in Times New Roman Cyr 11, in bold type capital) contains sources, author used for article composing. There must be no more than 10 designation. All the references in the text are made in square brackets and placed at the end of article. Literature list mustn't contain unpublished works, textbooks, theses, as well as 10 year – old literature.

8.1 For the correctness of the information provided in the list of literature data the authors are responsible. References in Russian sagauniversal word LITERATURE (Times New Roman Cyr 11 bold font) and submitted in accordance with GOST R 7.0.5-2008 "Bibliographic reference. General requirements and rules of drawing up". Links to electronic documents must be made according to GOST 7.82-2001 "Bibliographic record. Bibliographic description of electronic resources" (see Appendix 1, 2).

9 Not more than 2 articles of one author can be published in the journal. The number of authors should not exceed 4 persons.

Original scientific articles of theoretical and experimental character are published in the magazine in the field of technical, natural, economic, chemical. The author specifies a heading (in the covering letter and an extract from faculty meeting) in which he would like to place the article:

- Processes and devices of food productions;
- Information technologies, modeling and management;
- Food biotechnology;
- Fundamental and applied chemistry, chemical technology;
- Biotechnology, bionanotechnology and technology of sugary products;
- Economy and management;

The magazine «the Messenger ВГУИТ» leaves 4 times a year: № 1 – March; № 2 – June; № 3 – September; № 4 – December.

The article must be thoroughly checked and signed by all the authors. Name, middle name, last name, address, science degree, position, place of work, telephone number (office and home) E-mail, the person communicate to are pointed out on a separate sheet of paper.

Accompanying deeds should be applied on paper:

- The transmittal letter;
- An extract from the report of faculty meeting with paper recommendation for printing;
- The positive review of the leading scientist in the given area or a member of an editorial board of the series, authenticated by the signature and printing.

The question on paper publication, its deviation is solved by an editorial board of the log and ee the solution is definitive. In case of refund of paper for correction by representation date it is considered day of reception of the corrected text. Finishing term - no more than 1 month.

The materials mismatching given demands of registration, to the publication are not accepted. Manuscripts are not refunded to authors.

The pay for the publication of manuscripts is not raised from post-graduate students.

THE ORDER OF THE LINKS ON THE RUSSIAN LANGUAGE THE BOOK, MONOGRAPH: (number of authors from 1 to 3): 1 Valukin M.E. Ter-Minassian, Glushkov A.I Evolution of movements in the men's classic dance.

M: GITIS, 2006. 251 S. (number of authors more than 3):

2 Evolution of movements in the men's classic dance / Valukin M.E. Ter-Minassian [and others]. M: GITIS, 2006. 251 S. A

TUTORIAL TUTORIAL:

(number of authors from 1 to 3):

3 Scoops V.A. Glukhov, V.P. Psycholinguistics. Theory of speech activity: textbook. manual for students of pedagogical universities. M: Vysshaya SHKOLA, 2006. 320 C. (number of authors more than 3):

4 Psycholinguistics. Theory of speech activity: textbook, a manual for students of pedagogical institutes / Woks VA [and other] M.: Vysshaya SHKOLA, 2006. 320 C. JOURNAL ARTICLE: (number of authors from 1 to 3):

5 Efimova T.N., Kusakin A.V., Ivanov B. I. Protection and rational use of wetlands in the Republic of Mari El // problems of regional ecology. 2007. T. 3. No. 1. C. 80-86. (number of authors more than 3):

6 Protection and rational use of wetlands in the Republic of Mari El / Efimova T.N. [and other] // problems of regional ecology. 2007. T. 3. No. 1. C. 80-86. COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS:

7 Content and technologies of adult education: a problem of the leading education: collected scientific articles. Tr. / Institute of adult education Grew. Acad. education; Ed. by A. Maron. M: JOB, 2007. 118 S.

MATERIALS OF CONFERENCES, FORUMS, MEETINGS, SEMINARS:

8 Chogokin D.P. Study initial speed braking controlled junctions // Polytransport system: Mat. VII vseros. nauch.-the technology. Conf., Krasnoyarsk, November 25-27, 2010, Novosibirsk: Publishing house of the STU, 2010. C. 578-583.

ANALYTICAL REVIEW:

9 Economy and politics of Russia and CIS countries: Analyt. review, APR. 2007 / Rus. Acad. Sciences, Institute of world economy and international. relations. M: IMEMO, 2007. 39 C.

PATENT:

order description:

10 Designation of the document, number, the name of the country, the index of the international classification of inventions. The title of the invention / full Name of the inventor, the applicant, the patent holder; name of the institution the applicant. Registration number of the application; the date of filing; date of publication, information about the published document.

example:

11 Pat. no 2201911, EN, C2 7 05 F 11/08, 9/00. The method of disposal of solid household waste and produce organic fertilizer / a Shrub DI, Soldatov S.V., Kazarinova TV, Nikonov T.S. no 2000132175/13; Appl. 2000132175; Publ. 10.04.2003, bull. Number 10.

LEGAL DOCUMENTS:

order description:

The official title of the document: information relating to the title (decree, decision)date of adoption of the document / edition Name. Year of publication. Room (log). The date and month (for Newspapers). The first and last pages.

example:

12 GOST 12.1.033. SSBT. Fire safety. Terms and definitions. Introduced 01.07.82. M: Interstate standard: IPK the publishing house of standards, 2001. 7 C.

THESIS

13 Yakimov M.A. study of the interaction between the components of electrolytes in the triple water-salt systems on the example of nitrate systems: dis... Dr. chem. Sciences: 10.01.71 : protected 05.02.71: appr. 10.06.71. Leningrad: Leningrad state University, 1971. 200 S.

THE DISSERTATION:

14 Yakimov M.A. study of the interaction between the components of electrolytes in the triple water-salt systems on the example of nitrate systems: Avtoref. dis. Prof. chem. Sciences : L / Leningrad: Leningrad state University, 1971. 40 C.

ELECTRONIC RESOURCE:

order description:

Surname ACTING author (if given). Resource name [Electronic resource]. Place of publication: Publisher, year of publication (if specified). The address of the local network resource (date of access of the site or last modification of the document).

example:

15 Shklovsky Mind, life, the universe [Electronic resource] M.: Yanus, 1996. Mode of access:

<http://www.elibrary/books/shklovsky/ titul.htm> (23 November 2001)

THE ORDER OF THE LINKS ON ENGLISH LANGUAGE:ARTICLE FROM THE MAGAZINE:

order description:

Surname ACTING author (transliteration). Translation of the name of article in English. The name of the Russian-language source (transliteration, italics). [Translation of the name of the source on the English language (in brackets)]. Year, volume, number, pages (from-to). An indication of the language of the article (In Russ.) after the description of the article.

example:

1 Zagurenko A.G., Korotovskikh VA, A.A. Kolesnikov, Timonov A.V., Kardymon D.V. Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing. *Neftyanoe khozyaistvo [Oil Industry]*, 2008, vol. 10, no.11, pp. 54-57. (In Russ.).

ARTICLE FROM ELECTRONIC JOURNAL:

2 Swaminathan V., Lepkoswka-E. White, Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of ComputerMediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

ARTICLE C DOI:

3 Z. Zhang, Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. *Russkii zhurnal elektrokhimii. [Russian Journal of Electrochemistry]*, 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. doi: 10.1134/S1023193508080077

ARTICLE FROM CONTINUING PUBLICATIONS (PROCEEDINGS):

4 Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints "steel-composite". *Trudy MGTU "Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem"* [Proc. of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"], 2006, no. 593, pp. 125-130. (In Russ.).

CONFERENCE MATERIALS:

5 Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z. [et al.] Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi"* [Proc. 6th Int. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact]. Moscow, 2007, pp. 267-272. (In Russ.).

BOOKS (MONOGRAPHS, COLLECTIONS):

6 Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR [Last government of the USSR]*. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikonians L.G. *Ekspluatatsiya turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem [Operation of turbine generators with direct cooling]*. Moscow, Energiia Publ., 1972. 352 p. (In Russ.).

8 Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]*. Izhevsk, 2002. 140 p. (In Russ.).

9 Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov, A.I. *Proektirovanie turbogeneratorov [Design of turbo-generators]*. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (In Russ.).

10 Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting)*, Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

TRANSLATED VERSION OF THE BOOK:

11 S.P. Timoshenko, Young D.H., W. Weaver *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: S.P. Timoshenko, Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., P. Jones, F. Cox *Expert systems. Principles and case studies*. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. *Ekspertnye systems. Printsipy raboty i primery*. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

UNPUBLISHED DOCUMENT:

13 Latypov A.R., M.M. Khasanov, Baikov VA *Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program. No. 2004611198, 2004.* ((In Russ.), unpublished).

THESIS OR DISSERTATION:

14 V.I. Semenov *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]*. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

GOST:

GOST 8.586.5-2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda kolichestva i zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh 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.