

ISSN 2226-910X  
E-ISSN 2310-1202

**ВЕСТНИК ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Вестник ВГУИТ*

*Proceedings of VPUET*

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

**2019**

*№*

**4**

16+

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

16+

**ВЕСТНИК  
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**ВЕСТНИК ВГУИТ**

---

**2019, Том. 81, № 4**

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

---

ОСНОВАН В 1938 ГОДУ  
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

**Воронеж  
2019**



Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

---

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

«VORONEZH STATE UNIVERSITY  
OF ENGINEERING TECHNOLOGIES»

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

---

**Proceedings of VSUET**

---

**2019, Vol. 81, No. 4**

SCIENTIFIC AND THEORETICAL JOURNAL

---

FOUNDED IN 1938  
COMES 4 TIMES PER YEAR

**Voronezh  
2019**



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

Письмо о Перечне рецензируемых научных изданий от 28.12.2018 г. (<https://goo-gl.ru/4XHR>)

Материалы журнала размещаются в

БД РИНЦ, БД AGRIS – выборочно, ЭБС Лань, ЭБС IPRbooks, ЭБ КиберЛенинка, БД ВИНТИ РАН, НИС Соционет, БД Directory of Open Access Journals (DOAJ), БД Open Access scholarly Resources (ROAD), The European Library (TEL), БД AcademicKeys, Research Bible, БД EBSCO Publishing, Academic Keys

**В журнале представлены статьи по следующим научным специальностям:**

**05.18.00** – Технология продовольственных товаров;

**05.17.00** – Химическая технология;

**08.00.00** – Экономические науки

---

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА**

---

**Председатель (Главный редактор):**

**ПОПОВ ВАСИЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ** доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, врио ректора, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0003-1294-8686

**Заместители председателя (Зам. главного редактора):**

**КОРНЕЕВА ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА** доктор биологических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, проректор по научной и инновационной деятельности, зав. кафедрой биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-2863-0771

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК**

**Процессы и аппараты пищевых производств**

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

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

**АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ** доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, советник при ректорате по науке, зав. кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-8932-5922

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

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

**ВАСИЛЕНКО ВИТАЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ** доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, декан технологического факультета, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-1547-9814

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

**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)

**МАКСИМЕНКО ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ** доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям, заместитель заведующего кафедры технологические машины и оборудование, Астраханский государственный технический университет (Астрахань, Россия)

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

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

**ЧЕРТОВ ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ** доктор технических наук, профессор, советник при ректорате, зав. кафедрой технической механики, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

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

**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) ORCID: 0000-0002-1416-0297

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

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

**АМИРОВА ЭЛЛИ** доктор наук, основатель и генеральный директор Succigo Inc. (Ла-Меса, США) ORCID: 0000-0002-9377-3875

**БРЕНЧ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ** кандидат технических наук, доцент, декан инженерно-технологического факультета учреждения образования, Белорусский государственный аграрный технический университет (Минск, Беларусь) ORCID: 0000-0001-6604-9366

**ВАЙБХАВКУМАР ГАВАЛИ** доктор наук, постдокторант, фармакология, отделение внутренней медицины, Медицинский колледж (Цинциннати, США) ORCID: 0000-0002-7917-4913

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

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

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

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

**КАЧАНОВА МИРОСЛАВА** доктор наук, профессор кафедры плодоводства, виноградарства и экологии, Словацкий сельскохозяйственный университет (Нитра, Словакия), отдел биоэнергетики и пищевых технологий, Жешувский университет (Жешув, Польша) ORCID: 0000-0002-4460-0222

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

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

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

**МАСЛОВ АЛЕКСАНДР** доктор медицинских наук, доцент кафедры генетики, Медицинский колледж Альберта Эйнштейна (Нью-Йорк, США) ORCID 0000-0001-5402-8891

**ОСПАНОВ, АБДЫМАНАП АБУБАКИРОВИЧ** академик КазНАЕН, доктор технических наук, профессор, руководитель учебного научно-производственного Центра «Технология перерабатывающих производств», Казахский национальный аграрный университет (Алматы, Казахстан) ORCID: 0000-0002-3813-603X

**ПАНДА ВАНДАНА** доктор наук, доцент кафедры фармакологии, Ведущий фармацевтический колледж им. К. М. Кунднани (Мумбай, Индия) ORCID: 0000-0002-7016-7813

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

**РОДИОНОВА НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА** доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, декан факультета экономики и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-6940-7998

**СУНДАРРАДЖАН ПРИЯ** магистр наук, доктор наук, доцент кафедры естественных наук и биохимии, колледж Святого Ксавьера, Университет Мумбаи (Мумбаи, Индия)

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

**ЭСРА КАПАНОГЛУ** доктор наук, доцент кафедры пищевой инженерии, Стамбульский технический университет (Стамбул, Турция) ORCID: 0000-0003-0335-9433

**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)

**БИТЮКОВ ВИТАЛИЙ КСЕНОФОНОВИЧ** доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, советник при ректорате профессор кафедры информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

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

**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)

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

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

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

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

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

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

**СУХАНОВ ПАВЕЛ ТИХОНОВИЧ** доктор химических наук, профессор, проректор по учебной работе, профессор кафедры физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия) ORCID: 0000-0002-2588-9286

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

### **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) ORCID: 0000-0002-8438-0607

**АВЕЗОВ АЗИЗУЛЛО ХАБИБОВИЧ** доктор экономических наук, профессор кафедры отраслевых рынков, Худжандский Политехнический институт Таджикского Технического университета им. Академика М.С. Осими (Худжанд, Таджикистан) ORCID: 0000-0002-5867-648X

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**СИБИРСКАЯ ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА** доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Москва, Россия) ORCID: 0000-0001-5496-1446

**СОВИК ЛЮДМИЛА ЕГОРОВНА** доктор экономических наук, профессор, кафедра экономики и бизнеса, Полесский государственный университет (Пинск, Беларусь) ORCID: 0000-0002-427-9789

**Официальный сайт «Вестник ВГУИТ» [www.vestnik-vsuet.ru](http://www.vestnik-vsuet.ru)  
Подписной индекс издания в агентстве "Роспечать" 70927**

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

---

---

Сдано в набор 06.12.2019. Подписано в печать 18.12.2019  
Выход в свет: 26.12.2019  
Формат 70×100 1/8.  
Усл. печ. л. 37,6 Тираж 1500 экз. Заказ.  
Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО  
«Воронеж. гос. ун-т инж.  
технол.», 2019

**The magazine is included in the list of publications recommended  
by the Higher Attestation Commission  
Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation  
for the publication of dissertation research**

Letter of the List of Peer-reviewed Scientific Publications from 28/12/2018. (<https://goo-gl.ru/4XHR>)

Journal materials are placed in

**RSCI DB, AGRIS DB - selectively, EB Doe, EBR IPRbooks, EB CyberLenink, DB VINITI RAS, NIS Socionet, Directory of Open Access Journals (DOAJ) database, Open Access scholarly Resources (ROAD) database, The European Library (TEL), AcademicKeys database, Research Bible, EBSCO Publishing database, Academic Keys**

**The journal presents articles on the following scientific specialties:**

**05.18.00** – Food Technology;

**05.17.00** – Chemical Technology;

**08.00.00** – Economics

---

**EDITORIAL COUNCIL**

**Chairman (Editor-in-chief):**

**POPOV, VASILII NIKOLAEVICH** Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Rector, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0003-1294-8686

**Vice-chairman (Deputy Chief Editor):**

**KORNEEVA, OLGA SERGEEVNA** Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher School of Russia, Vice Rector for scientific and innovative activity, Head of the Department of Biochemistry and Biotechnology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0002-2863-0771

**EDITORIAL TEAM**

**Processes and devices for food production**

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

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

**ANTIPOV, SERGEY TIKHONOVICH** Doctor of Technical Sciences, professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, Advisor to the administration of science, Head of the Department of machines and equipment for the food industry, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0002-8932-5922

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

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

**VASILENKO, VITALII NIKOLAEVICH** Doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Fats technology, processes and apparatuses of chemical and food industries, the Dean of the Technology Faculty, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia) ORCID: 0000-0002-1547-9814

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

**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)

**MAKSIMENKO, YURI ALEKSANDROVICH** Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation, Deputy Head of the Department of Technological Machines and Equipment, Astrakhan State Technical University (Astrakhan, Russia)

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

**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)

**CHERTOV, EVGENY DMITRIEVICH** Doctor of Technical Sciences, Professor, Advisor to the administration, 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)

**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)

### **Food biotechnology**

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

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

**AKSENOVA, LARISA MIKHAILOVNA** 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)

**AMIROVA ELLIE DAOM**, PhD, Diplomate of OM, (LAc), Founder and CEO of Succurro Inc. (La Mesa, USA)  
ORCID: 0000-0002-9377-3875

**BRENCH, ANDREY ALEXANDROVICH** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Engineering and Technology of the Educational Institution, Belarusian State Agrarian Technical University (Minsk, Belarus)  
ORCID: 0000-0001-6604-9366

**VAIBHAVKUMAR, SHANTARAM GAWALI**, M.Pharm., Ph.D., Postdoctoral Fellow, Pharmacology, Department of Internal Medicine, College of Medicine, India affiliated to University of Cincinnati. (Cincinnati, USA) ORCID: 0000-0002-7917-4913

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

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

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

**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)

**KACANIOVA MIROSLAVA** PhD., Department of Fruit sciences, Viticulture and Enology, Faculty of Horticulture and Landscape Engineering, Slovak University of Agriculture (Nitra, Slovakia), full professor, Department of Bioenergy and Food Technology, Faculty of Biology and Agriculture, University of Rzeszow (Rzeszow, Poland) ORCID: 0000-0002-4460-0222

**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)

**LISITSYN, ANDREI BORISOVICH** 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. Gorbатов. (Moscow, Russia)

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

**MASLOV ALEXANDER MD/PhD**, Research Assistant Professor, Department of Genetics, Albert Einstein College of Medicine (New York, USA) ORCID 0000- 0001-5402-8891

**OSPA NOV, ABDYMANAP ABUBAKIROVICH** Academician KazNAEN, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Educational Research and Production Center "Technology of Processing Industries", Kazakh National Agrarian University (Almaty, Kazakhstan) ORCID: 0000-0002-3813-603X

**PANDA, SANJEEV VANDANA** Ph.D., Associate Professor, Pharmacology, Prin. K. M. Kundnani College of Pharmacy (Mumbai, India) ORCID: 0000-0002-7016-7813

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

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

**SUNDARRAJAN PRIYA** M.Sc, Ph.D., Associate Professor, Department of Life Science and Biochemistry, St. Xavier's College, India affiliated to University of Mumbai. (Mumbai, India)

**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)

**ESRA CAPANOGLU** Ph.D., Associate Professor, Istanbul Technical University, Food Engineering Department (Istanbul, Turkey)  
ORCID: 0000-0003-0335-9433

### **Chemical Technology**

**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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Economics and Management**

**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)

**AVESOV, AZIZULL HABIBOVICH** Doctor of Economics, Professor, Department of Industrial Markets, Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi (Khujand, Tajikistan) ORCID: 0000-0002-5867-648X

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**SOVIK, LYUDMILA EGOROVNA** Doctor of Economic Science, Professor, Department of Economics and Business, Polessky State University (Pinsk, Belarus) ORCID: 0000-0002-427-9789

**Official site:** [www.vestnik-vsuet.ru](http://www.vestnik-vsuet.ru)

**Subscription index of the publication in the Rospechat agency 70927**

**Executive Secretary:** DERKANOSOVA A.A. (email post office: [post@vestnik-vsuet.ru](mailto:post@vestnik-vsuet.ru))

**Founder:** Voronezh State University of Engineering Technologies

**The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications: Certificate of Registration ПИ № ФС77-56830 January 29, 2014**

---

---

**Address of the university, editorial office, publishing house and printing department of FSBEI HE "VGUIT"**

394036, Voronezh, pr. Revolution 19, room 11

tel / fax: (473) 255-37-16

E-mail: [post@vestnik-vsuet.ru](mailto:post@vestnik-vsuet.ru)

---

---

Put in set 06.12.2019. Signed to print 18.12.2019

The publication: 26.12.2019

Format 70×100 1/8.

Conditional Print l. 37.6 Circulation 1500 copies.

Price - Free.

© FSBEI HE  
"Voronezh State University  
of Engineering  
Technologies ", 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- Антипов С.Т., Торопцев В.В., Мартеха А.Н., Берестовой А.А., Юрова И.С.** Кинетика процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в виброкипящем слое 17
- Антипов С.Т., Шахов С.В., Мартеха А.Н., Юрова И.С., Берестовой А.А., Литвинова М.И.** Влияние основных параметров на процесс прессования семян сафлора в ультразвуковом поле 22
- Герасимов Т.В., Щербакова Н.А., Демченко Е.А., Мизинчикова И.И., Мистенева С.Ю.** Принципы стабилизации показателей качества печенья для детского питания в условиях кавитационных воздействий 28

### ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

- Кузнецова Т.А., Никитина М.С., Севастьянова А.Д.** Направленное культивирование *Chlorella sorokiniana* с целью увеличения синтеза каротиноидов 34
- Новак А.И., Лящук Ю.О.** Корреляционный анализ уровня биологических рисков 40
- Курчаева Е.Е.** Использование зеленой массы топинамбура совместно с пробиотическим комплексом «Энзимспорин» и сорбентом «Фунгистат-ГПК» в составе комбикормов для кроликов 46
- Антипова Л.В., Сухов И.В., Котов И.И.** Влияние условий обработки шкур толстолобика на структуру коллагена 53
- Дзахмишева И.Ш.** Исследование влияния магнитной обработки молока на качество кефира 58
- Руденко О.С., Кондратьев Н.Б., Пестерев М.А., Баженова А.Е., Линовская Н.В.** Взаимосвязь активности липазы и скорости влагопереноса в пряниках, глазированных кондитерской глазурью на основе жиров лауринового типа 62
- Бессараб О.В., Платонова Т.Ф., Протункевич И.В.** Исследование коррозионного взаимодействия между белой консервной жестью и модельными средами, имитирующими томатопродукты 71
- Беркетова Л.В., Грибова Н.А., Елисеева Л.Г.** Исследование и разработка желейно-ягодного мармелада с природными полисахаридами на основе отработанного сиропа после осмотического обезвоживания 77
- Турсунбаева Ш.А., Изгаев А.И., Магомедов Г.М., Якияева М.А.** Разработка инновационных технологий хлебных изделий из цельносмолотой муки разных классов 83
- Лесникова Н.А., Протасова Л.Г., Кокорева Л.А., Пищиков Г.Б.** Перспективы применения нетрадиционного растительного сырья для создания новых продуктов питания 89
- Ковалева Т.С., Агафонов Г.В., Яковлев А.Н., Яковлева С.Ф.** Влияние протеазы и фитазы на физиологическое состояние спиртовых дрожжей при культивировании 98
- Алллюярова Ю.В., Гроховский В.А., Куранова Л.К.** Консервы из копчёной мойвы: перспективы, проблемы, качество 103
- Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Попова Н.В., Калинина И.В., Сатбаев Б.К.** Применение нетепловых методов обеззараживания растительного сырья в производстве пищевых продуктов 110
- Назарова Н.Е., Залетова Т.В., Зубова Е.В., Кулагина К.А.** Технология производства купажных плодово-ягодных вин 117
- Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Быковская Е.И., Овчинникова Е.В.** Влияние яблочного порошка на потребительские свойства хлебцев хрустящих 122
- Назарова Н.Е., Залетова Т.В., Зубова Е.В., Кулагина К.А.** Качество и биологическая ценность вина из ягод крыжовника, малины и черной смородины с использованием растительного сахарозаменителя 131
- Родионова Н.С., Вишняков А.Б., Попов Е.С., Белокурова Е.В., Родионова Н.А., Ефременко И.В.** Применение второго закона термодинамики в оценке эффективности БАД 138
- Кузнецова Е.А.** Актуальные направления переработки плодоовощной продукции в диетические продукты питания 147
- Кондратенко В.В., Пацюк Л.К., Федосенко Т.В., Царёва М.А., Медведева Е.А.** Изменение окислительно-восстановительных свойств консервной продукции в результате введения лимонной и аскорбиновой кислоты 153
- Еременко В.Н., Лыткин А.В., Мишагина И.В., Синько О.В., Тюпенькова Г.Е., Лучинина И.Г.** Физиология пищеварения и основы рационального питания 159
- Павленкова С.В., Шуваева Г.П., Мирошниченко Л.А., Свиридова Т.В., Корнеева О.С., Мотина Е.А.** Влияние высокобелкового консервированного корма из амаранта на функционально-технологические свойства молока-сырья для производства сыра 166
- Черемушкина И.В., Осенева О.В.** Прогноз и перспективы формирования потребительских предпочтений в области экологически чистых продуктов на региональном рынке 171

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Карманова О.В., Фатнева А.Ю., Тихомиров С.Г., Попова Л.В.** Влияние состава композиционного активатора вулканизации на свойства эластомеров 178
- Шабельская Н.П., Егорова М.А., Чернышева Г.М., Салиев А.Н., Яценко А.Н., Гайдукова Ю.А.** Синтез и свойства композиционного материала  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  184
- Лешкевич А.В., Шашок Ж.С., Прокопчук Н.Р., Усс Е.П., Карманова О.В.** Исследование совместимости пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья с эластомерной матрицей 190
- Литвинова И.А., Веселов И.В., Гамлицкий Ю.А.** Совершенствование рецептуры резины для массивных шин путем добавок нетрадиционных наполнителей 196

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Армашова-Тельник Г.С., Канавцев М.В.** Особенности эффективного инновационного проектирования в сфере электроэнергетики 205
- Пономаренко М.В., Байчерова А.Р.** Особенности и значение внедрения оплаты по результатам в деловую практику управления организацией 211
- Астахин А.С., Третьякова Л.А.** Управление моделированием жизнедеятельности региональных социально-экономических систем 218
- Ендовицкая Е.В.** Внедрение контроллинга кадров в перерабатывающих организациях: особенности процессного подхода 226
- Плахин А.Е., Аль Огили С.М., Хохолуш М.С.** Методический подход к оптимизации бизнес-процессов на основе анализа параметров дифференциации в рамках разработки и реализации конкурентной стратегии компании 231
- Яковлева Е.А., Зеликов В.А., Титова Е.В., Субхонбердиев А.Ш., Костина Д.К., Губертов Е.А.** Цифровизация транспортно-логистической отрасли в условиях глобализации мировой экономики 243
- Нуждин Р.В., Совик Л.Е., Пономарева Н.И., Пухова М.М., Саввина Е.А.** Методика бизнес-анализа технической составляющей перерабатывающих организаций 251
- Хаустов И.А., Рылёв С.С., Ковалева Е.Н.** Разработка и применение современных геоинформационных систем для мониторинга экологического состояния объектов 263
- Серебрякова Н.А., Дорохова Н.В., Исаенко М.И.** Механизм формирования региональной инновационной подсистемы 268
- Серебрякова Н.А., Дорохова Н.В., Князева И.Ю.** Особенности мотивации субъектов региональной экономики к инновационной деятельности 274
- Хрусталева С.П., Кривякин К.С., Луценко М.С., Шендрикова О.О.** Алгоритмы противодействия экономическим преступлениям и оценка уровня угроз экономической безопасности в контексте стратегического управления 280
- Казьмина И.В.** Основные тенденции применения информационных и телекоммуникационных технологий в условиях высокотехнологичного производства 291

## CONTENTS

### PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

- Antipov S.T., Toroptsev V.V., Martekha A.N., Berestovoy A.A., Yurova I.S.** Kinetics of the drying process of fermented wheat raw materials in a vibratory boiling layer 17
- Antipov S.T., Shakhov S.V., Martekha A.N., Yurova I.S., Berestovoy A.A., Litvinova M.I.** Influence of basic parameters on the process of pressing of safflower seeds in an ultrasonic field 22
- Gerasimov T.V., Shcherbakova N.A., Demchenko E.A., Mizinchikova I.I., Misteneva S. Yu.** Principles of creation of specialized sugar cookies for baby food conditions of cavitation effects 28

### FOOD BIOTECHNOLOGY

- Kuznetsova T.A., Nikitina M.S., Sevastyanova A.D.** Directed cultivation of *Chlorella sorokiniana* to increase carotenoid synthesis 34
- Novak A.I., Lyaschuk Yu.O.** Biological risk correlation analysis 40
- Kurchaeva E.E.** Evaluation of the effectiveness of the joint use of probiotic preparation and sorbents to increase the productivity of rabbits 46
- Antipova L.V., Sukhov I.V., Kotov I.I.** Influence of silver carp skins processing conditions on collagen structure 53
- Dzakhmishева I. Sh.** Research of the influence of magnetic processing of milk on the quality of kefir 58
- Rudenko O.S., Kondratiev N.B., Pesterev M.A., Bazhenova A.E., Linovskaya N.V.** Correlation of lipase activity and moisture transfer rate in gingerbread glazed with confectionery glaze based on lauric type fats 62
- Bessarab O.V., Platonova T.F., Protunkevitch I.V.** Investigation of corrosion interaction between white tin cans and model media simulating tomato products 71
- Berketova L.V., Gribova N.A., Eliseeva L.G.** Research and development of jelly-berry marmalade with natural polysaccharides based on spent syrup after osmotic dehydration 77
- Tursynbaeva Sh.A., Iztayev A.I., Magomedov G.M., Yakiyayeva M.A.** Development of innovative technologies for whole-wheat flour products of different classes 83
- Lesnikova N.A., Protasova L.G., Kokoreva L.A., Pishchikov G.B.** Prospects for the use of non-traditional vegetable raw materials for the creation of new food products 89
- Kovaleva T.S., Agafonov G.V., Yakovlev A.N., Yakovleva S.F.** Effect of protease and phytase on the physiological state of alcoholic yeast in cultivation 98
- Alloiarova Yu.V., Grokhovskii V.A., Kuranova L.K.** Canned smoked capelin: prospects, problems, quality 103
- Naumenko N.V., Potoroko I. Yu., Popova N.V., Kalinina I.V., Satbaev B.K.** Application of non-heating methods for disinfecting vegetable raw materials in the production of food 110
- Nazarova N.E., Zaletova T.V., Zubova E.V., Kulagina K.A.** Technology of production of blended fruit and berry wines 117
- Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Bykovskaya E.I., Ovchinnikova E.V.** The effect of apple powder on the consumption of crispbread 122
- Nazarova N.E., Zaletova T.V., Zubova E.V., Kulagina K.A.** Quality and biological value of wine from gooseberries, raspberries and black currants using vegetable sweetener 131
- Rodionova N.S., Vishnyakov A.B., Popov E.S., Belokurova E.V., Rodionova N.A., Efremenko I.V.** Application of the second law of thermodynamics in assessing the effectiveness of dietary supplements 138
- Kuznetsova E.A.** Actual directions of processing fruits and vegetables into dietary foods 147
- Kondratenko V.V., Patsuk L.K., Fedosenko T.V., Tsaryova M.A., Medvedeva E.A.** Redox properties' changing in canned products as an effect of citric and ascorbic acids' addition 153
- Eremenko V.N., Lytkin A.V., Mishagina I.V., Sinko O.V., Tyupenkova G.E., Luchinina I.G.** Physiology of digestion and basis of rational nutrition 159
- Pavlenkova S.V., Shuvaeva G.P., Miroshnichenko L.A., Sviridova T.V., Korneeva O.S., Motina E.A.** Effect of highprotein fermentation amaranth feed on the functional and technological properties of milk as raw materials for cheese production 166
- Cheremushkina I.V., Oseneva O.V.** Forecast and prospects for the formation of consumer preferences in the field of environmentally friendly products in the regional market 171

### CHEMICAL TECHNOLOGY

- Karmanova O.V., Fatneva A. Yu., Tikhomirov S.G., Popova L.V.** The effect of the compositional curing activator formation on the properties of elastomers 178
- Shabelskaya N.P., Egorova M.A., Chernysheva G.M., Saliev A.N., Yatsenko A.N., Gaidukova Yu.A.** Synthesis and properties of composite material  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  184

<b>Leshkevich A.V., Shashok Zh.S., Prokopchuk N.R., Uss E.P., Karmanova O.V.</b> Compatibility study of plasticizing additives based on recycled raw materials in the petrochemical with elastomer matrix	<b>190</b>
<b>Litvinova I.A., Veselov I.V., Gamlitskiy Yu.A.</b> Improvement of rubber recipe for massive tires by addition of non-traditional fillers	<b>196</b>

#### ECONOMICS AND MANAGEMENT

<b>Armashova-Telnik G.S., Kanavcev M.V.</b> Features of effective innovative design in the field of electric power industry	<b>205</b>
<b>Ponomarenko M.V., Baycherova A.R.</b> The features and importance of pay for performance introduction into the business practice of organizational management	<b>211</b>
<b>Astahin A.S., Tretiakova L.A.</b> Management of life modelling of regional socio-economic systems	<b>218</b>
<b>Endovitskaya E.V.</b> The introduction of personnel control in processing organizations: features of the process approach	<b>226</b>
<b>Plahin A.E., Al Ogili S.M., Khokholush M.S.</b> Methodical approach to optimization of business processes on the basis of analysis of differentiation parameters within the development and implementation of the competitive strategy of the company	<b>231</b>
<b>Yakovleva E.A., Zelikov V.A., Titova E.V., Subhonberdiev A. Sh., Kostina D.K., Gubertov E.A.</b> Digitalization of the transport and logistics industry in the globalized world economy	<b>243</b>
<b>Nuzhdin R.V., Sovik L.E., Ponomareva N.I., Puhova M.M., Savvina E.A.</b> Methodology of business analysis of the technical component processing organizations	<b>251</b>
<b>Khaustov I.A., Rylev S.S., Kovaleva E.N.</b> Development and application of modern geographic information systems for monitoring the environmental status of objects	<b>263</b>
<b>Serebryakova N.A., Dorokhova N.V., Isaenko M.I.</b> Human integral assessment methodology capital of the region	<b>268</b>
<b>Serebryakova N.A., Dorokhova N.V., Knyazeva I. Yu.</b> Features of motivation of regional economy subjects to innovative activity	<b>274</b>
<b>Khrustaleva S.P., Krivyakin K.S., Lutsenko M.S. Shendrikova O.O.</b> Algorithms for countering economic crimes and assessing the level of threats to economic security in the context of strategic management	<b>280</b>
<b>Kazmina I.V.</b> The main trends in the development of information and telecommunication technologies when creating high-tech products	<b>291</b>

## Процессы и аппараты пищевых производств

### Processes and devices for food production

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-17-21>

Выберите тип статьи.

УДК 66.047: 664.76

Open Access

Available online at [vestnik-vsuet.ru](http://vestnik-vsuet.ru)

### Кинетика процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в виброкипящем слое

Сергей Т. Антипов	1	<a href="mailto:ast@vsuet.ru">ast@vsuet.ru</a>	 0000-0002-8932-5922
Василий В. Торопцев	1	<a href="mailto:vsworkmail@bk.ru">vsworkmail@bk.ru</a>	 0000-0001-6448-5586
Александр Н. Мартеха	2	<a href="mailto:man6630@rambler.ru">man6630@rambler.ru</a>	 0000-0002-7380-0477
Алексей А. Берестовой	1	<a href="mailto:berestovoy_1991@mail.ru">berestovoy_1991@mail.ru</a>	 0000-0003-2255-9414
Ирина С. Юрова	1	<a href="mailto:yurova_ira83@mail.ru">yurova_ira83@mail.ru</a>	 0000-0002-5024-5888

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

2 Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская 49, г. Москва, 127550, Россия

**Аннотация.** Представлен анализ влияния основных факторов на кинетику процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в виброкипящем слое. Цель исследования – изучение влияния основных технологических параметров на кинетику процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в виброкипящем пересыпающемся слое при атмосферном давлении. В качестве основных факторов, влияющих на процесс сушки, были выбраны: температура сушильного агента, подаваемого в сушилку, скорость сушильного агента, амплитуда колебаний газораспределительных полок, частота колебаний газораспределительных полок. Показано влияние температуры и скорости воздуха на процесс сушки сырья, влияние амплитуды и частоты колебаний газораспределительной решетки на кинетику процесса сушки ферментированного продукта, а также влияние удельной нагрузки продукта на процесс влагоудаления. Анализ приведенных кривых показывает, что при увеличении амплитуды колебания уменьшает время сушки, а повышение частоты колебаний полок способствует уменьшению времени сушки. При этом наблюдается равномерное повышение интенсивности сушки во всем интервале рассматриваемых амплитуд. Повышение частоты колебаний газораспределительной решетки также способствует снижению длительности процесса сушки ферментированного пшеничного сырья. Следует отметить, что амплитуда колебаний сильнее влияет на снижение продолжительности сушки сырья, чем частота. Таким образом, нами был сделан вывод, что в исследуемых интервалах изменения амплитуды и частоты колебаний перфорированных полок на процесс сушки ферментированного пшеничного сырья сильнее влияет амплитуда колебаний. Кроме того, при выборе параметров вибрации следует учитывать величину удельной нагрузки материала на решетку и его начальную влажность.

**Ключевые слова:** кинетика, сушка, ферментированное пшеничное сырье

### Kinetics of the drying process of fermented wheat raw materials in a vibratory boiling layer

Sergei T. Antipov	1	<a href="mailto:ast@vsuet.ru">ast@vsuet.ru</a>	 0000-0002-8932-5922
Vasily V. Toroptsev	1	<a href="mailto:vsworkmail@bk.ru">vsworkmail@bk.ru</a>	 0000-0001-6448-5586
Alexander N. Martekha	2	<a href="mailto:man6630@rambler.ru">man6630@rambler.ru</a>	 0000-0002-7380-0477
Alexey A. Berestovoy	1	<a href="mailto:berestovoy_1991@mail.ru">berestovoy_1991@mail.ru</a>	 0000-0003-2255-9414
Irina S. Yurova	1	<a href="mailto:yurova_ira83@mail.ru">yurova_ira83@mail.ru</a>	 0000-0002-5024-5888

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 Russian state agrarian University – MSHA named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550, Russia

**Abstract.** The analysis of the influence of the main factors on the kinetics of the drying process of fermented wheat raw materials in a vibro-boiling layer is presented. The purpose of the study is to study the influence of the main technological parameters on the kinetics of the drying process of fermented wheat raw materials in a vibrating boiling overflowing layer at atmospheric pressure. The main factors affecting the drying process were selected: the temperature of the drying agent supplied to the dryer, the speed of the drying agent, the vibration amplitude of the gas distribution shelves, the vibration frequency of the gas distribution shelves. The influence of temperature and air velocity on the drying process of raw materials, the influence of the amplitude and frequency of oscillations of the gas distribution grid on the kinetics of the drying process of the fermented product, as well as the influence of the specific load of the product on the process of moisture removal are shown. An analysis of the curves shows that with an increase in the amplitude of the oscillation, it reduces the drying time, and an increase in the frequency of oscillation of the shelves contributes to a decrease in the drying time. In this case, a uniform increase in the drying intensity is observed over the entire range of the amplitudes considered. An increase in the oscillation frequency of the gas distribution grid also helps to reduce the duration of the drying process of fermented wheat raw materials. It should be noted that the amplitude of the oscillations more strongly affects the decrease in the drying time of the raw material than the frequency. Thus, we concluded that in the intervals under study the changes in the amplitude and frequency of vibrations of perforated shelves on the drying process of fermented wheat raw materials are more strongly affected by the amplitude of vibrations. In addition, when choosing vibration parameters, the specific load of the material on the grate and its initial humidity should be taken into account.

**Keywords:** kinetics, drying, fermented wheat raw materials

Для цитирования

Антипов С.Т., Торопцев В.В., Мартеха А.Н., Берестовой А.А., Юрова И.С. Кинетика процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в виброкипящем слое // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 17–21. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-17-21

For citation

Antipov S.T., Toroptsev V.V., Martekha A.N., Berestovoy A.A., Yurova I.S. Kinetics of the drying process of fermented wheat raw materials in a vibratory boiling layer. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 17–21. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-17-21

## Введение

Недостаточно прогрессивный технический уровень сушилок для высоковлажных дисперсных материалов определяет невысокое качество высушенной продукции и значительные энергозатраты на производство, вызывает необходимость введения вспомогательных операций для достижения требуемого качества готовой продукции, что приводит к увеличению себестоимости продукта.

Поэтому решение вопроса о соответствии оптимального значения влагосодержания и температуры материала кинетическим закономерностям процесса обезвоживания является одной из актуальных задач при организации технологии высокоинтенсивной сушки термочувствительных материалов.

Под кинетикой процесса сушки понимают изменение среднего влагосодержания и средней температуры тела с течением времени. Эти закономерности кинетики процесса сушки позволяют рассчитать количество испаренной влаги из материала и расход тепла на сушку [1].

**Цель работы** – изучение влияния основных технологических параметров на кинетику процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в виброкипящем пересыпающемся слое при атмосферном давлении.

## Материалы и методы

В качестве основных факторов, влияющих на процесс сушки, были выбраны: температура сушильного агента, подаваемого в сушилку, скорость сушильного агента, амплитуда колебаний газораспределительных полок, частота колебаний газораспределительных полок [2, 3]. В условиях оптимального гидродинамического режима с использованием метода планирования эксперимента нами проведены исследования кинетики сушки и теплообмена ферментированного пшеничного сырья в аппарате с виброкипящим пересыпающимся слоем.

Исследования влияния температуры и скорости воздуха на процесс сушки проводились с ферментированным пшеничным сырьем, гидролизованным в лаборатории кафедры биохимии и биотехнологии Воронежского государственного университета инженерных технологий, при его начальной влажности  $W_H^C = 150\%$ . При исследовании использовались изученные гигротермические свойства сырья [4].

## Результаты и обсуждение

Результаты исследований представлены на рисунках 1, 2. Анализ влияния температуры и скорости воздуха на процесс сушки сырья в виброкипящем слое показал, что процесс протекает в первом и втором периодах. Изменение скорости и температуры сушильного агента

не влияет на характер изменения кривых сушки сырья. При этом большая часть влаги удаляется в периоде постоянной скорости сушки. Это объясняется тем, что ферментированное пшеничное сырье имеет развитую поровую структуру, которая содержит значительное количество влаги в макрокапиллярах.

Влияние скорости и температуры теплоносителя на скорость сушки в первом периоде неодинаково. Так, увеличение температуры с 393 до 423 К приводит к возрастанию скорости сушки в 1,5 раза. Меньшее влияние на интенсивность сушки оказывает изменение скорости теплоносителя. Так, увеличение скорости воздуха в 9 раз (с 1 до 3 м/с) способствует возрастанию скорости сушки на 25%.

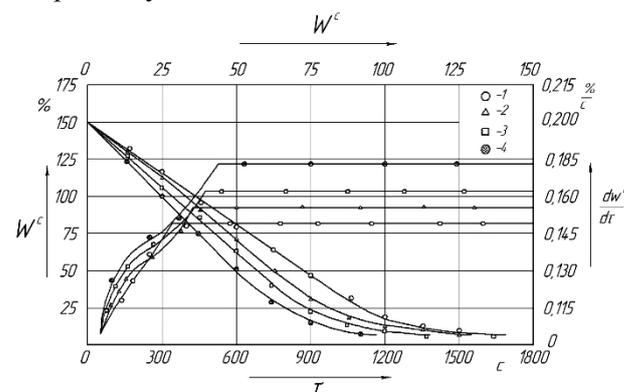


Рисунок 1. Кривые сушки и скорости сушки ферментированного пшеничного сырья при различной температуре сушильного агента, К: 1 – 393; 2 – 400,5; 3 – 415,5; 4 – 423;  $A = 3$  мм;  $f = 12,5$  Гц;  $v = 2$  м/с;  $q = 10$  кг/м<sup>2</sup>

Figure 1. Drying Curves and drying rates of fermented wheat raw materials at different temperatures of the drying agent, K: 1 – 393; 2 – 400,5; 3 – 415,5; 4 – 423;  $A = 3$  mm;  $f = 12,5$  Hz;  $v = 2$  m/s;  $q = 10$  kg/m<sup>2</sup>

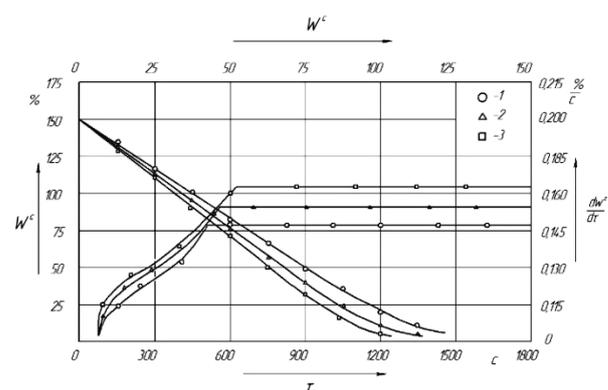


Рисунок 2. Кривые сушки и скорости сушки ферментированного пшеничного сырья при различных скоростях сушильного агента, м/с: 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3;  $A = 3$  мм;  $f = 12,5$  Гц;  $T = 408$  К;  $q = 10$  кг/м<sup>2</sup>

Figure 2. Drying curves and drying rates of fermented wheat raw materials at different speeds of the drying agent, m/s 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3;  $A = 3$  mm;  $f = 12,5$  Hz;  $T = 408$  K;  $q = 10$  kg/m<sup>2</sup>.

При достижении материалом первой критической влажности наступает период падающей скорости сушки, который по характеру изменения кривой неоднороден (рисунок 1, 2). В начале этого периода скорость сушки уменьшается по кривой, обращенной выпуклостью к оси абсцисс, а затем по кривой, обращенной выпуклостью к оси ординат.

Точка перегиба во втором периоде сушки (вторая критическая влажность) условно разделяет влагу микрокапилляров и адсорбционно-связанную влагу. Влияние скорости и температуры воздуха на интенсивность сушки в этом периоде по сравнению с периодом постоянной скорости в целом не меняется.

Характер изменения температуры частиц ферментированного пшеничного сырья, наблюдаемый на кривых нагрева (рисунок 3), соответствует периодам постоянной и падающей скорости сушки. Как видно из рисунка 3, материал прогревается до постоянной температуры очень быстро. Это обусловлено тем, что сушка осуществляется в активном гидродинамическом режиме, малым характерным размером частиц объекта сушки, а также высокими коэффициентами теплообмена [4].

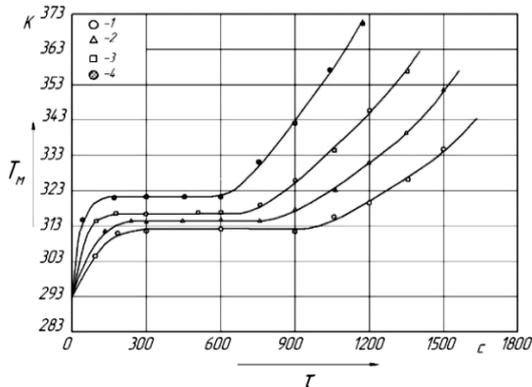


Рисунок 3. Температурные кривые ферментированного пшеничного сырья при  $W^c = 150\%$ ,  $A = 3$  мм;  $f = 12,5$  Гц;  $v = 2$  м/с;  $q = 10$  кг/м<sup>2</sup>: 1 – 393 К; 2 – 400,5 К; 3 – 415,5 К; 4 – 423 К

Figure 3. Temperature curves of fermented wheat raw materials at  $WC = 150\%$   $A = 3$  mm;  $f = 12,5$  Hz;  $v = 2$  m/s;  $q = 10$  kg/m<sup>2</sup>: 1 – 393 K; 2 – 400,5 K; 3 – 415,5 K; 4 – 423 K

Наличие периода постоянной температуры говорит о том, что интенсивность диффузии влаги превышает интенсивность влагообмена. При этом, как видно из рисунка 3, в этом периоде сушки температура внутри частиц продукта в исследуемых интервалах температуры воздуха не превышает 373 К. Данный факт можно объяснить особенностью структуры продукта, обладающего развитой поровой структурой, и высокой начальной влажностью материала. Таким образом, влага внутри частиц ферментированного пшеничного сырья в периоде постоянной скорости сушки перемещается в основном в виде жидкости.

Результаты исследований влияния амплитуды и частоты колебаний газораспределительной решетки на кинетику процесса сушки ферментированного пшеничного сырья, имеющего начальную влажность  $W^c = 150\%$ , представлены на рисунках 4, 5.

Анализ приведенных кривых показывает, что при увеличении амплитуды колебания с 1 до 5 мм (в 5 раз) уменьшает время сушки в 1,4 раза, а повышение частоты колебаний полка до 12,5 Гц (в 1,6 раза) способствует уменьшению времени сушки в 1,2 раза. При этом наблюдается равномерное повышение интенсивности сушки во всем интервале рассматриваемых амплитуд. Но как показали результаты экспериментальных исследований развитый виброкипящий слой материала наблюдается уже при небольших амплитудах колебаний, дальнейшее повышение которой не способствует увеличению интенсивности сушки.

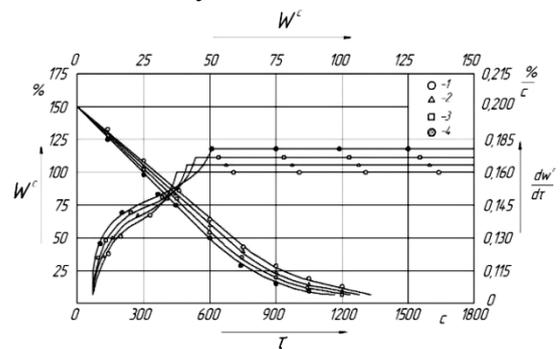


Рисунок 4. Кривые сушки и скорости сушки ферментированного пшеничного сырья при различных амплитудах колебаний газораспределительных полок, мм: 1 – 1, 2 – 2, 3 – 4, 4 – 5;  $T = 408$  К;  $f = 12,5$  Гц;  $v = 2$  м/с;  $q = 10$  кг/м<sup>2</sup>

Figure 4. Drying Curves and drying rates of fermented wheat raw materials at different amplitudes of gas distribution shelves, mm: 1 – 1, 2 – 2, 3 – 4, 4 – 5;  $T = 408$  K;  $f = 12,5$  Hz

Анализ рисунка 4 показывает, что повышение частоты колебаний газораспределительной решетки тоже способствует снижению длительности процесса сушки ферментированного пшеничного сырья. Но следует отметить, что амплитуда колебаний сильнее влияет на снижение продолжительности сушки сырья, чем частота.

Таким образом, нами был сделан вывод, что в исследуемых интервалах изменения амплитуды  $A$  и частоты  $f$  колебаний перфорированных полок на процесс сушки ферментированного пшеничного сырья сильнее влияет амплитуда колебаний. Кроме того, при выборе параметров вибрации следует учитывать величину удельной нагрузки материала на решетку и его начальную влажность.

Результаты исследований влияния удельной нагрузки на кинетику сушки представлены на рисунке 6.

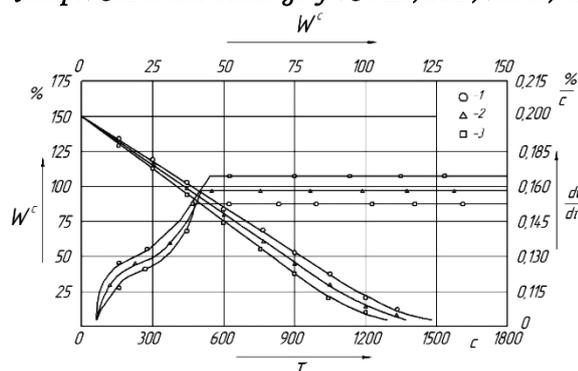


Рисунок 5. Кривые сушки и скорости сушки ферментированного пшеничного сырья при различных частотах колебания газораспределительных полок, Гц: 1 – 8, 2 – 12,5, 3 – 17;  $A = 3$  мм;  $v = 2$  м/с;  $T = 408$  К;  $q = 10$  кг/м<sup>2</sup>  
 Figure 5. Drying Curves and drying rates of fermented wheat raw materials at different frequencies of oscillation of gas distribution shelves, Hz : 1 – 8, 2 – 12,5, 3 – 17;  $A = 3$  mm;  $v = 2$  m/s;  $T = 408$  K;  $q = 10$  kg/m<sup>2</sup>

### Заклучение

Анализируя рисунок 6, можно видеть, что значительное влияние на скорость и продолжительность процесса сушки ферментированного пшеничного сырья оказывает удельная нагрузка ферментированного пшеничного сырья на газораспределительную полку. Так, уменьшение удельной нагрузки от 20 до 5 кг/м<sup>2</sup> способствует увеличению скорости сушки в первом

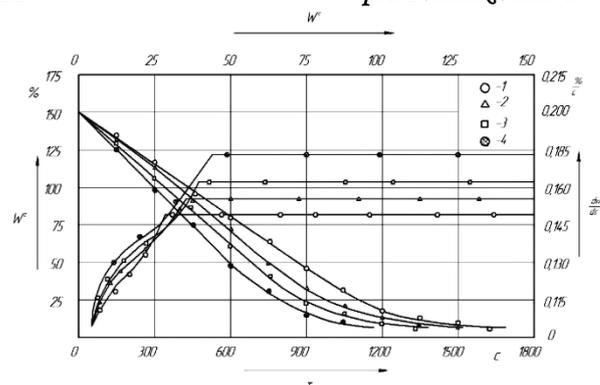


Рисунок 6. Кривые сушки и скорости сушки ферментированного пшеничного сырья при различных удельных нагрузках, кг/м<sup>2</sup>: 1 – 20; 2 – 15; 3 – 10; 4 – 5;  $A = 3$  мм;  $v = 2$  м/с;  $T = 408$  К;  $f = 12,5$  Гц  
 Figure 6. Drying Curves and drying rates of fermented wheat at different specific loads, kg/m<sup>2</sup>: 1 – 20; 2 – 15; 3 – 10; 4 – 5;  $A = 3$  mm;  $v = 2$  m/s;  $T = 408$  K;  $f = 12,5$  Gz

периоде в 2,5 раза, а общая продолжительность сушки при этом уменьшается в 1,5 раза. Увеличение скорости сушки при уменьшении количества загружаемого в рабочую камеру сырья объясняется увеличением коэффициента теплообмена вследствие активизации аэродинамического режима обтекания частиц сырья теплоносителем и увеличением количества подводимой к ним теплоты [5].

### Литература

- 1 Данилов Д.Ю., Завиваев С.Н., Рындин А.Ю. Энергосберегающие технологии при сушке зерна // Евразийское научное объединение. 2017. № 1. С. 36–37.
- 2 Данилов Д.Ю. Мроприятия по снижению энергозатрат при сушке зерна // Успехи современной науки. 2017. № 4. С. 15–17.
- 3 Сутягин С.А., Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Долгов В.И. Снижение удельных затрат энергии на сушку зерна на установке контактного типа // Известия Самарской Государственной Сельскохозяйственной Академии. 2017. № 2. С. 39–45.
- 4 Чуринова М.С. Учет и использование нелинейности и распределенности параметров процесса сушки зерна // Вестник Омского Государственного Аграрного Университета. 2017. № 1. С. 126–131.
- 5 Дранников А.В., Шахов С.В., Бубнов А.Р., Рябов А.Г. Установка для сушки дисперсных высоковлажных материалов // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 3–4. С. 43–46.
- 6 Odjo S., Béra F., Beckers Y., Foucart G. et al. Influence of variety, harvesting date and drying temperature on the composition and the in vitro digestibility of corn grain // Journal of Cereal Science. 2018. V. 79. P. 218–225.
- 7 Li Z., Li Z., Muhammad W., Lin M. et al. Proteomic analysis of positive influence of alternate wetting and moderate soil drying on the process of rice grain filling // Plant Growth Regulation. 2018. V. 84. № 3. p. 533–548.
- 8 Azmira J., Hou Q., Yu A. Discrete particle simulation of food grain drying in a fluidised bed // Powder Technology. 2018. V. 323. P. 238–2491.
- 9 Wang H., Cao S., Cui Y., Cao Z. et al. Analysis of temperature field of grain and drying medium for grain drying integrated mechanical device // MATEC Web of Conferences. 2018. V. 175. doi: 10.1051/mateconf/201817502024
- 10 Böttger C., Südekum K.-H. Review: protein value of distillers dried grains with solubles (DDGS) in animal nutrition as affected by the ethanol production process // Animal Feed Science and Technology. 2018. V. 244. P. 11–17.

### References

- 1 Danilov D.Yu., Zavivaev S.N., Ryndin A.Yu. Energy-saving technologies for drying grain. Eurasian Scientific Association. 2017. no. 1. pp. 36–37. (in Russian).
- 2 Danilov D.Yu. Activities to reduce energy consumption when drying grain. Successes in modern science. 2017. no. 4. pp. 15–17. (in Russian).
- 3 Sutyagin S.A., Kurdyumov V.I., Pavlushin A.A., Dolgov V.I. Reducing the specific cost of energy for drying grain in a contact type plant. Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2017. no. 2. pp. 39–45. (in Russian).
- 4 Churinova M.S. Accounting and use of non-linearity and distribution of parameters of the drying process of grain. Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2017. no. 1. pp. 126–131. (in Russian).

- 5 Drannikov A.V., Shakhov S.V., Bubnov A.R., Ryabov A.G. Installation for drying dispersed high-moisture materials. Scientific Review. Pedagogical sciences. 2019. no. 3–4. pp. 43–46. (in Russian).
- 6 Odjo S., Béra F., Beckers Y., Foucart G. et al. Influence of variety, harvesting date and drying temperature on the composition and the in vitro digestibility of corn grain. Journal of Cereal Science. 2018. vol. 79. pp. 218–225.
- 7 Li Z., Li Z., Muhammad W., Lin M. et al. Proteomic analysis of positive influence of alternate wetting and moderate soil drying on the process of rice grain filling. Plant Growth Regulation. 2018. vol. 84. no. 3. pp. 533–548.
- 8 Azmira J., Hou Q., Yu A. Discrete particle simulation of food grain drying in a fluidised bed. Powder Technology. 2018. vol. 323. pp. 238–2491.
- 9 Wang H., Cao S., Cui Y., Cao Z. et al. Analysis of temperature field of grain and drying medium for grain drying integrated mechanical device. MATEC Web of Conferences. 2018. vol. 175. doi: 10.1051/mateconf/201817502024
- 10 Böttger C., Südekum K.–H. Review: protein value of distillers dried grains with solubles (DDGS) in animal nutrition as affected by the ethanol production process. Animal Feed Science and Technology. 2018. vol. 244. pp. 11–17.

**Сведения об авторах**

**Сергей Т. Антипов** д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ast@vsuet.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2499-8859>

**Василий В. Торопцев** к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vsworkmail@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6448-5586>

**Александр Н. Мартеха** к.т.н., доцент, кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская 49, г. Москва, 127550, Россия, man6630@rambler.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7380-0477>

**Алексей А. Берестовой** к.т.н., ст. преподаватель, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, berestovoy\_1991@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2255-9414>

**Ирина С. Юрова** к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yurova\_ira83@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5024-5888>

**Вклад авторов**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Sergei T. Antipov** Dr. Sci. (Engin.), professor, machines and apparatuses of food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2499-8859>

**Vasily V. Toroptsev** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, machines and apparatuses of food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vsworkmail@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6448-5586>

**Alexander N. Martekha** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, processes and apparatuses of processing industries department, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550, Russia, man6630@rambler.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7380-0477>

**Alexey A. Berestovoy** Cand. Sci. (Engin.), senior lecturer, machines and apparatuses of food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, berestovoy\_1991@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2255-9414>

**Irina S. Yurova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, machines and apparatuses of food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yurova\_ira83@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5024-5888>

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 13/11/2019	<b>После редакции</b> 23/11/2019	<b>Принята в печать</b> 04/12/2019
<b>Received</b> 13/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 23/11/2019	<b>Accepted</b> 04/12/2019

## Влияние основных параметров на процесс прессования семян сафлора в ультразвуковом поле

Сергей Т. Антипов	<sup>1</sup>	<a href="mailto:ast@vsuet.ru">ast@vsuet.ru</a>	 0000-0002-8932-5922
Сергей В. Шахов	<sup>1</sup>	<a href="mailto:s_shahov@mail.ru">s_shahov@mail.ru</a>	 0000-0002-5865-2357
Александр Н. Мартеха	<sup>2</sup>	<a href="mailto:man6630@rambler.ru">man6630@rambler.ru</a>	 0000-0002-7380-0477
Ирина С. Юрова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:yurova_ira83@mail.ru">yurova_ira83@mail.ru</a>	 0000-0002-5024-5888
Алексей А. Берестовой	<sup>1</sup>	<a href="mailto:berestovoy_1991@mail.ru">berestovoy_1991@mail.ru</a>	 0000-0003-2255-9414
Марина И. Литвинова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:marinamer780@mail.ru">marinamer780@mail.ru</a>	

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

<sup>2</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская 49, г. Москва, 127550, Россия

**Аннотация.** Исследовали влияние условий прессования на характер процесса и качество получаемого продукта, что дает возможность глубже оценить и понять физику процесса прессования. Объектами исследований являлись семена сафлора, сафлоровое масло и жмых. Исследуемые объекты обладают различными физическими и технологическими свойствами, влияющими на процесс прессования, поэтому изучение этих свойств поможет подобрать оптимальные режимы процесса прессования в поле ультразвука, а также разработать конструкцию установки для прессования семян сафлора. Для повышения выхода масла можно использовать лузгу при добавлении ее к основной массе продукта. В ходе анализа графических зависимостей был установлен интервал оптимального влагосодержания сафлора 8-10 %, который обеспечивает минимальную остаточную маслячность и, следовательно, максимальный выход масла. На основании данных, полученных в ходе эксперимента, были построены графические зависимости: от частоты вращения шнекового вала на выходе растительного масла; давления в камере от размера кольцевого пространства для вывода жмыха. Проанализировав графические зависимости, можно сделать вывод о том, что увеличение частоты вращения шнекового вала приводит к возрастанию температуры, причем это происходит быстрее для продукта с меньшим влагосодержанием из-за повышения коэффициента трения смеси о шнек и корпус камеры. Предложена численная и графическая модель оптимизации для прогнозирования оптимального уровня входных факторов и получения максимального выхода масла сафлора по отношению к первоначальной массе сырья в %. Были определены оптимальные интервалы входных параметров: частота колебаний, амплитуда колебаний, давление, создаваемое в зерновой камере пресса.

**Ключевые слова:** кинетика, сафлор, ультразвук, прессование

## Influence of basic parameters on the process of pressing of safflower seeds in an ultrasonic field

Sergei T. Antipov	<sup>1</sup>	<a href="mailto:ast@vsuet.ru">ast@vsuet.ru</a>	 0000-0002-8932-5922
Sergey V. Shakhov	<sup>1</sup>	<a href="mailto:s_shahov@mail.ru">s_shahov@mail.ru</a>	 0000-0002-5865-2357
Alexander N. Martekha	<sup>2</sup>	<a href="mailto:man6630@rambler.ru">man6630@rambler.ru</a>	 0000-0002-7380-0477
Irina S. Yurova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:yurova_ira83@mail.ru">yurova_ira83@mail.ru</a>	 0000-0002-5024-5888
Alexey A. Berestovoy	<sup>1</sup>	<a href="mailto:berestovoy_1991@mail.ru">berestovoy_1991@mail.ru</a>	 0000-0003-2255-9414
Marina I. Litvinova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:marinamer780@mail.ru">marinamer780@mail.ru</a>	

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

<sup>2</sup> Russian state agrarian University – MSHA named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550, Russia

**Abstract.** The influence of pressing conditions on the process nature and the resulting product quality was investigated in the article. This makes it possible to more deeply evaluate and understand the pressing process physics. The objects of research were safflower seeds, safflower oil and oilcake. The objects under study have various physical and technological properties that affect the pressing process, therefore, the study of these properties will help to choose the optimal modes of the pressing process in the ultrasound field, as well as to develop the design of a plant for pressing safflower seeds. To increase the oil yield, one can use the husk when adding it to the bulk of the product. The optimal moisture content range of safflower is 8-10%, which provides the minimum residual oil content and, therefore, the maximum oil yield was determined during the analysis of graphic dependencies. According to the data obtained during the experiment, graphical dependencies were built: on the speed of the screw shaft at the exit of vegetable oil; pressure in the chamber on the size of the annular space for the output of the oilcake. After analyzing the graphical dependencies, one can conclude that an increase in the rotational speed of the screw shaft leads to an increase in temperature, and this happens faster for a product with lower moisture content due to an increase in the friction coefficient of the mixture on the screw and the camera body. A numerical and graphical optimization model for predicting the optimal level of input factors and obtaining the maximum yield of safflower oil in relation to the initial mass of raw materials in% was proposed. The optimal intervals of the input parameters, such as the oscillation frequency, the oscillation amplitude, the pressure generated in the press chamber, were determined in the work.

**Keywords:** kinetics, safflower, ultrasound, pressing

Для цитирования

Антипов С.Т., Шахов С.В., Мартеха А.Н., Юрова И.С., Берестовой А.А., Литвинова М.И. Влияние основных параметров на процесс прессования семян сафлора в ультразвуковом поле // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 22–27. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-22-27

For citation

Antipov S.T., Shakhov S.V., Martekha A.N., Yurova I.S., Berestovoy A.A., Litvinova M.I. Influence of basic parameters on the process of pressing of safflower seeds in an ultrasonic field. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 22–27. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-22-27

### Введение

Одной из актуальных проблем в настоящее время является улучшение структуры питания населения. В последние годы возрос интерес к использованию новых видов зерновых растений, отличающихся от традиционных по комплексу полезных свойств и признаков [1].

Процесс прессования характеризуется большими удельными затратами энергии, а вопросы рационального расходования топливно-энергетических ресурсов приобретают важное значение.

Поэтому стоит задача создания и освоения прогрессивных процессов с применением современных физических методов обработки, проектирования и создания нового оборудования повышенной эффективности.

Вместе с тем представляет интерес изучение процесса прессования в присутствии поля ультразвука и создание оборудования, учитывающего данные свойства. Проведенный анализ показал, что ультразвуковые колебания перспективны в технологических процессах производства растительных масел. Предварительные эксперименты показывают, что ультразвук является эффективным способом воздействия на структуру деформированного сырья с целью улучшения его свойств. Для создания ультразвуковых колебаний в какой-либо технологической среде применяются ультразвуковые колебательные системы. Их назначение заключается в преобразовании электрических колебаний в механические колебания, их усиление и ввод в технологическую среду [1–3, 7, 9, 14].

### Материалы и методы

Объектами исследований являлись семена сафлора, сафлоровое масло и жмых. Исследуемые объекты обладают различными физическими и технологическими свойствами, влияющими на процесс прессования, поэтому изучение этих свойств поможет подобрать оптимальные режимы процесса прессования в поле ультразвука, а также разработать конструкцию установки для прессования семян сафлора [7].

На степень прессования семян сафлора большое влияние оказывает влажность начального продукта (рисунок 1). Для повышения выхода масла можно использовать лузгу при добавлении ее к основной массе продукта (рисунок 2). Проводя анализ графических зависимостей, был установлен интервал оптимального влагосодержания сафлора 8–10%, который обеспечивает минимальную остаточную масличность, следовательно, максимальный выход масла. С целью снижения остаточной масличности возможно добавлять в сафлор лузгу подсолнечника, позволяющую получить сафлоровый жмых с остаточным маслосодержанием в 11% с помощью форпрессования [4, 10, 11].

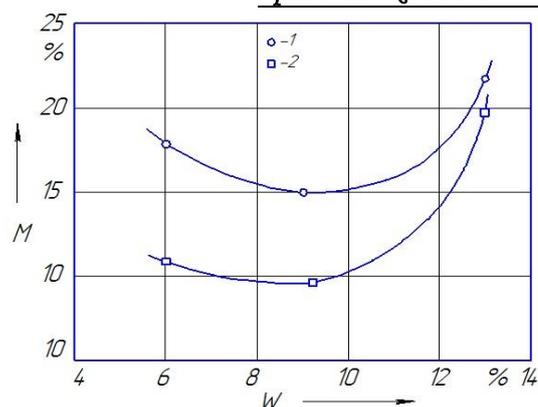


Рисунок 1. Зависимость остаточной масличности жмыха сафлора от влагосодержания исходного сырья: 1 – при  $Z_{ж} = 2,5$  мм,  $M = 25\%$ ; 2 – при  $Z_{ж} = 1,0$  мм,  $M = 25\%$

Figure 1. Dependence of the residual oil content of safflower cake on the moisture content of the feedstock: 1 – at  $Z_{ж} = 2,5$  mm,  $M = 25\%$ ; 2 – at  $Z_{ж} = 1,0$  mm,  $M = 25\%$

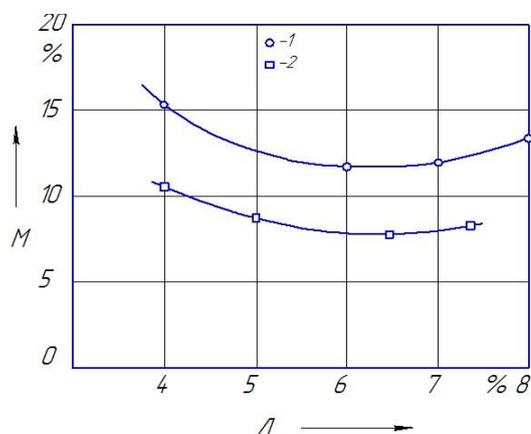


Рисунок 2. Зависимость остаточной масличности жмыха сафлора от содержания лузги исходного сырья при: 1 – при  $Z_{ж} = 2,5$  мм,  $M = 25\%$ ; 2 – при  $Z_{ж} = 0,8$  мм,  $M = 13\%$

Figure 2. Dependence of the residual oil content of safflower cake on the content of husks of raw materials at: 1 – at  $Z_{ж} = 2,5$  mm,  $M = 25\%$ ; 2 – at  $Z_{ж} = 0,8$  mm,  $M = 13\%$

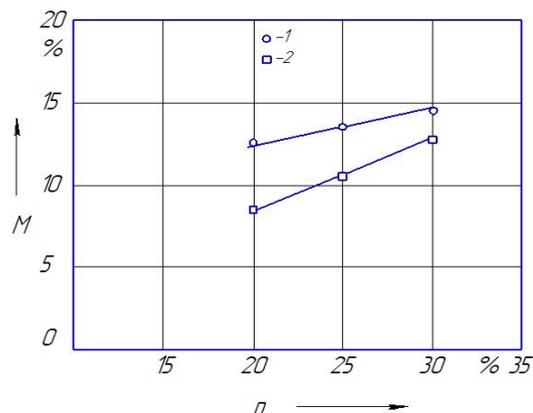


Рисунок 3. Зависимость частоты вращения шнека от остаточной масличности жмыха: 1 – при  $L_{КАМ} = 470$  мм,  $Z_{ж} = 2,0$  мм,  $M = 25\%$ ; 2 – при  $L_{КАМ} = 470$  мм,  $Z_{ж} = 0,85$  мм,  $M = 25\%$

Figure 3. Dependence of the screw speed on the residual oil content of cake: 1 – at  $L_{КАМ} = 470$  mm,  $Z_{ж} = 2,0$  mm,  $M = 25\%$ ; 2 – at  $L_{КАМ} = 470$  mm,  $Z_{ж} = 0,85$  mm,  $M = 25\%$

### Результаты и обсуждение

Исследования зависимости условия прессования на характер процесса, и качества получаемого продукта дает возможность глубже оценить и понять физику процесса прессования. Для этого была проделана серия опытов с целью понимания процесса извлечения масла. На основании данных, полученных в ходе эксперимента, были построены основные графические зависимости: зависимость частоты вращения шнекового вала на выход растительного масла (рисунок 3); зависимости давления в камере от размера кольцевого пространства для вывода жмыха (рисунок 4).

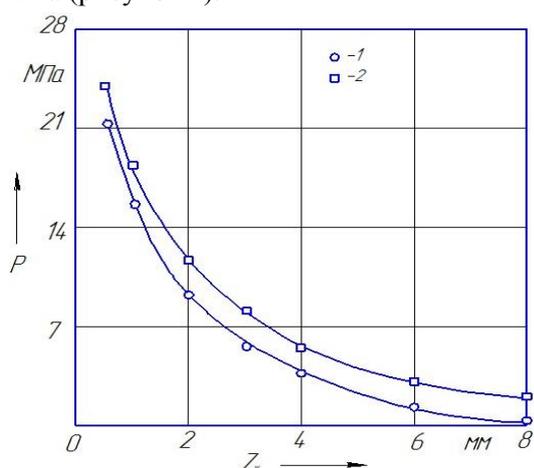


Рисунок 4. Зависимость давления в камере от величины зазора для вывода жмыха  $n = 20 \text{ мин}^{-1}$ ;  $W\%$ : 1 – 10; 2 – 8,5

Figure 4. Dependence of the pressure in the chamber on the size of the gap for the output of cake:  $n = 20 \text{ мин}^{-1}$ ;  $W\%$ : 1 – 10; 2 – 8,5

Проанализировав рисунки 3, 4, можно сделать вывод, что увеличение частоты вращения шнекового вала приводит к возрастанию температуры. Происходит это быстрее для продукта с меньшим влагосодержанием из-за повышения коэффициента трения смеси о шнек и корпус камеры, чем для продукта с большим влагосодержанием. В ходе эксперимента наблюдалось, что при исходных условиях выход растительного масла увеличивался при понижении влагосодержания и уменьшении размера сечения канала вывода масла, кроме того, при понижении частоты вращения. Но для однозначного получения оптимальных параметров рассматриваемого процесса этого недостаточно. Чтобы принять окончательное решение по подбору оптимальных режимов изучаемого процесса, нужно провести серию опытов по распределению влажности, давления и температуры жмыха. При этом частоту вращения шнека принимаем равной  $20 \text{ мин}^{-1}$ , при данном значении происходит повышение выхода масла. При уменьшении влажности ниже 8% наблюдалось снижение выхода растительного масла из-за повышенной температуры

маслопресса, так как происходит “сгорание” масла. Повышение влажности свыше 10% также снижало выход масла, так как лишняя влага затрудняла эффективное сжатие жмыха [1, 8].

Из анализа представленной зависимости (рисунок 4) нами было установлено, что значение величины сечения канала отверстия для вывода масла будет иметь постоянное значение и равно 2,5 мм для режима форпрессования, так как при снижении данного параметра наблюдается значительное уменьшение выхода масла сафлора вплоть до остановки, а при повышении сечения отверстия наблюдается значительный вывод твердой фазы и снижение давления в камере. Проанализировав рисунки 3, 4, нами сделан вывод, что существенное влияние на прессования семян сафлора в поле ультразвука оказывают следующие параметры: величина сечения отверстия для вывода жмыха  $Z_j$ , мм, значение частоты колебания излучателя ультразвука  $f$ , кГц, значение амплитуды колебания ультразвукового излучателя  $A$ , мм. От влияния данных параметров будет зависеть выход масла и его качество. Изучая и анализируя их совместное влияние на процесс прессования, можно определить оптимальный режим прессования [8, 13, 15].

В процессе выполнения эксперимента была поставлена задача – исследовать воздействие основных характеристик на процесс прессования семян сафлора. На рисунке 5 приведены кривые зависимости изменения давления по длине камеры маслопресса.

Из рисунка 5 видно, что величина давления повышается довольно плавно и затем резко увеличивается в доотжимной камере. Это обусловлено тем, что при снижении зазора для вывода масла давление в конусе резко повышается, при этом давление на заключительном витке повышается не так значительно, так как жмых является довольно-таки пластичным продуктом, и градиент давления в нем очень велик. Также распределению величины давления мешает последний виток шнека.

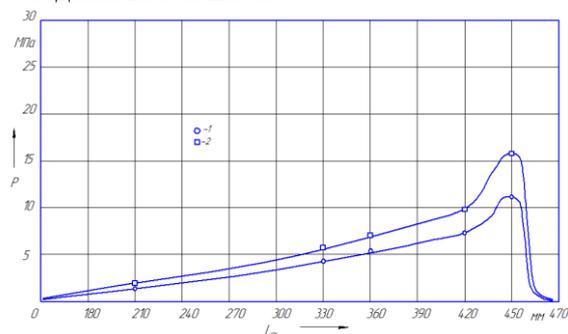


Рисунок 5. Зависимость изменения давления по длине камеры маслопресса ( $W = 9\%$ ): 1 –  $Z_j = 2,5$  мм; 2 –  $Z_j = 1,5$  мм

Figure 5. Dependence of pressure change along the length of the oil press chamber ( $W = 9\%$ ): 1 –  $Z_j = 2,5$  мм; 2 –  $Z_j = 1,5$  мм

Из зависимости следует, что в камере доотжима выход масла максимально затруднен из-за повышения давления прессования, как следствие, происходит закупоривание пор продукта. Именно в камере доотжима необходимо установить ультразвуковой излучатель с целью создания вибрации в слое и образования каналов для дополнительного выхода масла.

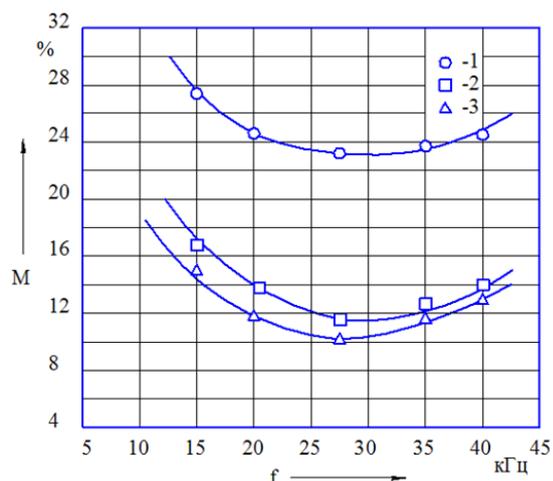


Рисунок 6. Зависимость маслячности готового продукта от частоты колебаний излучателя: 1 – при  $n = 15 \text{ с}^{-1}$ ; 2 – при  $n = 20 \text{ с}^{-1}$ ; 3 – при  $n = 25 \text{ с}^{-1}$

Figure 6. Dependence of the oil content of the finished product on the oscillation frequency of the emitter: 1 – at  $n = 15 \text{ s}^{-1}$ ; 2 – at  $n = 20 \text{ s}^{-1}$ ; 3 – at  $n = 25 \text{ s}^{-1}$

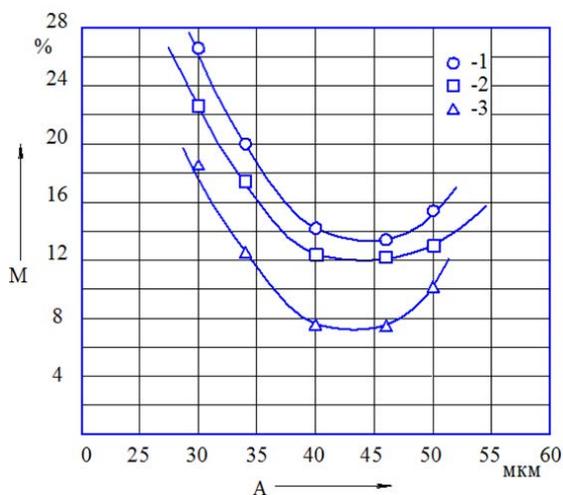


Рисунок 7. Зависимость маслячности готового продукта от амплитуды колебаний излучателя: 1 – при  $n = 15 \text{ с}^{-1}$ ; 2 – при  $n = 20 \text{ с}^{-1}$ ; 3 – при  $n = 25 \text{ с}^{-1}$

Figure 7. The dependence of the oil content of the finished product on the amplitude of the oscillator: 1 – at  $n = 15 \text{ s}^{-1}$ ; 2 – at  $n = 20 \text{ s}^{-1}$ ; 3 – at  $n = 25 \text{ s}^{-1}$

Из обработки экспериментов следует, что повышение давления, которое оказывается на продукт в прессе, имеет место быть только при уменьшении эффективной вязкости внутри поверхностного слоя системы, который обеспечивается наложением ультразвуковых колебаний.

На рисунках 6, 7 представлены зависимости маслячности жмыха сафлора от частоты  $f$  (рисунок 6) и амплитуды колебаний  $A$  (рисунок 7) ультразвукового излучателя [4–6, 10].

Проанализировав зависимости на рисунках 6, 7, можно выделить точки перегиба, в них маслячность жмыха минимальна при разных значениях амплитуды и частоты колебания.

Наблюдаемая потеря адгезионной взаимосвязи полидисперсной системы (жмыха сафлора) с колеблющейся поверхностью имеет место быть при определенном диапазоне колебаний, который локализуется в небольшом поверхностном слое. Ввиду имеющейся концентрации энергии в граничном слое наблюдается его переход в высокоэластичное состояние. Рассматриваемый слой продукта приобретает отличные от общей массы смеси адгезионно-фрикционные характеристики. Снижение пристенного перемещения объясняется миграцией во внешние слои связующего компонента.

Снижение коэффициента внешнего трения о стенку камеры относительно вибрирующего слоя продукта способствует повышению степени проницаемости и равноплотности жмыха сафлора. Наблюдаемое уменьшение маслячности на рисунках 6, 7 объясняется большими показателями параметров колебаний, чем резонансный диапазон массы прессуемого материала, который приводит к разрушению пограничного слоя.

## Заключение

Предложена численная и графическая процедура оптимизации для прогнозирования оптимального уровня входных факторов и получения максимального выхода масла сафлора по отношению к первоначальной массе сырья в %.

В результате исследований нами были определены оптимальные интервалы входных параметров: частота колебаний  $f = 25,1\text{--}30,9 \text{ кГц}$ ; амплитуда колебаний  $A = 31,1\text{--}45,0 \text{ мм}$ , давление, создаваемое в зерновой камере пресса,  $P = 13,6\text{--}14,1 \text{ МПа}$  [7, 13, 15].

## Литература

- 1 Антипов С.Т., Шахов С.В., Мартеха А.Н., Берестовой А.А. Разработка способа получения растительного масла из семян сафлора методом прессования в поле ультразвука // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4. С. 7–10.
- 2 Антипов С.Т., Шахов С.В., Мартеха А.Н., Берестовой А.А. Оптимизация процесса прессования семян сафлора в ультразвуковом поле // Вестник ВГУИТ. 2017. № 1 (71). С. 40–45.
- 3 Антипов С.Т., Матеев Е.З., Шахов С.В., Ветров А.В. Разработка линии подготовки зерна сафлора к переработке // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 62–67.

- 4 Двилис Э.С., Хасанов О.Л., Пайгин В.Д., Толкачев О.С. Изготовление светопропускающей ysz-керамики методами холодного статического одноосного и ультразвукового прессования с последующим свободным спеканием. // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 12–2. С. 268–276.
- 5 Зайцев Н.В., Януков Н.В. Обоснование необходимости применения ультразвука для усовершенствования процесса прессования макаронных изделий // *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*. 2019. № 21. С. 559–561.
- 6 Романчиков С.А. Устройство для прессования макаронного теста с ультразвуковым капиллярным эффектом // *Научная жизнь*. 2019. Т. 14. № 4 (92). С. 463–471.
- 7 Матеев Е.З., Шахов С.В., Шукуров Б.Э. К вопросу переработки сафлора как перспективной масличной культуры // *Международный студенческий научный вестник*. 2015. № 3–2. С. 220–220а.
- 8 Marco M., Giulia F., Luigi D. Chiaramonti. Oilseed pressing and vegetable oil properties and upgrading in decentralized small scale plants for biofuel production // *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology*. 2017. V. 14. № 1/2.
- 9 Grosshagauera S., Steinschaden R., Pignitter M. Strategies to increase the oxidative stability of cold pressed oils // *LWT*. V. 106. P. 72–77.
- 10 Mridula D., Barnwal P., Singh K.K. Screw pressing performance of whole and dehulled flaxseed and some physico-chemical characteristics of flaxseed oil // *J Food Sci Technol*. 2015. № 52 (3). P. 1498–1506.
- 11 Uitterhaegen E., Evon P. Twin-screw extrusion technology for vegetable oil extraction: A review // *Journal of Food Engineering*. 2017.
- 12 Mildner-Szkudlarz S., Róžańska M., Siger A., Kowalczewski P.Ł. et al. Changes in chemical composition and oxidative stability of cold-pressed oils obtained from by-product roasted berry seeds // *LWT*. 2019. V. 111. P. 541–547.
- 13 Yan J., Wright W.M.D., O'Mahony J.A., Roos Y. et al. A sound approach: Exploring a rapid and non-destructive ultrasonic pulse echo system for vegetable oils characterization // *Food Research International*. 2019. V. 125.
- 14 Bogaert L., Mathieu H., Mhemdi H., Vorobiev E. Characterization of oilseeds mechanical expression in an instrumented pilot screw press // *Industrial Crops and Products*. 2018. V. 121. P. 106–113.
- 15 Zdanowska P., Drózdź B., Janakowski S., Derewiaka D. Impact of preliminary ultrasound treatment of rape seeds on the pressing process and selected oil characteristics // *Industrial Crops and Products*. 2019. V. 138. 111572.

#### References

- 1 Antipov S.T., Shakhov S.V., Martekha A.N., Berestovoy A.A. Development of a method for producing vegetable oil from safflower seeds by pressing in an ultrasound field. Proceedings of VSUET. 2015. no. 4. pp. 7–10. (in Russian).
- 2 Antipov S.T., Shakhov S.V., Martekha A.N., Berestovoy A.A. Optimization of the process of pressing safflower seeds in an ultrasonic field. Proceedings of VSUET. 2017. no. 1 (71). pp. 40–45. (in Russian).
- 3 Antipov S.T., Mateev E.Z., Shakhov S.V., Vetrov A.V. Development of a line for preparing safflower grain for processing. Proceedings of VSUET. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 62–67. (in Russian).
- 4 Dvilis E.S., Khasanov O.L., Paigin V.D., Tolkahev O.S. Production of light-transmitting ysz ceramics using methods of cold static uniaxial and ultrasonic pressing followed by free sintering. Basic research. 2017. no. 12–2. pp. 268–276. (in Russian).
- 5 Zaitsev N.V., Yanukov N.V. The rationale for the use of ultrasound to improve the process of pressing pasta. Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. 2019. no. 21. pp. 559–561. (in Russian).
- 6 Romanchikov S.A. A device for pressing pasta with ultrasonic capillary effect. Scientific life. 2019. vol. 14. no. 4 (92). pp. 463–471. (in Russian).
- 7 Mateev E.Z., Shakhov S.V., Shukurov B.E. On the issue of processing safflower as a promising oilseed. International Student Scientific Bulletin. 2015. no. 3–2. pp. 220–220a. (in Russian).
- 8 Marco M., Giulia F., Luigi D. Chiaramonti. Oilseed pressing and vegetable oil properties and upgrading in decentralized small scale plants for biofuel production. International Journal of Oil, Gas and Coal Technology. 2017. vol. 14. no. 1/2.
- 9 Grosshagauera S., Steinschaden R., Pignitter M. Strategies to increase the oxidative stability of cold pressed oils. LWT. vol. 106. pp. 72–77.
- 10 Mridula D., Barnwal P., Singh K.K. Screw pressing performance of whole and dehulled flaxseed and some physico-chemical characteristics of flaxseed oil. J Food Sci Technol. 2015. no. 52 (3). pp. 1498–1506.
- 11 Uitterhaegen E., Evon P. Twin-screw extrusion technology for vegetable oil extraction: A review. Journal of Food Engineering. 2017.
- 12 Mildner-Szkudlarz S., Róžańska M., Siger A., Kowalczewski P.Ł. et al. Changes in chemical composition and oxidative stability of cold-pressed oils obtained from by-product roasted berry seeds. LWT. 2019. vol. 111. pp. 541–547.
- 13 Yan J., Wright W.M.D., O'Mahony J.A., Roos Y. et al. A sound approach: Exploring a rapid and non-destructive ultrasonic pulse echo system for vegetable oils characterization. Food Research International. 2019. vol. 125.
- 14 Bogaert L., Mathieu H., Mhemdi H., Vorobiev E. Characterization of oilseeds mechanical expression in an instrumented pilot screw press. Industrial Crops and Products. 2018. vol. 121. pp. 106–113.
- 15 Zdanowska P., Drózdź B., Janakowski S., Derewiaka D. Impact of preliminary ultrasound treatment of rape seeds on the pressing process and selected oil characteristics. Industrial Crops and Products. 2019. vol. 138. 111572.

#### Сведения об авторах

**Сергей Т. Антипов** д.т.н., профессор, кафедры машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ast@vsuet.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8932-5922>

#### Information about authors

**Sergei T. Antipov** Dr. Sci. (Engin.), professor, machines and apparatuses of food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8932-5922>

**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

 <https://orcid.org/0000-0002-5865-2357>

**Александр Н. Мартеха** к.т.н., доцент, кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская 49, г. Москва, 127550, Россия, man6630@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7380-0477>

**Ирина С. Юрова** к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yurova\_ira83@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5024-5888>

**Алексей А. Берестовой** к.т.н., старший преподаватель, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, berestovoy\_1991@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2255-9414>

**Марина И. Литвинова** магистр, кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, marinamer780@mail.ru

**Sergey V. Shakhov** Dr. Sci. (Engin.), professor, machines and apparatuses of food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, s\_shahov@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5865-2357>

**Alexander N. Martekha** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, processes and apparatuses of processing industries department, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550, Russia, man6630@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7380-0477>

**Irina S. Yurova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, machines and apparatuses of food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yurova\_ira83@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5024-5888>

**Alexey A. Berestovoy** Cand. Sci. (Engin.), senior lecturer, machines and apparatuses of food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, berestovoy\_1991@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2255-9414>

**Marina I. Litvinova** master student, quality management and technology of aquatic bioresources department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, marinamer780@mail.ru

**Вклада второв**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution**

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

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 12/11/2019	После редакции 21/11/2019	Принята в печать 01/12/2019
Received 12/11/2019	Accepted in revised 21/11/2019	Accepted 01/12/2019

## Принципы стабилизации показателей качества печенья для детского питания в условиях кавитационных воздействий

Тимофей В. Герасимов	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mki.niikp@mail.ru">mki.niikp@mail.ru</a>	 0000-0002-5568-2120
Наталья А. Щербакова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mki.niikp@mail.ru">mki.niikp@mail.ru</a>	 0000-0002-0466-9612
Елена А. Демченко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:labmki@mail.ru">labmki@mail.ru</a>	 0000-0002-2384-6490
Инесса И. Мизинчикова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mki.niikp@mail.ru">mki.niikp@mail.ru</a>	 0000-0003-6703-5270
Светлана Ю. Мистенёва	<sup>1</sup>	<a href="mailto:labmki@mail.ru">labmki@mail.ru</a>	 0000-0002-1439-7972

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, ул. Электрозаводская, 19, стр. 3, г. Москва, 107023, Россия

**Аннотация.** С целью получения печенья для детского питания заданного состава, в том числе в условиях кавитационных воздействий, разработаны принципы стабилизации стадий предварительной подготовки сырья и основных технологических операций. Для получения двухфазных систем при предварительной подготовке сырья разработан комплекс технологических приемов: дезагрегирование муки в условиях аэрации со снижением вязкости на 47% и плотности до 340 кг/м<sup>3</sup>, перевод твердых жировых компонентов в пластифицированное состояние со снижением плотности на 20%, набухание яичного порошка с восстановлением до состояния меланжа, получение 50%-ного раствора солодового экстракта со снижением вязкости. Создание комплекса технологических приемов позволило повысить стабилизацию приготовления суспензии, выделенной в отдельную технологическую стадию, и эмульсии, которые обеспечивают снижение плотности и вязкости, увеличение дисперсности и равномерности распределения компонентов в них. Предложенный прием подачи сахара-песка в суспензию 40-60% и оставшегося количества в эмульсию в условиях применения кавитационных воздействий позволяет снизить средний размер частиц твердой фазы с 25 до 6 мкм и увеличить их количество в 65 раз при сохранении массы. Таким повышением концентрации частиц твердой фазы создаются условия для образования адсорбционных слоев влаги вокруг частиц твердой фазы и осмотического связывания влаги для управления степенью набухания муки. Разработаны рецептуры детского ассортимента сахарного печенья с заданными показателями качества, полученного в условиях кавитационных воздействий, с содержанием общего сахара не более 22% и жира не более 18%, что соответствует желтой цветовой индикации, и с содержанием соли 0,3 г/100г – соответствует зеленой индикации.

**Ключевые слова:** сахарное печенье, детское питание, технологические приемы, принципы стабилизации, кавитационная обработка, суспензия, двухфазные системы.

## Principles of creation of specialized sugar cookies for baby food conditions of cavitation effects

Timothy V. Gerasimov	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mki.niikp@mail.ru">mki.niikp@mail.ru</a>	 0000-0002-5568-2120
Natalya A. Shcherbakova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mki.niikp@mail.ru">mki.niikp@mail.ru</a>	 0000-0002-0466-9612
Elena A. Demchenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:labmki@mail.ru">labmki@mail.ru</a>	 0000-0002-2384-6490
Inessa I. Mizinchikova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mki.niikp@mail.ru">mki.niikp@mail.ru</a>	 0000-0003-6703-5270
Svetlana Yu. Misteneva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:labmki@mail.ru">labmki@mail.ru</a>	 0000-0002-1439-7972

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya, 20, bld.3, Moscow, 107023, Russia

**Abstract.** In order to obtain cookies for baby food of a given composition, including under conditions of cavitation effects, the principles of stabilization of the stages of preliminary preparation of raw materials and basic technological operations have been developed. To obtain two-phase systems during preliminary preparation of raw materials, a set of technological methods has been developed: disaggregating flour under aeration conditions with a decrease in viscosity by 47% and a density of up to 340 kg/m<sup>3</sup>, transfer of solid fat components to a plasticized state with a decrease in density by 20%, swelling of egg powder with restoration to a state of melange, obtaining a 50% solution of malt extract with a decrease in viscosity. The creation of a set of technological methods allowed to increase the stabilization of the preparation of the suspension, separated into a separate technological stage, and emulsions, which provide a decrease in density and viscosity, an increase in dispersion and uniform distribution of components in them. The proposed method of feeding granulated sugar into a suspension of 40-60% and the remaining amount in the emulsion under the conditions of application of cavitation influences reduces the average particle size of the solid phase from 25 to 6 microns and increase their number by 65 times while maintaining weight. This increase in the concentration of particles of the solid phase creates conditions for the formation of adsorption layers of moisture around the particles of the solid phase and the osmotic binding of moisture to control the degree of swelling of the flour. The recipes for the children's assortment of sugar cookies have been developed with specified quality indicators obtained under cavitation conditions, with a total sugar content of not more than 22% and fat not more than 18%, which corresponds to a yellow color indication, and with a salt content of 0.3 g/100g – corresponds green indication.

**Keywords:** sugar cookies, baby food, technological method, principles of stabilization, cavitation treatment, suspension, two-phase systems

Для цитирования

Герасимов Т.В., Щербакова Н.А., Демченко Е.А., Мизинчикова И.И., Мистенева С.Ю. Принципы стабилизации показателей качества печенья для детского питания в условиях кавитационных воздействий // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 28–33. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-28-33

For citation

Gerasimov T.V., Shcherbakova N.A., Demchenko E.A., Mizinchikova I.I., Misteneva S.Yu. Principles of creation of specialized sugar cookies for baby food conditions of cavitation effects. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 28–33. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-28-33

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Благополучное развитие детского организма связано со здоровым и безопасным питанием. В России разработаны рационы питания дошкольников и школьников, в которые включена группа кондитерских изделий. [1, 2] В соответствии с концепцией «Стратегия повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 года» осуществляется выпуск продукции здорового питания.

С целью получения в условиях кавитационных воздействий печенья для детского питания с заданным составом поставлена задача – разработать принципы стабилизации технологического потока.

Научные исследования института прошлых лет легли в основу разработки печенья детского ассортимента: «Научные основы управления модификацией частиц твердой фазы при переходе коагуляционной структуры в коагуляционно-кристаллизационную в процессе структурообразования МКИ»; «Научные основы получения мучных кондитерских изделий с использованием фруктов, овощей и продуктов их переработки – естественных носителей витаминов и микроэлементов» [3–5].

## Материалы и методы

Определение структуры и размеров частиц дисперсных систем производили с помощью микрофотографирования на инвертированном металлографическом микроскопе Nikon Eclipse MA100 (с разрешающей способностью  $\times 100$ ,  $\times 500$  в отраженном свете) с устройством управления DS-L2 головкой камеры DS (Nikon, Япония).

Анализ дисперсности осуществляли по МВИ 68–00334675–2018 «Методика определения количества частиц в объектах оптической микроскопии» [6].

Принцип совмещения гидродинамических и акустических кавитационных воздействий применен на лабораторной установке с ультразвуковым преобразователем мощностью 250 Вт, обеспечивающим частоту колебаний 21–24 Гц (Москва). [7]

## Результаты и обсуждение

Для создания сахарного печенья детского питания разработана специальная технология, в основу которой заложен подбор сырьевых компонентов согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности

пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки». В принципиальной схеме получения печенья представлен комплекс технологических приемов с применением электрофизических методов, в том числе обработка жидких полуфабрикатов в условиях совмещения гидродинамической и акустической кавитации (рисунок 1) [3, 8–10].

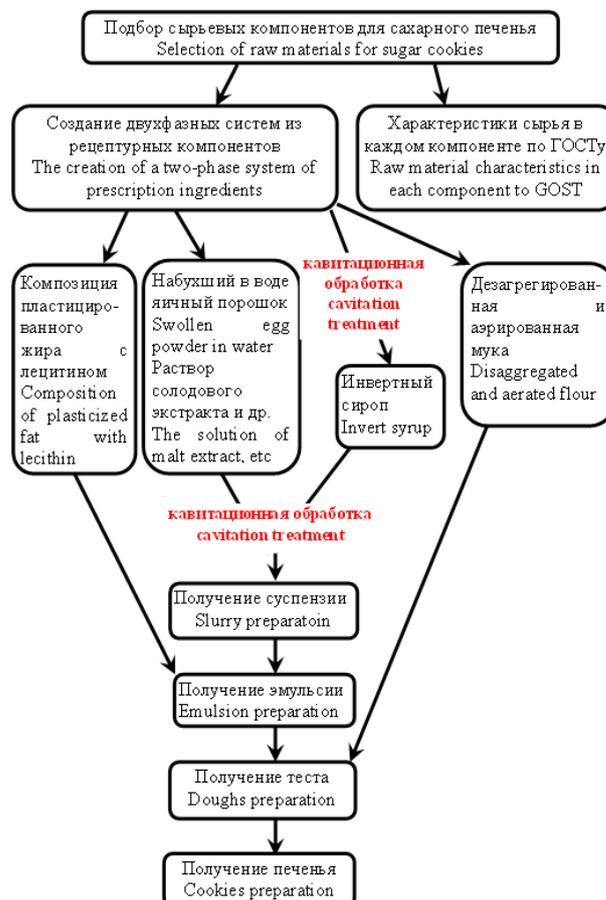


Рисунок 1. Принципиальная схема получения печенья детского питания с кавитационной обработкой

Figure 1. Schematic diagram of obtaining baby food cookies with cavitation treatment

Комплекс технологических приемов подготовки двухфазных систем из используемых основных видов сырья: муки, жирового компонента, яичного порошка, солодового экстракта для стабилизации показателей их качества путем дезагрегирования сыпучих компонентов, растворения в воде и пластикации.

Технологический приём дезагрегирования муки. Мука в процессе хранения в силосах слеживается с образованием агрегатов, поэтому возникла необходимость её дезагрегирования в бункере в условиях аэрирования воздухом (рисунок 2).

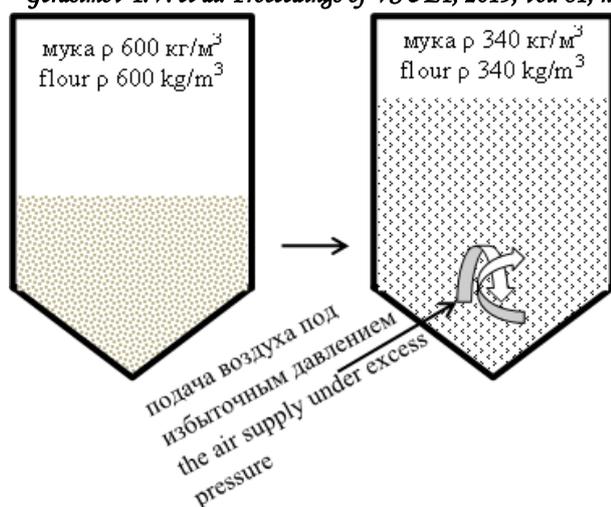


Рисунок 2. Изменение плотности муки в процессе аэрирования

Figure 2. Change in the density of flour in the process of aeration

Стабилизация свойств муки происходит за счет разделения агрегатов на отдельные частицы. Увеличение количества частиц и уменьшение их размера в воздушно-мучной смеси обеспечивает снижение её плотности почти в 2 раза и вязкости на 47%. Создаются условия для образования вокруг максимального количества частиц муки оболочек из адсорбционно-связанной влаги и их равномерного набухания при получении теста.

Следующий технологический прием – пластицирование твердого жира. В существующих технологиях обычно жир применяется в расплавленном состоянии с температурой 43–45 °С. С целью сохранения первоначального твердого состояния жира и отказа от его тепловой обработки жир пластицируется в месильной машине до однородно-пластичной массы. Стабилизация свойств жира происходит за счет насыщения воздухом при температуре 20–25 °С. При этом плотность жира снижается с 950–980 до 720–800 кг/м<sup>3</sup> и повышается на 20% удельная поверхность.

Вторым стабилизирующим фактором структуры пластицированного жира является использование ПАВ (лецитина) в количестве 1–2% к массе жира. Для введения лецитина готовится композиция с жиром в соотношении 1:1. Использование композиции обеспечивает удержание диспергированного жира на поверхности частиц твердой фазы и от коалесценции, что позволяет стабилизировать эмульсию от расслоения и повысить равномерность распределения компонентов в тесте.

Технологический прием набухания яичного порошка. Для использования яичного порошка в суспензии он «восстанавливается»

до состояния меланжа в течение 120–180 мин при достаточном объеме воды. Оптимальное соотношение яичного порошка и воды 1,0:2,0–2,5.

Увеличение удельной поверхности и равновесного распределения влаги в яичном порошке обеспечивает стабилизацию процесса приготовления теста за счет разделения процессов набухания порошка и пшеничной муки.

Технологический прием подготовки солодового экстракта. Солодовый экстракт обладает высокой вязкостью, что создает трудности при его дозировании и распределении в суспензии. При смешивании с дополнительным количеством воды наблюдается изменение вязкости раствора солодового экстракта (рисунок 3).

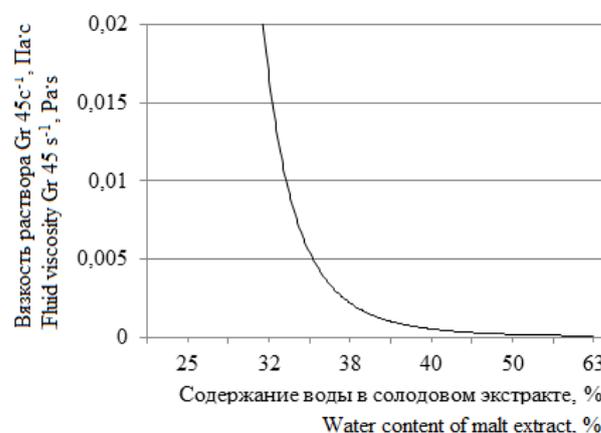


Рисунок 3. Изменение вязкости раствора солодового экстракта

Figure 3. Change of viscosity of malt extract fluid

При увеличении воды до 38% получается удобная консистенция солодового экстракта для распределения в суспензии, однако часть продукта остается на стенках емкости, т. е. полностью не растворяется, что нарушает точность дозирования. С увеличением количества воды в растворе до 50% удается устранить данный недостаток и стабилизировать процесс введения в суспензию солодового экстракта.

Технологический прием приготовления инвертного сиропа. Одним из приемов подготовки сахара-песка является его перевод в растворенное состояние с инверсией на глюкозу и фруктозу. В существующих технологиях инверсия осуществляется длительный процесс уваривания при температуре кипения. Предложен способ инверсии в условиях совмещения гидродинамического и акустического воздействия в кавитационной установке, в течение 30–45 мин при температуре 95–100 °С и с частотой колебаний волновода порядка 21 кГц до достижения количества редуцирующих веществ 80%. Это позволяет стабилизировать свойства инвертного сиропа, исключив перегрев и понижение

уровня образования продуктов разложения моносахаров – кетонов и альдегидов, в т. ч. оксиметилфурфузола. Кроме того, в сиропе уменьшается дисперсность частиц кристаллизации сахаров с 2–3 до 0,1–0,4 мкм и повышается его стойкость в хранении.

Применение комплекса технологических приемов подготовки двухфазных систем из основных видов сырья позволило подойти к разработке приготовления суспензии, выделенной в отдельную технологическую стадию, в которой подача сахара осуществлялась в два приёма: на стадии приготовления суспензии от 40 до 60% его рецептурного количества, и оставшейся части при приготовлении эмульсии (рисунок 4).

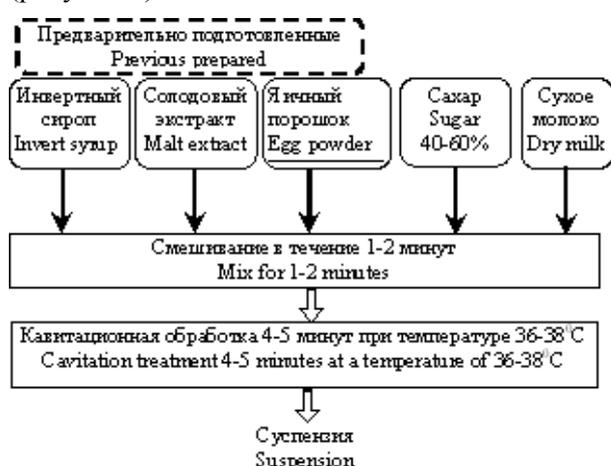


Рисунок 4. Технологическая схема получения суспензии

Figure 4. Technological scheme of suspension production

Введение только части сахара, отсутствие жира и смешивание в течение 15 мин позволяет увеличить влажность суспензии с 32 до 40–46% и повысить растворимость сахара и тем самым обеспечить условия для полного его растворения. С целью достижения максимального количества частиц твердой фазы предложен способ получения суспензии в условиях кавитационного воздействия. Предварительно смешанные при комнатной температуре сырьевые компоненты суспензии в течение 1–2 мин обрабатывались в лабораторной кавитационной установке в течение 4–5 мин при температуре 36–38 °С с частотой колебаний волновода 21–24 кГц.

Проанализировали результаты микроскопирования суспензий, полученных различными способами (на существующем оборудовании предприятий отрасли в условиях механической обработки и в условиях кавитационного воздействия, рисунок 5).

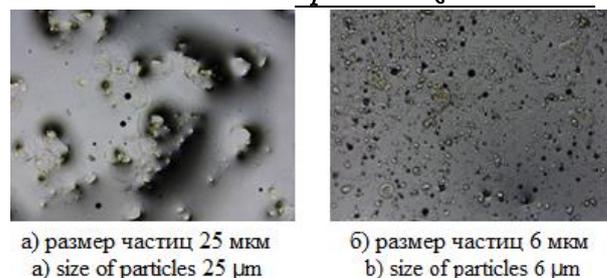


Рисунок 5. Микрофотографии (×500) суспензий полученных при механической обработке (а) и кавитационном воздействии (б)

Figure 5. Micrographs (×500) of suspensions obtained by mechanical treatment (a) and cavitation (b)

Применение интенсивного кавитационного воздействия характеризовалось снижением среднего размера частицы твердой фазы с 25 до 6 мкм и увеличением их количество в 65 раз при сохранении массы. Это повлекло за собой стабилизацию свойств суспензии за счет увеличения адсорбционно-связанной влаги дисперсионной среды, что обеспечило наибольшую взаимную подвижность компонентов при перемешивании и повысило равномерность их распределения в её объеме.

На следующей стадии технологического процесса готовится эмульсия. Осуществляется предварительное смешивание пластицированного жира и лецитина с оставшейся частью сахара-песка. Полученная смесь смешивается с суспензией (рисунок 6).

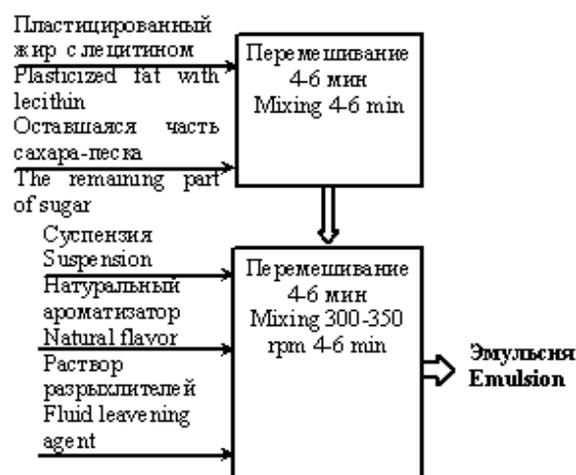


Рисунок 6. Технологическая схема приготовления эмульсии

Figure 6. Technological scheme of the preparation of the emulsion

Стабилизация свойств эмульсии с заданной дисперсностью обеспечивается за счет образования оболочки жира вокруг частиц сахара, и, как следствие, ограничения растворения второй порции сахара.

Стадия приготовления теста. Тестообразование происходит путем взаимодействия муки с дисперсионной средой эмульсии, которое сопровождается значительным увеличением объема мицелл муки, т. е. набуханием низкомолекулярной фракции (глиадина) за счет односторонней диффузии и поступления влаги внутрь мицелл с последующей упругой деформацией (растяжением) высокомолекулярной фракции (глютенина) [3].

Процесс диффузии обусловлен осмотическим давлением, в котором частичная концентрация и радиус частиц твердой фазы – факторы, определяющие количество осмотически связанной влаги для двух систем с одинаковыми размерами частиц при разном их количестве. Отношение осмотического давления  $\pi_1/\pi_2$  определяется соотношением частичных концентраций  $v_1/v_2$  при отличающихся друг от друга по размерам частиц с одинаковой частичной концентрацией. Отношение осмотического давления  $\pi_1/\pi_2$  определяется  $r_2^3/r_1^3$  [3], т. е. изменяя размеры частиц, можно управлять степенью набухания муки. Это обеспечивает стабилизацию свойств теста и равномерность распределения компонентов в нем. В результате происходит увеличение объема и высоты в 1,5 раза, пористости, прочности, высокой рассыпчатости, стабилизируется качество готового печенья.

Учитывая перечисленные выше предпосылки в соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», были разработаны рецептуры детского ассортимента сахарного печенья с содержанием общего сахара не более 22% и жира не более 18%, что соответствует желтой цветовой индикации, и с содержанием соли 0,3 г / 100 г – соответствует зеленой индикации согласно МР 2.3.0122–18 «Цветовая индикация на маркировке пищевой продукции в целях информирования потребителей».

### Заключение

Обоснованы технологические приёмы, обеспечивающие стабилизацию стадий предварительной подготовки сырья и основных операций технологии печенья. Стабилизация свойств двухфазных систем, полуфабрикатов обеспечивается за счет увеличения дисперсности, повышения удельной поверхности и равномерного распределения компонентов. Это позволяет управлять степенью набухания муки в процессе приготовления теста и создает условия приготовления печенья для детского питания с заданными показателями качества, полученного в условиях кавитационных воздействий.

### Благодарности

Авторы выражают признательность Талейснику М.А., всем коллегам по работе за консультации и помощь в выполнении исследований.

### Литература

- 1 Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия детства: указ Президента Российской Федерации № 240 от 29 мая 2017 года.
- 2 Dorn G.A., Savenkova T.V., Sidorova O.S., Golub O.V. Confectionery goods for healthy diet // Foods and raw materials. 2015. № 3. P.70–76.
- 3 Аксенова Л.М., Кочетов В.К., Лисицы А.Б. и др. Пищевые технологии будущего и нанопреобразования биополимеров. Краснодар: Диапазон-В, 2015. 304 с.
- 4 Savenkova T.V., Osipov M.V., Kazantsev E.V., Kochetkova A.A. et al. The production technology of diabetic confection with modified carbohydrate profile // Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. 2016. № 7 (6). P. 3123–3130.
- 5 Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы и материалы. М.: Техполиграфцентр, 2018. 407 с.
- 6 ГОСТ Р 8.774–2011. Государственная система обеспечения единства измерений (гси). дисперсный состав жидких сред. определение размеров частиц по динамическому рассеянию света. М.: Стандартинформ, 2013.
- 7 Каримов А.Р., Талейсник М.А., Савенкова Т.В. и др. Физико-химические особенности полимерной жидкости // Пищевые системы. 2018. № 1 (3). С. 44–54.
- 8 Kemp S.E. Consumers as part of food and beverage industry innovation // Open Innovation in the Food and Beverage Industry. 2013. P. 109–138. doi: 10.1533/9780857097248.2.109
- 9 Магомедов Г.О., Зацепилина Н.П., Лыгин В.В. Актуальные аспекты организации школьного питания, соответствующего возрастным физиологическим потребностям // Вестник ВГУИТ. 2014. № 3 (61). С. 93–98.
- 10 Dora M., Kumar M., Van Goubergen D., Molnar A. et al. Food quality management system: reviewing assessment strategies and a feasibility study for European food small and medium-sized enterprises // Food Control. 2013. V. 31. № 2. P. 607–616. doi: 10.1016/j.foodcont.2012.12.006

### References

- 1 On the announcement in the Russian Federation of the Decade of Childhood: Decree of the President of the Russian Federation No. 240 of May 29, 2017. (in Russian).
- 2 Dorn G.A., Savenkova T.V., Sidorova O.S., Golub O.V. Confectionery goods for healthy diet. Foods and raw materials. 2015. no. 3. pp. 70–76.
- 3 Aksenova L.M., Kochetov V.K., Lisitsyn A.B. et. al. Food technology and nano transformations of biopolymers. Krasnodar, Diapazon-V, 2015. 304 p. (in Russian)

- 4 Savenkova T.V., Osipov M.V., Kazantsev E.V., Kochetkova A.A. et al. The production technology of diabetic confection with modified carbohydrate profile. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*. 2016. no. 7 (6). pp. 3123–3130.
- 5 Urieв N.B. Highly concentrated disperse systems and materials. Moscow, Techpoligrastsentr, 2018. 407p. (in Russian).
- 6 State Standard R 8.774–2011. State system for ensuring the uniformity of measurements. Disperse composition of liquid media. Determination of particle size by dynamic light scattering. Moscow, Standartinform Publ., 2013. (in Russian).
- 7 Karimov A.R., Taleysnik M.A., Savenkova T.V. et al. Physical and chemical features of dynamic of polymeric fluid. *Food Systems*. 2018. no. 1 (3). pp. 44–54. (in Russian).
- 8 Kemp S.E. Consumers as part of food and beverage industry innovation. *Open Innovation in the Food and Beverage Industry*. 2013. pp. 109–138. doi: 10.1533/9780857097248.2.109
- 9 Magomedov G.O., Zatsepilina N.P., Lygin B.B. Actual aspects of school meals, an appropriate age physiological needs. *Proceedings of VSUET*. 2014. no. 3 (61). pp. 93–98. (in Russian).
- 10 Dora M., Kumar M., Van Goubbergen D., Molnar A. et al. Food quality management system: reviewing assessment strategies and a feasibility study for European food small and medium-sized enterprises. *Food Control*. 2013. vol. 31. no. 2. pp. 607–616. doi: 10.1016/j.foodcont.2012.12.006

#### Сведения об авторах

**Тимофей В. Герасимов** к.т.н., ведущий научный сотрудник, лаборатория технология производства мучных кондитерских изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, ул. Электrozаводская, 20, г. Москва, 107023, Россия, mki.niikp@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-5568-2120>

**Наталья А. Щербакова** д.х.н., профессор, лаборатория технология производства мучных кондитерских изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, ул. Электrozаводская, 20, г. Москва, 107023, Россия, mki.niikp@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-0466-9612>

**Елена А. Демченко** к.т.н., ведущий научный сотрудник, лаборатория технология производства мучных кондитерских изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, ул. Электrozаводская, 20, г. Москва, 107023, Россия, labmki@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-2384-6490>

**Инесса И. Мизинчикова** к.т.н., научный сотрудник, лаборатория технология производства мучных кондитерских изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, ул. Электrozаводская, 20, г. Москва, 107023, Россия, mki.niikp@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-6703-5270>

**Светлана Ю. Мистенёва** научный сотрудник, лаборатория технология производства мучных кондитерских изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, ул. Электrozаводская, 20, г. Москва, 107023, Россия, labmki@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-1439-7972>

#### Вклад авторов

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

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Timothy V. Gerasimov** Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, laboratory technology of production of flour confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya, 20, bld.3, Moscow, 107023, Russia, mki.niikp@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-5568-2120>

**Natalya A. Shcherbakova** Dr. Sci. (Chem.), professor, laboratory technology of production of flour confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya, 20, bld.3, Moscow, 107023, Russia, mki.niikp@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-0466-9612>

**Elena A. Demchenko** Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, laboratory technology of production of flour confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya, 20, bld.3, Moscow, 107023, Russia, labmki@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-2384-6490>

**Inessa I. Mizinchikova** Cand. Sci. (Engin.), researcher, laboratory technology of production of flour confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya, 20, bld.3, Moscow, 107023, Russia, mki.niikp@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-6703-5270>

**Svetlana Yu. Misteneva** researcher, laboratory technology of production of flour confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry, Electrozavodskaya, 20, bld.3, Moscow, 107023, Russia, labmki@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-1439-7972>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/11/2019	После редакции 12/11/2019	Принята в печать 22/11/2019
Received 01/11/2019	Accepted in revised 12/11/2019	Accepted 22/11/2019

## Пищевая биотехнология

## Food biotechnology

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-34-39>

Оригинальная статья/Research article

УДК 581.6

Open Access

Available online at [vestnik-vsuet.ru](http://vestnik-vsuet.ru)**Направленное культивирование *Chlorella sorokiniana* с целью увеличения синтеза каротиноидов**

Татьяна А. Кузнецова <sup>1</sup>	<a href="mailto:kuznetsova.ta1@spbstu.ru">kuznetsova.ta1@spbstu.ru</a>	 0000-0003-0162-0896
Мария С. Никитина <sup>1</sup>	<a href="mailto:emelia211112@gmail.com">emelia211112@gmail.com</a>	 0000-0002-9642-8372
Анна Д. Севастьянова <sup>1</sup>	<a href="mailto:sevast_ad@spbstu.ru">sevast_ad@spbstu.ru</a>	 0000-0002-8972-5424

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Новороссийская, Институт биомедицинских систем и биотехнологий, 48, г. Санкт-Петербург, 184021, Россия

**Аннотация.** *Chlorella sorokiniana* – перспективный вид для культивирования как в лабораторном культиваторе, так и в промышленных масштабах. Ее биомасса является источником многих ценных компонентов, включая пластидные пигменты, которые обладают высокой антиоксидантной активностью. Метаболизм *Chlorella sorokiniana* подвержен изменениям под влиянием различных условий культивирования. При дозированном ультрафиолетовом облучении возможно компенсаторное увеличение синтеза каротиноидов, которые предотвращают окислительный стресс. Проведено культивирование *C. sorokiniana* (штамм 211-8k) в различных условиях освещенности: контрольный вариант – освещенность лампой дневного света; вариант 1 – дозированное периодическое ультрафиолетовое воздействие каждые сутки в течение 15 мин (спектральная область светового потока 280-315 нм (УФ-В), интенсивность 1300 Лк) и дальнейшее освещение лампой дневного света; вариант 2 – ультрафиолетовое облучение в течение 30 мин (спектральная область светового потока 280-315 нм (УФ-В), интенсивность 1300 Лк) в фазу стабилизации. Периодическое ультрафиолетовое облучение негативно влияет на рост популяции *C. sorokiniana*, что проявляется только на 9-е сут, выход биомассы существенно снижается. Однократное УФ-облучение в течение 30 минут приводит к незначительному снижению выхода воздушно-сухой биомассы, что при дальнейшем росте популяции может быть скомпенсировано. Периодическое ультрафиолетовое воздействие приводит к увеличению синтеза каротиноидов, выход в пересчете на сухую биомассу превышает контрольный образец в среднем на 30%. Однократное ультрафиолетовое облучение в течение 30 мин в фазу стабилизации приводит к снижению содержания в биомассе как хлорофилла, так и каротиноидов. Микроскопическое исследование популяций микроводоросли показало, что ультрафиолетовое воздействие приводит к появлению клеток с признаками апоптоза: крупные клетки с большими вакуолями, конденсированным ядром, обесцвеченным хлоропластом. Дальнейшим направлением исследования является подбор условий, позволяющих увеличить выход каротиноидов при минимальных потерях биомассы микроводорослей.

**Ключевые слова:** *Chlorella sorokiniana*, направленное культивирование, УФ-освещенность, каротиноиды

**Directed cultivation of *Chlorella sorokiniana* to increase carotenoid synthesis**

Tatiana A. Kuznetsova <sup>1</sup>	<a href="mailto:kuznetsova.ta1@spbstu.ru">kuznetsova.ta1@spbstu.ru</a>	 0000-0003-0162-0896
Maria S. Nikitina <sup>1</sup>	<a href="mailto:emelia211112@gmail.com">emelia21112@gmail.com</a>	 0000-0002-9642-8372
Anna D. Sevastyanova <sup>1</sup>	<a href="mailto:sevast_ad@spbstu.ru">sevast_ad@spbstu.ru</a>	 0000-0002-8972-5424

<sup>1</sup> Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Novorossiyskaya st., Institute of Biomedical Systems and Biotechnology, 48, St. Petersburg, 184021, Russia

**Abstract.** *Chlorella sorokiniana* is a promising species for cultivation both in the laboratory cultivator and on an industrial scale. Its biomass is the source of many valuable components, including plastid pigments, which have high antioxidant activity. The metabolism of *Chlorella sorokiniana* is subject to change under the influence of various cultivation conditions. With dosed ultraviolet radiation, a compensatory increase in the synthesis of carotenoids is possible, which prevents oxidative stress. The cultivation of *C. sorokiniana* (strain 211-8k) was carried out in various conditions of illumination: the control version – illumination with a fluorescent lamp; option 1 – dosed periodic ultraviolet exposure every day for 15 min (spectral region of the light flux 280-315 nm (UV-B), intensity 1300 Lux) and further illumination with a fluorescent light; option 2 – ultraviolet irradiation for 30 min (spectral region of the light flux 280-315 nm (UV-B), intensity 1300 Lux) in the stabilization phase. Periodic ultraviolet irradiation negatively affects the growth of *C. sorokiniana* population, which manifests itself only on the 9th day, the biomass yield is significantly reduced. A single UV exposure for 30 minutes leads to a slight decrease in the yield of air-dried biomass, which can be compensated with a further increase in population. Periodic ultraviolet exposure leads to an increase in the synthesis of carotenoids, the yield in terms of dry biomass exceeds the control sample by an average of 30%. A single ultraviolet irradiation for 30 minutes in the stabilization phase leads to a decrease in the content of both chlorophyll and carotenoids in the biomass. Microscopic examination of microalgae populations showed that ultraviolet exposure leads to the appearance of cells with signs of apoptosis: large cells with large vacuoles, a condensed nucleus, and bleached chloroplast. A further direction of the study is the selection of conditions allowing to increase the yield of carotenoids with minimal loss of microalgae biomass.

**Keywords:** *Chlorella sorokiniana*, directional cultivation, UV light, carotenoids

Для цитирования

Кузнецова Т.А., Никитина М.С., Севастьянова А.Д. Направленное культивирование *Chlorella sorokiniana* с целью увеличения синтеза каротиноидов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 34–39. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-34-39

For citation

Kuznetsova T.A., Nikitina M.S., Sevastyanova A.D. Directed cultivation of *Chlorella sorokiniana* to increase carotenoid synthesis. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 34–39. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-34-39

## Введение

Микроводоросль *Chlorella sorokiniana* – перспективный продуцент ценных компонентов, успешно культивируемый в лабораторных и производственных условиях [1]. В биомассе *C. sorokiniana* обнаружено высокое содержание ценных компонентов: белков, углеводов, липидов и биологически активных веществ [2].

Содержание пластидных пигментов, хлорофиллов и каротиноидов (3,5% в сухой биомассе) превышает содержание их у наземных растений. Известно, что хлорофиллы и каротиноиды обладают антиоксидантными свойствами [3]. Поэтому биомассу *Chlorella* можно использовать в получении концентратов пигментного комплекса для пищевого производства.

Ряд факторов, влияющих на обмен веществ (в том числе каротиногенез) в клетках микроводорослей в период культивирования, позволяют увеличить синтез метаболитов, что является основой направленного культивирования.

Дозированное ультрафиолетовое излучение (УФ), по мнению ряда авторов, может оказывать и стимулирующее, и угнетающее влияние [4]. Малые дозы УФ в сочетании с фотосинтетически активной радиацией (ФАР) во время роста популяции клеток *C. sorokiniana* могут активизировать компенсаторные фотозащитные механизмы автотрофных одноклеточных водорослей, что предполагает интенсивный синтез каротиноидов [4].

**Цель работы** – описание влияния дозированного УФ-излучения на процесс культивирования одноклеточных водорослей *C. sorokiniana*, морфологическое состояние популяции микроводорослей и содержание каротиноидов в полученной биомассе.

## Материалы и методы

Для исследования использовали *C. sorokiniana* (штамм 211–8к) из коллекции водорослей университета Гёттингена (Culture Collection of Algae at Göttingen University, international acronym SAG). Культивирование проводили в лабораторном биореакторе цилиндрической формы объемом 0,5 л [5, 6] с использованием универсальной питательной среды, содержащей все необходимые макро- и микроэлементы [7].

Перемешивание осуществляли барботированием воздухом с помощью компрессора Xilon AP-001, в режиме 1,5 л/мин. Температурный диапазон культивирования 20–23 °С. Режимы освещенности «день-ночь» (16–8 ч.):

- вариант 1 – контроль, лампа дневного света (ФАР), интенсивность – 2500±200 Лк, Т(К) – 400;
- вариант 2 – УФ1, периодическое УФ-облучение в течение 15 мин в сутки ртутной газоразрядной лампой со спектральной областью светового потока 280–315 нм (УФ-В), интенсивность 1300 Лк. Дальнейшее освещение лампой дневного света (интенсивность – 2500±200 Лк, Т(К) – 400);
- вариант 3 – УФ2, освещенность лампой дневного света (интенсивность – 2500±200 Лк, Т(К) – 400),

ультрафиолетовое облучение в течение 30 мин (со спектральной областью светового потока 280–315 нм (УФ-В), интенсивность 1300 Лк) на завершающей фазе культивирования (стабилизации).

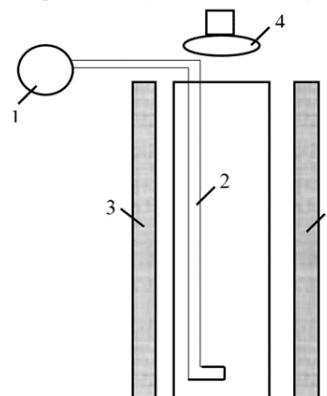


Рисунок 1. Лабораторный фотобиореактор для культивирования микроводоросли *C. sorokiniana*: 1 – насос-аэратор; 2 – трубка подачи воздуха; 3 – лампа дневного света; 4 – источник УФ-излучения

Figure 1. Laboratory photobioreactor for the cultivation of microalgae *C. sorokiniana*: 1 – pump-aerator; 2 – air supply tube; 3 – fluorescent lamp; 4 – UV radiation source

Культивирование проводили в двукратной повторности. Для определения концентрации клеток в суспензии во время культивирования водорослей была найдена линейная зависимость между значениями оптической плотности (при 750 нм, в кювете сравнения – питательная среда) и концентрацией клеток в суспензии. Концентрация клеток в суспензии была определена с помощью камеры Горьева, а оптическая плотность – на спектрофотометре Юнико 1201.

Для определения выхода сухой биомассы отделение жидкой фазы от биомассы проводили центрифугированием в режиме 5000 мин<sup>-1</sup> в течение 5 мин. с дальнейшим декантацией надосадочной жидкости. Биомасса в дальнейшем высушивалась на воздухе при 20–23 °С в темном месте. Содержание влаги в воздушно-сухой биомассе не превышало 2%.

Микроскопирование прижизненных препаратов суспензии микроводорослей проводили с помощью микроскопа МИКМЕД-6 с системой визуализации (АО «ЛОМО», Санкт-Петербург). Для обработки микрофотографий использовали программу микроанализ FOTO (АО «ЛОМО», Санкт-Петербург) и Levenguk (производитель «Levenhuk LabZZ»).

Для количественного анализа пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) в экстрактах биомассы использовали полосы поглощения пигментов в области 440, 649 и 664 нм и методику авторов [8, 9]. Характеристики состава пигментного комплекса в полученных экстрактах определяли по сумме пигментов и содержанию хлорофиллов и каротиноидов, соотношению хлорофиллов *a* и *b*.

## Результаты и обсуждение

На начало культивирования концентрация клеток в культуральной среде – 4,6 млн кл./мл (рисунок 2). Лаг-фаза не выражена или составляет не более 1 сут во всех вариантах эксперимента.

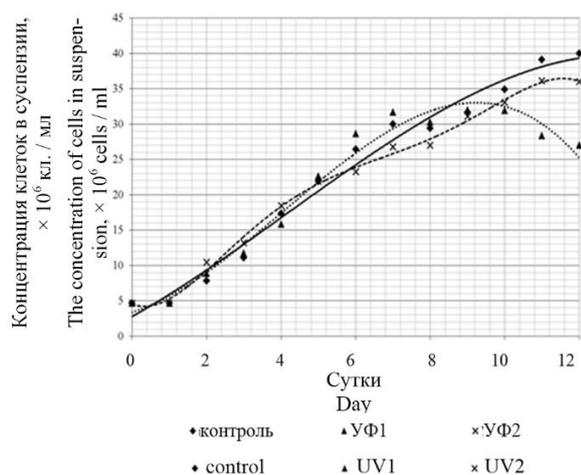


Рисунок 2. Кривые культивирования *C. sorokiniana* в различных условиях освещенности: контроль – освещение лампами дневного света; УФ1 – периодическое воздействие ультрафиолетовым излучением; УФ2 – воздействие ультрафиолетом в фазу стабилизации

Figure 2. Curves of cultivation of *C. sorokiniana* in various lighting conditions: control – fluorescent lighting; UV1 – periodic exposure to ultraviolet radiation; UV2 – exposure to ultraviolet light in the depletion phase)

В контрольном и УФ2 вариантах фаза интенсивного роста составляет 10–11 сут, и сокращена до 8–9 сут в варианте УФ1. Отмечено изменение цвета суспензии водорослей в фазе стабилизации в варианте УФ2, она приобретает желтый оттенок.

На рисунке 3 изображен выход сухой биомассы, полученной в ходе культивирования при разных условиях освещенности.

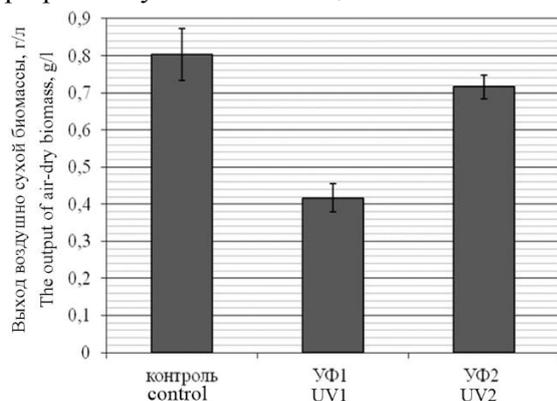


Рисунок 3. Выход воздушно-сухой биомассы *C. sorokiniana*, полученной при культивировании в различных условиях освещенности: УФ1 – периодическое ультрафиолетовое воздействие; УФ2 – воздействие ультрафиолетом в фазу стабилизации

Figure 3. The yield of air-dry biomass obtained during cultivation under various lighting conditions: UV1 – periodic ultraviolet exposure; UV2 – exposure to ultraviolet in the stabilization phase

При однократном воздействии УФ-облучения (вариант УФ2) выход биомассы достоверно не отличается от контрольного варианта,

а при периодическом УФ-облучении (вариант УФ1) приводит к существенному снижению выхода биомассы в среднем на 48%. Анализ кривой культивирования показал, что уменьшение содержания биомассы происходит в заключительную фазу культивирования после 9 сут.

На рисунке 4 представлен спектр поглощения пигментного комплекса, экстрагированного 96%-ным этанолом (ГОСТ 5962–2013). При анализе спектров поглощения отмечено две полосы поглощения в сине-фиолетовой области 380–500 нм и в красной области 640–670 нм. Пики при 420 (1) и 664 нм (5) соответствуют хлорофиллу *a* [10]. Хлорофиллу *b* соответствуют пики 453, 649 нм, плечо (4) при 420 нм описано для протохлорофилла [11]. Для каротиноидов отмечена полоса поглощения в области 420–480 нм, пики 440,5 (2) и 470 нм (3) описаны для каротиноидов.

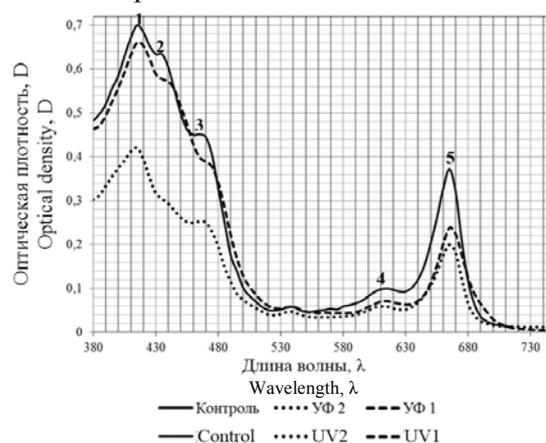


Рисунок 4. Спектр поглощения этанольных экстрактов пигментов из воздушно-сухой биомассы *C. sorokiniana*, полученной при культивировании в различных условиях освещенности: контроль; УФ1 – периодическое ультрафиолетовое воздействие; УФ2 – воздействие ультрафиолетом в фазу стабилизации

Figure 4. Absorption spectrum of ethanol extracts of pigments from air-dry biomass *C. sorokiniana* obtained by cultivation under various lighting conditions: control; UV1 – periodic ultraviolet exposure; UV2 – exposure to ultraviolet light in the stabilization phase.

В таблице 1 представлены данные по содержанию пластидных пигментов в воздушно-сухой биомассе полученных образцов в различных условиях освещенности при культивировании микроводорослей *C. sorokiniana*.

Наибольшее содержание суммы пигментов отмечено для контрольного варианта, в вариантах с УФ-облучением отмечено уменьшение содержания суммы пигментов в среднем на 26,9% (вариант УФ1) и на 8,5% (вариант УФ2). В вариантах с УФ-облучением отмечено наиболее существенное снижение содержания вспомогательного хлорофилла *b*, соответственно увеличилось соотношение  $Ch\ a/Ch\ b$ .

Таблица 1.  
Содержание пластидных пигментов в образцах воздушно-сухой биомассы *C. sorokiniana*

Table 1.

Plastid pigment content in air-dried biomass samples of *C. sorokiniana*

Содержание пигментов, мг/г сухой биомассы The pigment content, mg/g dry biomass	Образцы биомассы, полученные в различных условиях культивирования Biomass samples obtained under various cultivation conditions		
	Контроль Control	УФ 1 UV 1	УФ 2 UV 2
Хлорофилл <i>a</i>   Chlorophyll <i>a</i>	14,78±0,21	9,94±0,23 **	13,89±0,45**
Хлорофилл <i>b</i>   Chlorophyll <i>b</i>	7,73±0,17	4,13±0,11 **	6,79±0,35**
Сумма каротиноидов   Sum of carotenoids	4,24±0,14	5,49±0,10 **	3,80±0,12**
Сумма пигментов   Pigment amount	26,76±0,31	19,56±0,37**	24,48±0,85**
Доля каротиноидов от суммы пигментов, % The proportion of carotenoids from the amount of pigments, %	15,84±0,44	28,10±0,37**	15,60±0,42**
Соотношение хлорофиллов <i>a</i> / <i>b</i> The ratio of chlorophyll <i>a</i> / <i>b</i>	1,92±0,05	2,42±0,05**	2,06±0,05

Примечание: УФ1 – периодическое ультрафиолетовое воздействие; УФ2 – воздействие ультрафиолетом в фазу стабилизации, \*\* – достоверные отличия при уровне вероятности 0,99.

Note: UV1 – periodic ultraviolet exposure; UV2 – exposure to ultraviolet light in the stabilization phase, \*\* – significant differences at a probability level of 0.99.

Длительное УФ-облучение вызывает фотоповреждение белков и фосфолипидов плазматических мембран: окисление липидов мембран по свободнорадикальному механизму с образованием гидропероксидов с последующим их фотохимическим расщеплением и получением стабильных конечных продуктов. Ранее было показано, что влияние острых доз УФ-излучения на клетки водорослей сопровождается повышением уровня защитной антиоксидантной активности водорослей [12].

В большинстве случаев фотоповреждения являются следствием генерации избытка триплетно возбужденного Хл, способного взаимодействовать с O<sub>2</sub> – продуктом окислительного фотосинтеза. В результате образуются химически реактивные формы синглетного O<sub>2</sub>. Фотопротекторная роль Хл зависит от функции ПБК. Другой способ заключается в эффективном переносе энергии от триплетно возбужденного Хл на каротиноиды, которые рассеивают энергию в виде тепла [3].

Каротиноиды в ряде случаев являются важным структурным элементом трансмембранных комплексов, которые наряду с другими компонентами обеспечивают стабильность их структуры и эффективное выполнение комплексами их основной функции при фотосинтезе [14].

Фотозащитная функция каротиноидов связана со способностью их гасить энергию

возбуждения электрона за счет делокализации электрона сопряженной системой связей [14].

Периодическое УФ-облучение приводит к усилению каротиногенеза. В биомассе возрастало содержание суммы каротиноидов по сравнению с контролем в среднем на 29,5%, при более длительном однократном воздействии УФ-облучения в фазу стабилизации наблюдается уменьшение содержания суммы каротиноидов в среднем на 10,4%.

На рисунке 5 представлена микроскопическая картина популяции клеток *C. sorokiniana* в фазу стабилизации, полученных при периодическом (УФ1) и однократном длительном УФ-облучении (УФ2).

При исследовании прижизненных препаратов (в 10 полях зрения) в вариантах УФ1 (рисунок 5 б) и УФ2 (рисунок 5 с) отмечали появление обесцвеченных клеток с большой вакуолью и ядром с конденсированным хроматином, морфологически измененные клетки были крупнее остальных. Также отмечали образование флюков, способствующих седиментации клеток.

По литературным данным появление морфологически измененных клеток с крупными вакуолями, разрушенным хлорофиллом характерно для клеток при воздействии температурного и осмотического стрессового фактора, а также при УФ-облучении, что характерно для апоптоза [15, 16].

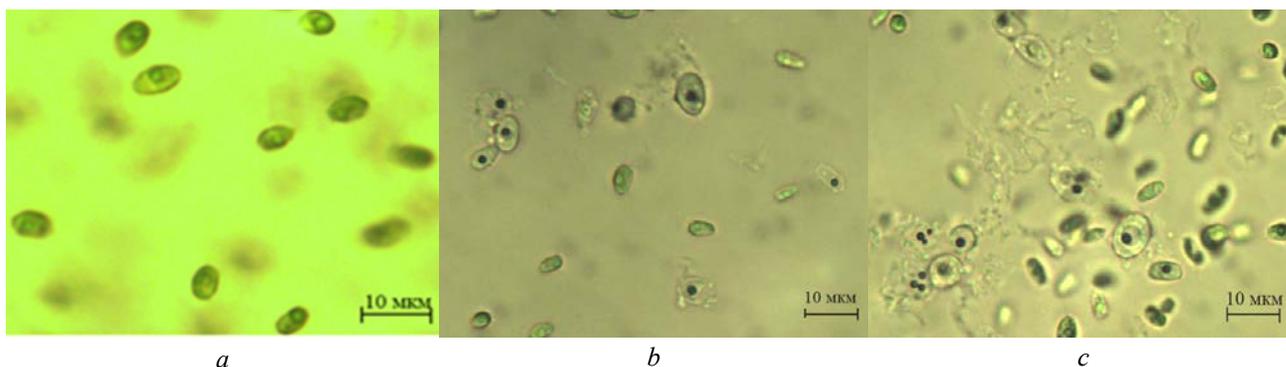


Рисунок 5. Микроскопическая картина популяций *C. sorokiniana* в фазу стабилизации, полученных в разных условиях культивирования: *a* – контроль; *b* – периодическое ультрафиолетовое воздействие; *c* – воздействие ультрафиолетом в фазу стабилизации

Figure 5. Microscopic picture of *C. sorokiniana* populations in the stabilization phase obtained under different cultivation conditions: *a* – control; *b* – periodic ultraviolet exposure; *c* – exposure to ultraviolet light in the stabilization phase

### Заклучение

Таким образом, при периодическом УФ-облучении наблюдается снижение количества клеток водорослей в суспензии на 9-е сут, соответственно и выход биомассы существенно снижается по сравнению с контролем. Однократное УФ-облучение в течение 30 мин приводит к незначительному снижению выхода воздушно-сухой биомассы, что при дальнейшем росте популяции может быть скомпенсировано.

Периодическое УФ-облучение приводит к активации каротиногенеза, выход суммы каротиноидов в пересчете на сухую биомассу превышает контрольный вариант в среднем на 30%.

Однократное ультрафиолетовое облучение в течение 30 мин в фазу стабилизации приводит к снижению содержания в биомассе как хлорофилла, так и каротиноидов.

Микроскопическое исследование популяций микроводоросли показало, что УФ-облучение приводит к появлению клеток с признаками апоптоза: крупные клетки с большими вакуолями, конденсированным ядром, обесцвеченным хлоропластом.

Дальнейшим направлением исследования является подбор условий, позволяющих увеличить выход каротиноидов при минимальных потерях биомассы микроводорослей.

### Литература

- 1 Lizzul A.M., Lekuona-Amundarain A., Purton S., Cintra L. Campos Characterization of *Chlorella sorokiniana*, UTEX 1230 // Biology. 2018. № 7 (25). URL: www.mdpi.com/journal/biology
- 2 Belkoura M., Benider A., Dauta A. Influence de la température, de l'intensité lumineuse et du stade de croissance sur la composition biochimique de *Chlorella sorokiniana* Shihira & Krauss // Anns Limnol. 1997. № 33 (1). P. 3–11.
- 3 Дымова О.В., Головки Т.К. Фотосинтетические пигменты: функционирование, экология, биологическая активность // Известия Уфимского научного центра РАН. 2018. № 3 (4). С. 5–16.
- 4 Gracia L., Cianca K., Montero L. et al. Carotenoids production of the microalgae *Chlorella sorokiniana* response to stress induced by uv-a radiation // Sociedad Latinoamericana de biotecnologia ambiental y algal. 2015. P. 1–5.
- 5 Politaeva N., Smyatskaya Y., Trukhina E., Ovchinnikov F. Impact of various physical exposures on *Chlorella Sorokiniana* microalgae cultivation // International Journal of Applied Engineering Research. 2017. № 12 (21). P. 11488–11492.
- 6 Пат. № 2668162, RU, C12N 1/12, A01G 33/00, C12M 1/02, C12M 1/36, Способ культивирования микроводоросли *Chlorella* / Политаева Н.А., Базарнова Ю.Г., Кузнецова Т.А., Трухина Е.В., Смятская Ю.А. Патентообладатель: ФГАОУ ВО «СПбПУ». № 2017142638; Заявл. 06.12.2017; Оpubл. 26.09.2018, Бюл. № 27.
- 7 Crofcheck C., Shea A. et al. Influence of media composition on the growth rate of *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* utilized for CO<sub>2</sub> mitigation // J Biochem Tech. 2012. № 4 (2). P. 589–594.
- 8 Nayek S. Haque C.I., Nishika J., Suprakash R. Spectrophotometric Analysis of Chlorophylls and Carotenoids from Commonly Grown Fern Species by Using Various Extracting Solvents // Research Journal of Chemical Sciences. 2014. V. 4 (9). P. 63–69.
- 9 Пат. № 2695879, RU, A23J 3/20. Способ получения пигментного комплекса из биомассы одноклеточных водорослей рода *Chlorella* / Базарнова Ю.Г., Кузнецова Т.А., Смятская Ю.А. № 2018142406; Заявл. 01.12.2018; Оpubл. 29.07.2019, Бюл. № 22.
- 10 Tarchevskiy A. The main principles of photosynthesis. Edition of the Kazan State University. 150 p.
- 11 Булда О.В., Рассадина В.В., Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А. Спектрофотометрический метод определения содержания каротинов, ксантофиллов и хлорофиллов в экстрактах семян растений // Физиология растений. 2008. Т. 55. № 4. С. 604–611.
- 12 Али-заде Г.И. Влияние УФ-С и УФ-В излучений на первичные процессы фотосинтеза и каталазную активность в клетках *Dunaliella* // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 4. С. 18–25.
- 13 Москаленко А.А., Барышников В.В., Журавлева З.А. и др. Структурная роль каротиноидов в фотосинтезе // Информационный бюллетень РФФИ. Науки о земле. 1995. № 3.
- 14 Шашкина М.Я., Шашкин П.Н., Сергеев А.В. Каротиноиды как основа для создания лечебно-профилактических средств // Российский биотерапевтический журнал. 2009. Т. 8. № 4. С. 91–98.

- 15 Jimé'nez C., Capasso J.M., Charles L. Edelman C.L. et al. Different ways to die: cell death modes of the unicellular chlorophyte *Dunaliella viridis* exposed to various environmental stresses are mediated by the caspase-like activity DEVDase // Journal of Experimental Botany. 2009. V. 60. № 3. P. 815–828. doi:10.1093/jxb/ern330
- 16 Zuppin A., Gerotto C., Baldan B. Programmed Cell Death and Adaptation: Two Different Types of Abiotic Stress Response in a Unicellular Chlorophyte // Plant Cell Physiol. 2010. V. 51. № 6. P. 884–895. doi:10.1093/pcp/pcq069

## References

- Lizzul A.M., Lekuona-Amundarain A., Purton S., Cintra L. Campos Characterization of *Chlorella sorokiniana*, UTEX 1230. Biology. 2018. no. 7 (25). Available at: www.mdpi.com/journal/biology
- Belkoura M., Benider A., Dauta A. Influence of temperature, light intensity and growth stage on the biochemical composition of *Chlorella sorokiniana* Shihira & Krauss. Annls Limnol. 1997. no. 33 (1). pp. 3–11. (in French).
- Dymova O.V., Golovko T.K. Photosynthetic pigments: functioning, ecology, biological activity. Bulletin of the Ufa Scientific Center for Wounds. 2018. no. 3 (4). pp. 5–16. (in Russian).
- Gracia L., Cianca K., Montero L. et al. Carotenoids production of the microalgae *Chlorella sorokiniana* response to stress induced by uv-a radiation. Sociedad Latinoamericana de biotecnología ambiental y algal. 2015. pp. 1–5.
- Politaeva N., Smyatskaya Y., Trukhina E., Ovchinnikov F. Impact of various physical exposures on *Chlorella Sorokiniana* microalgae cultivation. International Journal of Applied Engineering Research. 2017. no. 12 (21). pp. 11488–11492.
- Politaeva N.A., Bazarnova Yu.G., Kuznetsova T.A., Trukhina E. V., Smyatskaya Yu.A. Method for the cultivation of microalgae *Chlorella*. Patent RF, no. 2668162, 2018.
- Croftcheck C., Shea A. et al. Influence of media composition on the growth rate of *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* utilized for CO2 mitigation. J Biochem Tech. 2012. no. 4 (2). pp. 589–594.
- Nayek S. Haque C.I., Nishika J., Suprakash R. Spectrophotometric Analysis of Chlorophylls and Carotenoids from Commonly Grown Fern Species by Using Various Extracting Solvents. Research Journal of Chemical Sciences. 2014. vol. 4 (9). pp. 63–69.
- Bazarnova Yu.G., Kuznetsova T.A., Smyatskaya Yu.A. A method of obtaining a pigment complex from the biomass of unicellular algae of the genus *Chlorella*. Patent RF, no. 2695879, 2019.
- Tarchevskiy A. The main principles of photosynthesis. Edition of the Kazan State University. 150 p.
- Bulda O.V., Rassadina V.V., Alekseychuk G.N., Laman N.A. Spectrophotometric method for determining the content of carotenes, xanthophylls and chlorophylls in plant seed extracts. Plant Physiology. 2008. vol. 55. no. 4. pp. 604–611. (in Russian).
- Ali-zade G.I. The influence of UV-C and UV-B radiation on the primary processes of photosynthesis and catalase activity in *Dunaliella* cells. Modern problems of science and education. 2009. no. 4. pp. 18–25. (in Russian).
- Moskalenko A.A., Baryshnikov V.V., Zhuravleva Z.A. et al. Structural role of carotenoids in photosynthesis. RFBR Newsletter. Earth sciences. 1995. no. 3. (in Russian).
- Shashkina M.Ya., Shashkin P.N., Sergeev A.V. Carotenoids as the basis for the creation of therapeutic and prophylactic agents. Russian biotherapeutic journal. 2009. no. 4. vol. 8. pp. 91–98. (in Russian).
- Jimé'nez C., Capasso J.M., Charles L. Edelman C.L. et al. Different ways to die: cell death modes of the unicellular chlorophyte *Dunaliella viridis* exposed to various environmental stresses are mediated by the caspase-like activity DEVDase. Journal of Experimental Botany. 2009. vol. 60. no. 3. pp. 815–828. doi:10.1093/jxb/ern330
- Zuppin A., Gerotto C., Baldan B. Programmed Cell Death and Adaptation: Two Different Types of Abiotic Stress Response in a Unicellular Chlorophyte. Plant Cell Physiol. 2010. vol. 51. no. 6. pp. 884–895. doi:10.1093/pcp/pcq069

## Сведения об авторах

**Татьяна А. Кузнецова** к.б.н., доцент, институт биомедицинских систем и биотехнологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Новороссийская, 48, г. Санкт-Петербург, 184021, Россия, kuznetsova.ta1@spbstu.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-0162-0896>

**Мария С. Никитина** магистр, институт биомедицинских систем и биотехнологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Новороссийская, 48, г. Санкт-Петербург, 184021, Россия, emelia211112@gmail.com  
 <https://orcid.org/0000-0002-9642-8372>

**Анна Д. Севастьянова** ассистент, институт биомедицинских систем и биотехнологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Новороссийская, 48, г. Санкт-Петербург, 184021, Россия, sevast\_ad@spbstu.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8972-5424>

## Вклад авторов

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

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Tatiana A. Kuznetsova** Cand. Sci. (Biol.), associate professor, Institute of Biomedical Systems and Biotechnology, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, st. Novorossiyskaya, 48, St. Petersburg, 184021, Russia, kuznetsova.ta1@spbstu.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-0162-0896>

**Maria S. Nikitina** master student, Institute of Biomedical Systems and Biotechnology, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, st. Novorossiyskaya, 48, St. Petersburg, 184021, Russia, emelia211112@gmail.com  
 <https://orcid.org/0000-0002-9642-8372>

**Anna D. Sevastyanova** assistant, Institute of Biomedical Systems and Biotechnology, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, st. Novorossiyskaya, 48, St. Petersburg, 184021, Russia, sevast\_ad@spbstu.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8972-5424>

## Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

---

Поступила 12/11/2019

После редакции 21/11/2019

Принята в печать 02/12/2019

---

Received 12/11/2019

Accepted in revised 21/11/2019

Accepted 02/12/2019

---

## Корреляционный анализ уровня биологических рисков

Александра И. Новак<sup>1</sup> marieta69@mail.ru  0000-0003-0345-7316  
Юлия О. Ляшук<sup>2</sup> ularzn@mail.ru  0000-0002-3612-1707

1 Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, ул. Шевченко, 34, г. Рязань, Россия  
2 Московский университет имени С.Ю. Витте (филиал в г. Рязань), Первомайский проспект, 62, г. Рязань, Россия

**Аннотация.** Дан анализ и оценка уровня биологических рисков при производстве и переработке продуктов питания. Сбор и анализ информации об эпидемиологической и эпизоотологической ситуации проводился по Рязанской области. Результаты исследований могут быть использованы медицинскими и ветеринарными учреждениями, а также предприятиями АПК региона. Динамику и уровень биологических рисков проанализировали за 10 лет. Сделали вывод о том, что в соответствии с эпидемиологической и эпизоотической обстановкой из 30 зарегистрированных за 10 лет на территории Рязанской области факторов биологического риска очень высокий уровень у 3,33% рассмотренных факторов (микобактерии туберкулёза - *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *M. avium*), факторы с высоким уровнем риска отсутствуют, средний уровень риска имеют 13,33% рассмотренных факторов (*Staphylococcus aureus*, гельминты подсемейства *Echinococcinae*, *Ascaris lumbricoides* и *Enterobius vermicularis*), низкий уровень риска характерен для 33,34%, очень низкий - для 50%. По результатам исследований медицинскими и ветеринарными учреждениями области разрабатывается комплекс мероприятий по их минимизации и контролю: проведение диагностических (в том числе лабораторных исследований), карантинных, лечебно-профилактических, дезинфекционных, дератизационных и дезинсекционных мероприятий.

**Ключевые слова:** биологические риски, инфекционные заболевания, паразитарные заболевания, биологическая безопасность, пищевые продукты, микробиологическая безопасность

## Biological risk correlation analysis

Aleksandra I. Novak<sup>1</sup> marieta69@mail.ru  0000-0003-0345-7316  
Yuliya O. Lyashchuk<sup>2</sup> ularzn@mail.ru  0000-0002-3612-1707

1 Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlova  
2 Moscow University named after S.Y. Witte (Ryazan branch)

**Abstract.** Analysis and assessment of the level of biological risks in the production and processing of food. The collection and analysis of information about the epidemiological and epizootological situation was carried out in the Ryazan region. Research results can be used by medical and veterinary institutions, as well as agricultural enterprises in the region. The dynamic and level of biological risks were analyzed over 10 years. It is concluded that, in accordance with the epidemiological and epizootic situation, out of 30 registered over 10 years in the Ryazan Region, biological risk factors are very high in 3.33% of the considered factors (*Mycobacterium tuberculosis* - *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *M. avium*), there are no high-risk factors, 13.33% of the considered factors have an average risk level (*Staphylococcus aureus*, subfamily helminths, echinococci, *Ascaris lumbricoides* and *Enterobius vermicularis*), a low risk level is typical for 33.34%, very low - for 50%. According to the results of research, medical and veterinary institutions are developing a set of measures to minimize and control them: conducting diagnostic (including laboratory tests), quarantine, treatment and prophylactic, disinfection, deratization and disinsection measures.

**Keywords:** biological risks, infectious diseases, parasitic diseases, biological safety, food products, microbiological safety

### Введение

За последние десятилетия возросла доля смертности в мире из-за инфекционных и паразитарных заболеваний, которые передаются алиментарным путём. Например, от пищевых токсикоинфекций (ПТИ) и острых кишечных инфекций (ОКИ) в 2018 г. умерло около 1,8 млн чел. [4, 5].

### Объекты и методы

В организм возбудители инфекционных и паразитарных заболеваний попадают, когда

нарушены ветеринарно-санитарные гигиенические правила на этапах изготовления и употребления продуктов питания. Это может быть приемка растительного и животного сырья, содержащего возбудителей заболеваний или их токсины, или заражение продукции в ходе переработки, упаковки, транспортировки и хранения и т.д. Для снижения ОКИ и ПТИ нужно проводить постоянный мониторинг уровня биологических рисков при производстве и переработке продуктов [3].

Для цитирования

Новак А.И., Ляшук Ю.О. Корреляционный анализ уровня биологических рисков // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 40–45. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-40-45

For citation

Novak A.I., Lyashchuk Yu.O. Biological risk correlation analysis. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 40–45. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-40-45

Проанализировали уровень биологического риска для Рязанской области. Полученными результатами могут воспользоваться медицинские и ветеринарные учреждения, а также предприятия АПК.

Проанализировали динамику эпидемиологической и эпизоотической ситуации в регионе, привели суммарную оценку риска по всем параметрам и сделали корреляционный анализ уровней риска. Шкала риска по Рязанской области следующая: до 1 балла – очень низкий уровень риска; от 1 до 6 баллов – низкий уровень риска; от 6 до 12 баллов – средний

уровень риска; от 12 до 20 баллов – высокий уровень риска; выше 20 баллов – очень высокий уровень риска [1].

Из 30 зарегистрированных за 10 лет на территории Рязанской области факторов биологического риска [2], очень высокий уровень имеют 3,33 % (микобактерии туберкулёза), высокий уровень риска отсутствует, средний уровень риска имеют 13,33 % (*Staphylococcus aureus*, гельминты подсемейства *Echinococcine*, *Ascaris lumbricoides* и *Enterobius vermicularis*), низкий уровень – 33,34 %, очень низкий – 50 % (таблица 1, рисунок 1).

Количественная оценка факторов биологического риска на региональном уровне для предприятий АПК Рязанской области в 2018 г.

Таблица 1.

Quantitative assessment of biological risk factors at the regional level for agricultural enterprises of the Ryazan region in 2018

Table 1.

Факторы риска   Risk factors	Эпидемиологический уровень риска, $Y_{эпид}$   Epidemiological level of risk, $L_{эпид}$	Эпизоотический уровень риска, $Y_{эпиз}$   Epizootic level of risk, $L_{эпиз}$	Региональный уровень риска, $Y_{рег}$   Regional level of risk, $L_{рег}$	
			Баллы Points	Группа Group
1	2	3	4	5
<i>Hymenolepis nana</i>	0,001	0	0,001	Очень низкий уровень риска Very low level of risk
<i>Cryptosporidium parvum</i>	0,001	0	0,001	
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,001	0	0,001	
<i>Entamoeba histolytica</i>	0,002	0	0,002	
<i>Strongyloides stercoralis</i>	0,002	0	0,002	
<i>Toxoplasma gondii</i>	0,006	0	0,006	
<i>Trichocephalus trichiuris</i>	0,007	0	0,007	
<i>Helminths genus Diphylobothrium (D. latum)</i>	0,008	0	0,008	
<i>Bacterium genus Campylobacter (C. coli, C. jejuni, C. intestinalis, C. upsaliensis, C. lari, C. fetus, C. sputorum)</i>	0,009	0	0,009	
<i>Bacterium genus Proteus (P. vulgaris, P. mirabilis)</i>	0,009	0,016	0,025	
<i>Helminths genus Opisthorchis (O. felineus, O. viverrini)</i>	0,041	0	0,041	
<i>Helminths genus Trichinella (T. spiralis, T. pseudospiralis)</i>	0,003	0,047	0,050	
<i>Taeniarhynchus saginatus</i>	0,004	0,063	0,067	
<i>Bacterium genus Shigella (S. dysenteriae, S. boydii, S. flexneri, S. sonnei)</i>	0,539	0	0,539	
<i>Hepatitis virus A (HAV) – Ortohepadnavirus genus Hepadnaviridae</i>	0,695	0	0,695	
<i>Bacterium genus Leptospira (L. icterohaemorrhagiae, L. canicola, L. hebdomadis, L. grippothyphosa, L. tarassovi, L. pomona)</i>	0,031	1,402	1,433	Низкий уровень риска Low level of risk
<i>Bacterium genus Yersinia (Y. enterocolitica, Y. pseudotuberculosis)</i>	2,000	0	2,000	
<i>Taenia solium</i>	2,006	0,013	2,019	
<i>Bacterium genus Salmonella (S. newport, S. agona, S. typhimurium, S. infantis, S. enterica, S. derby, S. enteritidis, S. london, S. typhi, S. paratyphi A, B)</i>	1,999	0,301	2,300	
<i>Norwalk - Norovirus genus Caliciviridae</i>	2,328	0	2,328	
<i>Francisella tularensis</i>	2,331	0	2,331	

Продолжение табл. 1 | Continuation of table 1

1	2	3	4	5
<i>Rotavirus genus Reoviridae</i>	2,896	0	2,896	Низкий уровень риска Low level of risk
<i>Helminths genus Fasciola (F. hepatica, F. gigantica)</i>	0	3,619	3,619	
<i>Diarrheagenic bacterium genus Escherichia coli, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter, Serratia</i>	3,085	1,045	4,130	
<i>Lambliа (Giardia) intestinalis</i>	4,510	0	4,510	
<i>Helminths Echinococcine (E. granulosus, E. multilocularis)</i>	2,008	4,296	6,304	Средний уровень риска Middle level of risk
<i>Staphylococcus aureus</i>	3,001	4,598	7,599	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	8,419	0	8,419	
<i>Enterobius vermicularis</i>	9,232	0	9,232	
<i>Mycobacterium tuberculosis, M. bovis, M. avium</i>	18,960	11,917	30,877	Очень высокий уровень риска Very tall level of risk

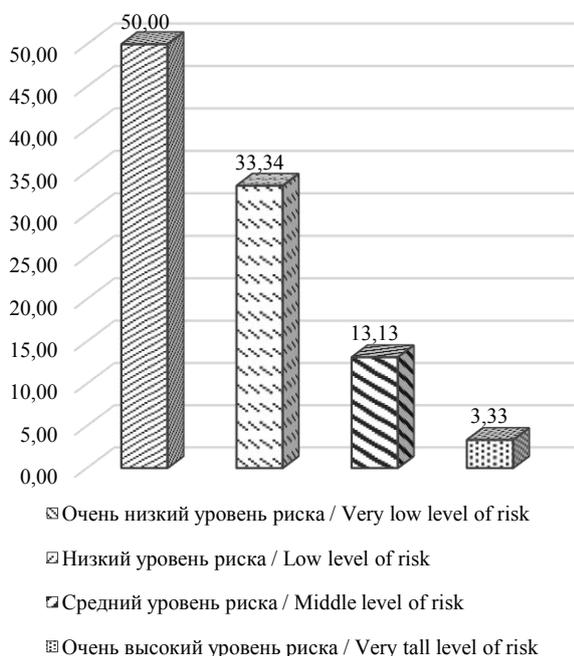


Рисунок 1. Уровни биологического риска по Рязанской области в 2018 г. (%)

Figure 1. Biological risk levels in the Ryazan region in 2018 (%)

Корреляционный анализ для уровня биологического риска выше среднего (зооантропонозы) проводили с помощью программы Excel. Зооантропонозы вызывают общие для людей и животных болезни. Может происходить перекрестное заражение через продукцию АПК.

**Обсуждение**

Рассмотрим *Staphylococcus aureus*. Региональный уровень риска – 7,599. Сначала построим графическую модель динамики биологического риска (рисунок 2).

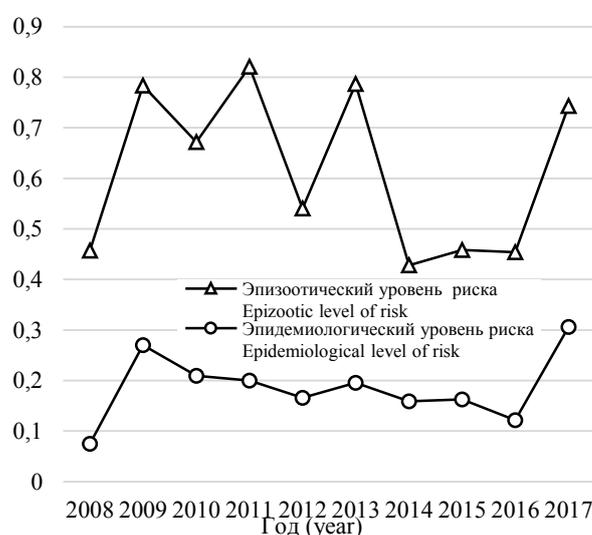


Рисунок 2. Динамика риска заражения *Staphylococcus aureus* по Рязанской области за 10 лет  
Figure 2. Dynamics of the risk of infection with *Staphylococcus aureus* in the Ryazan region over 10 years

Затем рассчитаем коэффициент корреляции r для показателей эпидемиологического и эпизоотического риска для *Staphylococcus aureus*:

$$\bar{x} = \sum x_i / n,$$

где  $\bar{x}$  – простая средняя арифметическая величина эпидемиологического риска;  $x_i$  – показатель эпидемиологического риска за конкретный год; n – количество лет;

$$\bar{y} = \sum y_i / n,$$

где  $\bar{y}$  – простая средняя арифметическая величина эпизоотического риска;  $y_i$  – показатель эпизоотического риска за конкретный год; n – количество лет;

$$r = \sum dx dy / \sqrt{(\sum (dx)^2 \times \sum (dy)^2)},$$

где  $dx = x_i - \bar{x}$ ,  $dy = y_i - \bar{y}$ .

Таблица 2.  
Динамика уровня риска заражения *Staphylococcus aureus* по Рязанской области за 10 лет

Table 2.  
Dynamics of the risk level of infection with *Staphylococcus aureus* in the Ryazan region over 10 years

Годы Years	Уровни риска   Levels of risk	
	Эпидемиологический уровень риска Epidemiological level of risk	Эпидемиологический уровень риска Epidemiological level of risk
2008	0,0751	0,3818
2009	0,2701	0,5137
2010	0,2094	0,4625
2011	0,1998	0,6210
2012	0,1656	0,3750
2013	0,1959	0,5910
2014	0,1590	0,2688
2015	0,1630	0,2956
2016	0,1218	0,3320
2017	0,3061	0,4370

Рассчитаны средние величины и коэффициент корреляции (таблица 3):

$$\bar{x} = (0,0751+0,2701+0,2094+0,1998+0,1656+0,1959+0,1590+0,1630+0,1218+0,3061) / 10 = 0,1866$$

$$\bar{y} = (0,3818+0,5137+0,4625+0,6210+0,3750+0,5910+0,2688+0,2956+0,3320+0,4370) / 10 = 0,4278$$

Таблица 3.  
Расчёт показателей корреляции для эпидемиологического и эпизоотического уровней риска для *Staphylococcus aureus* по Рязанской области за 10 лет

Table 3.  
Calculation of correlation indicators for epidemiological and epizootic risk levels for *Staphylococcus aureus* in the Ryazan region over 10 years

Годы   Years	x	y	dx	dy	(dx) <sup>2</sup>	(dy) <sup>2</sup>	dxdy
2008	0,0751	0,3818	-0,1115	-0,0460	0,0124	0,0021	0,0051
2009	0,2701	0,5137	0,0835	0,0859	0,0070	0,0074	0,0072
2010	0,2094	0,4625	0,0228	0,0347	0,0005	0,0012	0,0008
2011	0,1998	0,6210	0,0132	0,1932	0,0002	0,0373	0,0026
2012	0,1656	0,3750	-0,0210	-0,0528	0,0004	0,0028	0,0011
2013	0,1959	0,5910	0,0093	0,1632	0,0001	0,0266	0,0015
2014	0,1590	0,2688	-0,0276	-0,1590	0,0008	0,0253	0,0044
2015	0,1630	0,2956	-0,0236	-0,1322	0,0006	0,0175	0,0031
2016	0,1218	0,3320	-0,0648	-0,0958	0,0042	0,0092	0,0062
2017	0,3061	0,4370	0,1195	0,0092	0,0143	0,0001	0,0011
Средняя арифметическая   Arithmetic mean	0,1866	0,4278					
Сумма (Σ)   Amount (Σ)					0,0404	0,1295	0,0331

$$r = 0,0331 / \sqrt{(0,0404 \times 0,1295)} = 0,0331 / 0,0723 = 0,4578 \approx 0,5$$

Шкала оценки корреляции:  $r < 0,5$  – слабая взаимосвязь (низкий уровень опасности). Нет угрозы эпидемии. Необходим контроль за производством, транспортировкой и переработкой сырья и готовой продукции;

$0,5 \leq r < 0,75$  – средняя взаимосвязь (средний уровень опасности). Нет угрозы эпидемии на данный момент, но при росте динамики может быть индикатором возможных вспышек заболеваемости животных в хозяйствах. Важно регулярно мониторить данные о динамике биологического риска как на перерабатывающем предприятии, так и в хозяйствах-поставщиках сырьевой продукции животного происхождения;

$0,75 \leq r \leq 1$  – сильная взаимосвязь (высокий уровень опасности). Есть угроза эпидемии. Нужна аудиторская проверка на перерабатывающем предприятии и в хозяйствах-поставщиках. Если угроза распространения подтвердится, то сообщить в ветеринарные и эпидемиологические службы района или региона;

при  $r = 0,5$  существует средняя взаимосвязь уровней эпидемиологического и эпизоотического риска для *Staphylococcus aureus*. Это не несет угрозы эпидемии на данный момент, но при росте динамики может быть индикатором возможных вспышек заболеваемости, в том числе с распространением инфекции от животных как при непосредственном контакте, так и с продукцией АПК [6-10].

### Заключение

Данную методику могут использовать специалисты по работе с хозяйствами, менеджеры по закупкам сырья, специалисты по менеджменту качества и риск-менеджеры перерабатывающих предприятий, ветеринарные специалисты хозяйств, ветеринарных станций и инспекций,

медицинские специалисты учреждений санитарно-эпидемиологического надзора. Анализ может проводиться с периодичностью от 1 раза в месяц до 1 раза в год.

По результатам анализа уровня биологических рисков ветеринарными и медицинскими специалистами разрабатывается комплекс мероприятий по их минимизации и контролю.

### Литература

- 1 Кострова Ю.Б. К вопросу об управлении продовольственной безопасностью Рязанской области // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: материалы III Международной научной конференции. Донецк: ДонГУ, 2018. С. 303–305.
- 2 Новак А.И., Ляшук Ю.О. Анализ и оценка факторов риска бактериальной этиологии, значимых при производстве и переработке пищевой продукции // Современные аспекты биобезопасности продукции животноводства: материалы Всероссийской научно-практической конференции 16 октября 2018 года. Орёл: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2018. С. 82–90.
- 3 Carneau S., Martin N.I., Vederas J.C. Two-peptide bacteriocins produced by lactic acid bacteria // *Biochimie*. 2002. V. 84. P. 577–592.
- 4 Lee K. *Mitochondria and the Future of Medicine: The Key to Understanding Disease, Chronic Illness, Aging, and Life Itself*. Chelsea Green Publishing Co, 2018. 272 p.
- 5 Murray P.R. *Basic Medical Microbiology*. Elsevier Health Sciences, 2017. 240 p.
- 6 Yadav S. Correlation analysis in biological studies // *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*. 2018. V. 4. № 2. P. 116–121.
- 7 Porter J.R., Xie L., Challinor A.J., Cochrane K. et al. Food security and food production systems. 2017.
- 8 Garibaldi L.A., Gemmill-Herren B., D'Annolfo R., Graeb B.E. et al. Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security // *Trends in ecology & evolution*. 2017. V. 32. № 1. P. 68–80.
- 9 Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Рапопорт И.К., Шубочкина Е. и др. Популяционное здоровье детского населения, риски здоровью и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся: проблемы, пути решения, технологии деятельности // *Гигиена и санитария*. 2017. Т. 96. № 10.
- 10 Балдов Д.В., Суслов С.А. Методика расчета уровня продовольственной безопасности // *Вестник НГИЭИ*. 2016. № 1 (56).

### References

- 1 Kostrova Yu.B. On the issue of food safety management in the Ryazan region. *Donetsk Readings 2018: Education, Science, Innovation, Culture and the Challenges of the Present: materials of the III International Scientific Conference*. Donetsk, DSU, 2018. pp. 303–305. (Russian).
- 2 Novak A.I., Lyashchuk Yu.O. Analysis and assessment of risk factors of bacterial etiology, significant in the production and processing of food products. *Modern aspects of biosafety of livestock products: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference on October 16, 2018*. Orel, Orel GAU, 2018. pp. 82–90. (Russian).
- 3 Carneau S., Martin N.I., Vederas J.C. Two-peptide bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *Biochimie*. 2002. vol. 84. pp. 577–592.
- 4 Lee K. *Mitochondria and the Future of Medicine: The Key to Understanding Disease, Chronic Illness, Aging, and Life Itself*. Chelsea Green Publishing Co, 2018. 272 p.
- 5 Murray P.R. *Basic Medical Microbiology*. Elsevier Health Sciences, 2017. 240 p.
- 6 Yadav S. Correlation analysis in biological studies. *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*. 2018. vol. 4. no. 2. pp. 116–121.
- 7 Porter J.R., Xie L., Challinor A.J., Cochrane K. et al. Food security and food production systems. 2017.
- 8 Garibaldi L.A., Gemmill-Herren B., D'Annolfo R., Graeb B.E. et al. Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security. *Trends in ecology & evolution*. 2017. vol. 32. no. 1. pp. 68–80.
- 9 Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Rapoport I.K., Shubochkina E. et al. Population health of children, health risks and sanitary and epidemiological well-being of students: problems, solutions, technology. *Hygiene and sanitation*. 2017. vol. 96. no. 10.
- 10 Baldov D.V., Suslov S.A. Methodology for calculating the level of food security. *Bulletin NGIEI*. 2016. no. 1 (56).

### Сведения об авторах

**Александра И. Новак** д.б.н., кафедра микробиологии, Рязанский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова, ул. Шевченко, 34, г. Рязань, Россия, marieta69@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-0345-7316>

### Information about authors

**Aleksandra I. Novak** Dr. Sci. (Biol.), professor, microbiology department, Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlova, Shevchenko str., 34, Ryazan, Russia, marieta69@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-0345-7316>

**Юлия О. Лящук** доцент, кафедра бизнеса и управления, Московский университет имени С.Ю. Витте (филиал в г. Рязань), Первомайский проспект, 62, г. Рязань, Россия, ularzn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3612-1707>

**Yuliya O. Lyashchuk** associate professor, business and management department, Moscow University named after S.Yu. Witte (Ryazan branch), Pervomaisky avenue, 62, Ryazan, Russia, ularzn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3612-1707>

#### **Вклад авторов**

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

#### **Contribution**

Authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 07/11/2019	<b>После редакции</b> 18/11/2019	<b>Принята в печать</b> 29/11/2019
<b>Received</b> 07/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 18/11/2019	<b>Accepted</b> 29/11/2019

## Использование зеленой массы топинамбура вместе с пробиотическим комплексом «Энзимспорин» и сорбентом «Фунгистат-ГПК» в составе комбикормов для кроликов

Елена Е. Курчаева<sup>1</sup> [alena.kurchaeva@ya.ru](mailto:alena.kurchaeva@ya.ru)  0000-0001-5958-0909

<sup>1</sup> Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

**Аннотация.** Для оценки эффективности пробиотического препарата «Энзимспорин» вместе с травяной мукой из зеленой массы топинамбура при откорме молодняка кроликов было подобрано 200 кроликов (самцов) кроликов «Нурфарм» французской селекции в условиях промышленного комплекса ООО «Липецкий кролик», которые в возрасте 45 сут по методу групп – аналогов были разделены на 2 группы. Откорм проводили до возраста 105 сут. Кролики 1-й группы (контрольной) получали комбикорм без добавок, кроликам 2-й группы вводили дополнительно в комбикорм пробиотический препарат «Энзимспорин» 1,0 г/ кг комбикорма и сорбент – нейтрализатор токсинов «Фунгистат-ГПК» 2,0 г/кг комбикорма вместе с травяной мукой из зеленой массы топинамбура в оптимально подобранной дозировке 15% к массе комбикорма. По достижении возраста 105 сут кролики 1-й группы (контрольной) характеризовались живой массой, которая была меньше массы особей 2-й группы – на 284,0 г или 9,80 %. Сохранность поголовья в контрольной группе составила 90%, во 2-й группе 100%. Анализ морфологического состава тушек кроликов показал, что использование исследуемых кормовых добавок способствует более интенсивному росту мышечной ткани и повышению качественных показателей, пищевой ценности получаемого мясного сырья. Таким образом, препарат «Энзимспорин» вместе с травяной мукой из зеленой массы топинамбура является перспективным продуктом из ряда пробиотиков, применяемых в кормлении животных и позволяет повышать продуктивность и качество мяса кроликов.

**Ключевые слова:** кролики, комбикорм, пробиотический препарат, интенсивность роста, морфологический состав тушек

## The use of green mass of Jerusalem artichoke together with the “Enzimsporin” probiotic complex and the “Fungistat-GPK” sorbent as part of compound feeds for rabbits

Elena E. Kurchaeva<sup>1</sup> [alena.kurchaeva@ya.ru](mailto:alena.kurchaeva@ya.ru)  0000-0001-5958-0909

<sup>1</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 1, Michurina str., Voronezh, 394087, Russia

**Abstract.** To evaluate the effectiveness of the “Enzimsporin” probiotic preparation together with grass meal from Jerusalem artichoke green mass for feeding young rabbits, 200 French “Hypharm” rabbits (males) rabbits (males) were selected in the conditions of the “Lipetsk rabbit” LLC industrial complex, which are 45 days old on the principle groups – analogues were divided into 2 groups. Fattening was carried out until the age of 105 days. Rabbits of the 1st group (control) received mixed feed without additives, rabbits of the 2nd group were additionally injected with the probiotic preparation “Enzimsporin” 1.0 g/kg of mixed feed and a sorbent-toxin neutralizer “Fungistat-GPK” 2.0 g / kg mixed feed along with grass meal from green mass of Jerusalem artichoke in an optimally selected dosage of 15% by weight of the mixed feed. Upon reaching the age of 105 days, rabbits of the 1st group (control) were characterized by live weight, which was less than the weight of individuals of the 2nd group - by 284.0 g or 9.80%. The safety of the livestock in the control group was 90%, in the 2nd group 100%. An analysis of the morphological composition of rabbit carcasses showed that the use of the studied feed additives contributes to a more intensive growth of muscle tissue and an increase in the quality indicators and nutritional value of the obtained raw meat. Thus, the “Enzimsporin” preparation together with herbal flour from the green mass of Jerusalem artichoke is a promising product from a number of probiotics used in animal feeding and can increase the productivity and quality of rabbit meat.

**Keywords:** rabbits, feed, probiotic preparation, growth intensity, morphological composition of carcasses

### Введение

В современных условиях уделяется серьезное внимание безопасности продуктов питания [6, 8]. Одним из главных биологических рисков на кролеводческих предприятиях является высокая чувствительность поголовья к патогенной микрофлоре. Этот фактор во многом обусловлен высокой степенью концентрации поголовья на единицу площади и требует

сведение к минимуму размножения микрофлоры в организме животного. С этой целью широко применяют пробиотики в качестве кормовых добавок, которые благодаря продуцированию активных компонентов вытесняют антибиотики, не снижая при этом биологической ценности получаемого мясного сырья, а в ряде случаев даже способствуют улучшению его качественных показателей [3, 4, 10].

#### Для цитирования

Курчаева Е.Е. Использование зеленой массы топинамбура вместе с пробиотическим комплексом «Энзимспорин» и сорбентом «Фунгистат-ГПК» в составе комбикормов для кроликов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 46–52. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-46-52

#### For citation

Kurchaeva E.E. The use of green mass of Jerusalem artichoke together with the “Enzimsporin” probiotic complex and the “Fungistat-GPK” sorbent as part of compound feeds for rabbits. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 46–52. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-46-52

В настоящее время широко используются пробиотические препараты кормового назначения на основе культуры *Bac. subtilis* различного видового состава, используемой как биологический корректор гомеостаза [7, 9, 12–15]. Неизученным в отрасли кролиководства является пробиотический препарат «Энзимспорин», производимый в России и положительно зарекомендовавший себя в отрасли свиноводства и птицеводства. Пробиотический препарат «Энзимспорин» получен на основе штаммов бактерий *B. Subtilis* штамм ВКМ В-2998D, ВКМ В-3058 D и *B. Licheniformis* штамм В – 2999D с добавлением сухой молочной сыворотки, обладает ярко выраженной антагонистической активностью по отношению к *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella sp.* и др., а также обладает иммуномодулирующим действием (активирует макрофаги, стимулирует выработку интерферона, синтезирует иммуноглобулины, антитела при вакцинации), что способствует биологической защите; продуцирует пищеварительные ферменты – амилазу, липазу, протеазу, пектиназу, эндоглоконазу, ксиланазу и фитазу, что повышает усвояемость корма. В этой связи представляется актуальным изучение эффективности его действия на организм кроликов вместе с растительным сырьем, в том числе топинамбуром. Топинамбур отличается высокой урожайностью, неприхотливостью к почвенно-климатическим условиям и повсеместно выращивается как кормовая или продовольственная культура. Известно, что зеленая масса топинамбура характеризуется богатым составом питательных веществ, г/кг: сырой протеин – 17,95, сырой жир – 1,37, сырая клетчатка – 18,8, сырая зола – 6,83, безазотистые экстрактивные вещества – 39,24, а также аминокислоты аспарагиновой кислоты – 13,7, глютаминовой кислоты – 23,2, пролина – 10,6, валина – 8,0, лейцина – 11,7, фенилаланина – 7,4.

**Цель работы** – изучение эффективности комплексного использования пробиотического препарата "Энзимспорин", сорбента «Фунгистат-ГПК» и травяной муки из зеленой массы топинамбура в составе комбикорма для кроликов.

#### Материалы и методы

Для оценки влияния пробиотического препарата «Энзимспорин» при откорме молодняка кроликов было подобрано 200 кроликов (самцов) кроликов «Нурфарт» французской селекции, которые в возрасте 45 сут по методу групп-аналогов были разделены на 2 группы. В каждой группе было подобрано по 100 голов из клинически здоровых животных. Откорм проводили до возраста 105 сут. Исследования проводили в условиях промышленного комплекса ООО «Липецкий кролик» в 2019 г. В качестве основного рациона использовали комбикорм ПЗК-92,

полученный на основе зерновых культур, жмыха подсолнечника, пшеничных отрубей, травяной муки и премикса КВП П90–1К. Кролики 1-й группы (контрольной) получали комбикорм без добавок, кроликам 2-й группы вводили дополнительно в комбикорм пробиотический препарат «Энзимспорин» в дозировке 1,0 г/ кг комбикорма вместе с травяной мукой из зеленой массы топинамбура (15% к массе комбикорма). Выработку полнорационных гранулированных комбикормов проводили в условиях АО «ВЭКЗ» (г. Воронеж). Динамику живой массы учитывали индивидуальным взвешиванием. Для определения мясной продуктивности провели убой по 3 головы из каждой группы, оценку качества мяса проводили по стандартным методикам [1] в условиях научно-исследовательской базы ГНУ ВНИВИПФИТ Россельхозакадемии и центра коллективного пользования ВГУИТ (г. Воронеж).

Полученные результаты исследований обработаны методом вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса «Office» с применением программы.

#### Результаты

В условиях промышленного комплекса ООО «Липецкий кролик» были проведены опыты по определению оптимальной дозы изучаемого препарата вместе с травяной мукой из зеленой массы топинамбура на клинически здоровом поголовье кроликов французской селекции «Нурфарт» в соответствии с предложенной схемой откорма в течение 60 суток (с момента отсадки до убоя).

В качестве контрольного комбикорма был взят рецепт ПЗК-92, на базе которого разрабатывали опытную партию комбикорма с использованием программного модуля «КормОптима». В опытную партию комбикорма были введены кормовые добавки: пробиотический препарат «Энзимспорин» в дозировке 1,0 г на кг комбикорма, травяная мука из зеленой массы топинамбура 15% к массе комбикорма, а также сорбент – нейтрализатор токсинов «Фунгистат-ГПК» в дозировке 0,2% к массе комбикорма. Другие препараты, в том числе лечебные, в опытах не применялись.

Рецепты комбикормов даны в таблице 1. Выработка комбикормов была проведена в условиях АО «ВЭКЗ», г. Воронеж. Показатели качества выработанных комбикормов (таблица 2) соответствовали нормативных показателям [2, 5].

Опыт по скармливанию разработанного комбикорма, обогащенного пробиотическим комплексом «Энзимспорин» и сорбентом «Фунгистат-ГПК», был проведен для молодняка кроликов в возрасте 45 дней до 105 дней. Для получения данных по продуктивности кроликов и затратам комбикорма в натуральном выражении его расход ежедневно учитывали по группам кроликов и регулировали с учетом

поедаемости. Взвешивание кроликов проводили индивидуально каждые 15 сут.

Интенсивность роста молодняка кроликов представлена в таблице 3. Результаты контрольного убоя и морфологический состав тушек представлены в таблице 4.

Химический состав гомогената средней пробы мяса кроликов представлен в таблице 5, минеральный состав средней пробы мяса кроликов – в таблице 6, данные результатов аминокислотного состава мышечной ткани кроликов – в таблице 7.

Таблица 1.

## Рецепты комбикормов

Table 1.

## Recipes of compound feeds

Наименование компонента   The component name	Содержание в рецепте, % Content in the recipe, %	
	ПЗК-92-60-18 (контроль) PZC-92-60-18 (control)	ПЗК-92-65-18 PZC-92-65-18
Пшеница   Wheat	6,00	6,00
Ячмень   Barley	7,80	14,00
Меласса   Molasses	2,00	–
Гидролизат овса   Oat hydrolysate	–	2,00
Овес   Oat	8,00	11,30
Кукуруза   Corn	10,00	–
Отруби пшеничные   Wheat bran	15,00	15,00
Жмых подсолнечный   Sunflower cake	16,50	16,50
Шрот подсолнечный   Sunflower meal	8,00	8,00
Мука травяная люцерны   Alfalfa grass flour	20,0	5,00
Мука из зеленой массы топинамбура Flour from the green mass of Jerusalem artichoke	–	15,00
Мука мясная   Meat flour	3,00	3,00
Соль поваренная   Table salt	0,20	0,10
Фосфат обесфторенный   Fluorinated phosphate	1,40	1,40
Мел кормовой   Chalk stern	1,00	1,40
Пробиотический комплекс «Энзимспорин» Probiotic complex “Enzimsporin”	–	0,10
Сорбент «Карбитокс»   The Sorbent “Carbitox”	0,10	–
Сорбент «Фунгистат» ГПК   The sorbent “Fungistat” GPK	–	0,20
КВП П90-1К   KVP P90-1K	0,50	1,00

Таблица 2.

## Показатели качества использованных комбикормов

Table 2.

## Indicators of quality of the used compound feeds

Показатель Indicator	Норма по ГОСТ 32897-2014 The norm according to GOST 32897-2014	Комбикорм (контроль) (ПЗК-92-60-18) Mixed fodder (control) (PPC-92-60-18)	Комбикорм (ПЗК-92-65-18) Mixed fodder (PPC-92-65-18)
Обменная энергия, ккал / 100 г, не менее Exchange energy, kcal / 100 g, not less	215,00	233,0	242,0
Массовая доля:   Mass fraction:			
сырой клетчатки, %, не менее crude fiber, %, not less	11,50	11,55	11,50
сырого протеина, %, не менее crude protein, %, not less	18,40	18,38	18,41
кальция, %, не менее   calcium, %, not less	1,00	0,96	1,27
фосфора, %, не менее   phosphorus, %, not less	0,60	0,62	0,80
лизина, %, не менее   lysine, %, not less	0,60	0,59	0,62
метионин + цистин, %, не менее methionine + cystine, %, not less	0,57	0,59	0,66
золы, %, не более   ash, %, not more than	0,70	0,50	0,60

Таблица 3.

Интенсивность роста молодняка кроликов

Table 3.

The intensity of growth of young rabbits

Возраст, сут   Age, days	Группа   Group	
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (опытная) 2 <sup>nd</sup> group (experiment)
1	60,20 ± 0,11	61,20 ± 0,10
45	990, 0 ± 0,14	989 ± 0,23
60	1557,0 ± 21,47	1538,0 ± 21,24
75	2086,0 ± 11,40	2434,0 ± 16,22
90	2314,0 ± 17,04	2825 ± 11,31
105	2898,0 ± 20,17	3182,0 ± 21,09
В % к контролю   In % to control	100,0	109,79
Среднесуточный прирост, г   Average daily growth, g	31,80 ± 0,79	36,55 ± 0,74
В % к контролю   In % to control	100,0	114,93
Сохранность, %   Safety, %	90,00	100,0

Таблица 4.

Результаты контрольного убоя и морфологический состав тушек кроликов

Table 4.

Results of control slaughter and morphological composition of rabbit carcasses

Показатель   Indicator	Группа   Group	
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (опытная) 2 <sup>nd</sup> group (experiment)
Предубойная живая масса, г   Pre-slaughter live weight, g	2779,0 ± 11,14	3115,0 ± 18,57
Убойная масса тушки, г   Weight of carcass, g	1622,0 ± 20,11	1966,0 ± 21,17
В % по отношению к контролю   In % relative to control	100,0	113,74
Убойный выход, %   Slaughter yield, %	58,36 ± 0,38	63,13 ± 0,17
Масса жира – сырца, г   Weight of raw fat, g	118,00 ± 4,51	132,00 ± 3,12
Выход жира-сырца, %   The yield of crude fat, %	7,27 ± 0,55	6,71 ± 0,44
Масса парной тушки, г   Weight of a pair carcass, g	1504,00 ± 3,24	1864,00 ± 2,56
Масса охлажденной тушки, г   Weight of chilled carcass, g	1486,00 ± 7,22	1787,00 ± 9,40
Масса мякоти, г   The mass of the pulp, g	1205,00 ± 20,11	1510,00 ± 12,24
Выход мякоти, %   The output of pulp, %	81,09 ± 2,23	84,49 ± 3,48
Масса сухожилий и жилок, г   Mass of tendons and veins, g	44,00 ± 0,96	43,00 ± 1,14
Выход сухожилий и жилок, % The output of tendons and veins, %	2,96 ± 1,12	2,41 ± 2,07
Масса кости, г   Bone weight, g	237,00 ± 3,47	234,00 ± 5,11
Выход кости, %   The movement of the bones, %	15,95 ± 2,08	13,09 ± 0,57
Индекс мясности   Meat index	5,08 ± 0,18	6,45 ± 0,55

Таблица 5.

Химический состав гомогената средней пробы мяса кроликов

Table 5.

Chemical composition of average samples of the homogenate of rabbit meat

Массовая доля, % Mass fraction, %	Группа   Group	
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (опытная) 2 <sup>nd</sup> group (experiment)
Влаги   Moisture	74,31 ± 0,17	72,08 ± 0,22
Сухого вещества   Dry substances	25,69 ± 0,33	27,92 ± 0,28
Белка   Protein	19,40 ± 1,05	21,08 ± 0,34
Жира   Fat	5,27 ± 0,33	5,79 ± 0,22
Золы   Ash	1,02 ± 0,04	1,05 ± 0,22

Таблица 6.

Минеральный состав средней пробы мяса кроликов

Table 6.

Mineral composition of the medium sample of rabbit meat

Показатель Indicator	Группа   Group	
	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (опытная) Group 2 (experiment)
<i>Макроэлементы, мг   Macronutrients, mg</i>		
Натрий   Sodium	61,7	63,1
Магний   Magnesium	22,4	25,3
Кальций   Calcium	21,0	23,9
Калий   Potassium	344,0	350,0
Фосфор   Phosphorus	208,0	211,7
<i>Микроэлементы, мг   Trace elements, mg</i>		
Медь   Copper	0,14	0,16
Йод   Iodine	0,00102	0,00104
Фтор   Fluorine	0,061	0,064

Таблица 7.

Содержание незаменимых аминокислот мышечной ткани кролика, в мг / 1 г сырого протеина

Table 7.

Content of essential amino acids of rabbit muscle tissue, in mg / 1 g of crude protein, (n = 6)

Аминокислота   Amino acid	Идеальный белок, ФАО/ВОЗ (2011) Ideal protein, FAO/WHO (2011)	1-я группа (контрольная) Group 1 (control)	2-я группа (опытная) Group 2 (experiment)
Валин   Valine	40,00	48,00	46,25
Изолейцин   Isoleucine	30,00	57,00	70,30
Лейцин   Leucine	61,00	75,00	79,20
Лизин   Lysine	48,00	87,70	99,97
Метионин + цистин   Methionine + cysteine	23,00	41,80	43,72
Треонин   Threonine	25,00	53,90	59,30
Фенилаланин + тирозин Phenylalanine + tyrosine	41,00	80,00	85,40
Гистидин   Histidine	16,00	25,00	30,40
Триптофан   Tryptophan	6,60	11,10	12,45

### Обсуждение

Интенсивность роста отражает характер и уровень кормления поголовья молодняка кроликов (таблица 3). Установлено, что по достижении убойного возраста (105 сут) кролики контрольной группы характеризовались более низкой живой массой, в то время как в опытных группах данный показатель имел положительное увеличение (таблица 3).

Отмечено, что на 75-е сут кролики опытной группы превосходили значения контрольной группы на 348 г или 16,68%. К концу откормочного периода (105 сут) живая масса кроликов опытных групп превосходила значения контрольной группы на 284 г или 9,80%. Данные опытов свидетельствуют, что вводимые кормовые добавки оказывают положительное влияние на прирост живой массы.

За весь период проведения опыта наибольшая живая масса отмечалась у кроликов 2-й группы, получавшей в составе комбикорма пробиотический препарат «Энзимспорин» в дозировке 1,0 г/кг комбикорма вместе с травяной

мукой из зеленой массы топинамбура в количестве 15% и сорбентом «Фунгистат-ГПК» в дозировке 0,2% к массе комбикорма. Во 2-й группе за весь период откорма прирост живой массы кроликов достоверно превышал значение контрольной группы на 9,80%. Сохранность кроликов в опытных группах составила 100%, в контрольной – 90%, что связано с усилением общей резистентности организма, а соединения пробиотической природы, возможно, способствовали повышению физиологического статуса организма и нормализации процессов пищеварения и, как следствие, улучшению конверсии комбикорма.

Анализ морфологического состава тушек кроликов показал явное преимущество опытной группы над контрольной по увеличению массы мышечной ткани (таблица 4) на 305 г или 25,31%. Увеличение массы мышечной ткани, по-видимому, связано с увеличением трансформации питательных веществ кормового рациона на фоне применения пробиотического препарата «Энзимспорин» вместе с травяной мукой из зеленой массы топинамбура, а также с активизацией

выработки метаболитов с различной ферментативной активностью пробиотическим препаратом, что также способствовало более быстрому и значительному отложению питательных веществ в теле подопытных кроликов и повышению белковой составляющей мышечной ткани.

Сбалансированность рационов питания оказывает непосредственное влияние на химический состав мяса кроликов, формируя его пищевую и биологическую ценность [11].

Применение при кормлении кроликов пробиотической добавки "Энзимспорин", сорбента «Фунгистат-ГПК» и травяной муки из зеленой массы топинамбура способствовало повышению массовой доли белка в мышечной ткани и снижению массовой доли жира (таблица 5), что, по-видимому, связано с более высокой трансформацией питательных веществ комбикорма под действием пробиотического комплекса «Энзимспорин» в белковую составляющую мышечной ткани. Также максимальное количество зольных веществ было отмечено у кроликов опытной группы. Выгодно отличается в сторону увеличения содержание лизина, лейцина, валина, гистидина, фенилаланина (таблица 7).

Мясо кролика характеризуется способностью удовлетворять суточную потребность организма в основных питательных веществах и является перспективным сырьевым источником для получения группы функциональных продуктов питания, что подтверждается наличием в составе макро- и микроэлементов (таблица 6).

Проведенная органолептическая оценка мяса и бульона кроликов контрольной и опытных групп показала положительное влияние пробиотической кормовой добавки "Энзимспорин", сорбента «Фунгистат-ГПК» и травяной муки из зеленой массы топинамбура на формирование

вкусо-ароматического профиля как вареного мяса, так и бульона.

Наибольшей суммарной балльной оценкой характеризовались образцы вареного мяса и бульона, полученного от тушек кроликов опытной группы – 8,5 и 8,0 балла соответственно. Образцы вареного мяса и бульона, полученного от тушек кроликов контрольной группы, характеризовались более низкой оценкой, которая составила 7,6 и 7,4 балла соответственно.

В исследованиях по показателям конверсии корма наилучшие результаты были получены в опытной группе кроликов, получавших комбикорм с вводом пробиотического препарата «Энзимспорин» в дозировке 1,0 г на кг комбикорма с одновременным вводом травяной муки из зеленой массы топинамбура (15%) и сорбента «Фунгистат-ГПК» (0,2%) к массе комбикорма.

### Заключение

Использование пробиотического препарата «Энзимспорин» совместно с растительными добавками на основе топинамбура и сорбента «Фунгистат-ГПК» повышает сохранность, продуктивность объектов разведения, а также способствует повышению пищевой ценности получаемого мясного сырья, что позволяет рекомендовать данные композиции препаратов в составе рецептов комбикормов для внедрения на промышленных кролиководческих комплексах, что ведет к снижению себестоимости сельскохозяйственной продукции и повышению ее качества.

### Благодарности

Автор выражает благодарность ведущему научному сотруднику лаборатории инновационных препаратов рекомбинантной протеомики ФГБНУ «ВНИВИПФиТ» Михайлову Евгению Владимировичу за помощь в проведении исследований и ценные замечания.

### Литература

1. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.
2. ГОСТ 32897- 2014. Комбикорма для пушных зверей, кроликов и нутрий. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2016. 15 с.
3. Горлов И.Ф., Бараников В.А., Юрина Н.А., Омельченко Н.А. и др. Продуктивное действие комплекса пробиотических добавок // Аграрный научный журнал. 2014. № 11. С. 17–20.
4. Черненко Е.Н., Миронова И.В., Гизатов А.Я. Влияние скармливания препарата Биогумитель на убойные качества и морфологический состав туши кроликов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (48). С. 146–148.
5. Колотыгина И.А. Эффективность использования в кормлении пушных зверей сухих полнорационных комбикормов // Молодежь и наука. 2016. № 1. С. 64.
6. Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Kashirina N.A., Artemov E.S. et al. Probiotic preparation to increase meat productivity and physiological status of the rabbits // RJPBCS. 2018. № 9 (5). P. 2239–2247.
7. Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Derkanosova N.M., Kashirina N.A. et al. Meat productivity and quality of rabbit meat using probiotic additives and sorbents // RJPBCS. 2018. № 9 (6). P. 1386–1394.
8. Молоканова Л.В., Попова Я.А. Белковая ценность мяса кроликов как сырья для получения копчёных колбас // Перспективные научные исследования и разработки в кооперативном секторе экономики: материалы Международной научно-практической конференции в рамках ежегодных Чайановских чтений, 19 ноября 2015 г. Часть 2. Ярославль-Москва: Канцлер, 2015. С. 180–182.
9. Черненко Е.Н., Миронова И.В., Долженкова Г.М. Динамика линейного роста кроликов при включении в их рацион пробиотика «БИОГУМИТЕЛЬ» // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (32). С. 64–67.

10. Омельченко Н.Н., Лысенко А.А., Омельченко Н.А., Оsepчук Д.В. Использование отечественного пробиотика при выращивании кроликов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 53. С. 194–198.
11. Козлова Е.В., Малофеева Н.А. Ветеринарно-санитарная оценка и показатели безопасности мяса кроликов при применении пробиотика СУБТИЛИС-С // Инновационная наука. 2019. № 6. С. 198–202.
12. Egorov I.A., Vertiprakhov V.G., Manukyan V.A., Lenkova T.N. et al. The influence of a *Bacillus subtilis* probiotic on the cecal microbial communities, exocrine pancreatic function, and productivity parameters in broiler chicks // RJPBCS. 2019. № 10 (1). P. 944–950.
13. Bhatt R.S., Agrawal A.R., Sahoo A. Effect of probiotic supplementation on growth performance, nutrient utilization and carcass characteristics of growing chinchilla rabbits // Journal of Applied Animal Research. 2017. V. 45. № 1. P. 304–309.
14. Bogdanova O.V., Alekseeva L.V., Lukyanov A.A. Biologically active substance application efficiency for meat rabbit breeding // EurAsian Journal of BioSciences. 2018. V. 12. № 2. P. 431–435.
15. Secci G., Parisi G., Ferraro G., Fratini E. et al. Differential scanning calorimetry as a fast method to discriminate cage or free-range rabbit meat // Food Control. 2019. V. 104. P. 313–317.

### References

- 1 Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Methods of research of meat and meat products. Moscow, Kolos. 2001. 376 p. (in Russian).
- 2 State Standard 32897–2014. Feed For fur animals, rabbits and nutria. General specifications. Moscow, Standartinform, 2016. 15 p. (in Russian).
- 3 Gorlov I.F., Baranikov V.A., Yurina N.A., Omelchenko N.A. et al. Productive action of the complex of probiotic additives. Agrarian scientific journal. 2014. no. 11. pp. 17–20. (in Russian).
- 4 Chernenkov E.N., Mironova I.V., Gizatov A.J. Influence of feeding of the drug Biochemical on carcass quality and morphological composition of carcasses of rabbits. Proceedings of the Orenburg state agrarian University. 2014. no. 4 (48). pp. 146–148. (in Russian).
- 5 Kolotygina I.A. Efficiency of use in feeding of fur animals of dry full-fledged compound feeds. Youth and science. 2016. no. 1. pp. 64. (in Russian).
- 6 Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Kashirina N.A., Artemov E.S. et al. Probiotic Preparation To Increase Meat Productivity And Physiological Status Of the Rabbits. RJPBCS. 2018. no. 9 (5). pp. 2239–2247.
- 7 Kurchaeva E.E., Vostroilov A.V., Derkanosova N.M., Kashirina N.A. et al. Meat productivity and quality of rabbit meat using probiotic additives and sorbents. RJPBCS. 2018. no. 9 (6) pp. 1386–1394.
- 8 Molokanova L.V., Popova Ya.A. Protein value of rabbit meat as raw material for smoked sausages. Promising research and development in the cooperative sector of economies: proceedings of the International scientific and practical conference within the framework of the annual Chayanov readings, November 19, 2015. Part 2. Yaroslavl-Moscow, Chancellor, 2015. pp. 180–182. (in Russian).
- 9 Chernenkov E.N., Mironova I.V., Dolzhenkova G.M. Dynamics of linear growth of rabbits at inclusion in their diet of probiotic “Biogumitel”. Bulletin of the Bashkir state agrarian University. 2014. no. 4 (32). pp. 64–67. (in Russian).
- 10 Omelchenko N.N., Lysenko A.A., Omelchenko N.A., Osepchuk D.V. The use of domestic probiotic in the cultivation of rabbits. Proceedings of the Kuban state agrarian University. 2015. no. 53. pp. 194–198. (in Russian).
- 11 Kozlova E.V., Malofeeva N.A. veterinary and sanitary assessment and safety indicators of rabbit meat in the application of probiotic SUBTILIS-S. Innovative science. 2019. no. 6. pp. 198–202. (in Russian).
- 12 Egorov I.A., Vertiprakhov V.G., Manukyan V.A., Lenkova T.N. et al. The influence of a *Bacillus subtilis* probiotic on the cecal microbial communities, exocrine pancreatic function, and productivity parameters in broiler chicks. RJPBCS. 2019. no. 10 (1). pp. 944–950.
- 13 Bhatt R.S., Agrawal A.R., Sahoo A. Effect of probiotic supplementation on growth performance, nutrient utilization and carcass characteristics of growing chinchilla rabbits. Journal of Applied Animal Research. 2017. vol. 45. no. 1. pp. 304–309.
- 14 Bogdanova O.V., Alekseeva L.V., Lukyanov A.A. Biologically active substance application efficiency for meat rabbit breeding. EurAsian Journal of BioSciences. 2018. vol. 12. no. 2. pp. 431–435.
- 15 Secci G., Parisi G., Ferraro G., Fratini E. et al. Differential scanning calorimetry as a fast method to discriminate cage or free-range rabbit meat. Food Control. 2019. vol. 104. pp. 313–317.

### Сведения об авторах

**Елена Е. Курчаева** к.т.н., доцент, кафедра частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, alena.kurchaeva@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

### Вклад авторов

**Елена Е. Курчаева** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### Information about authors

**Elena E. Kurchaeva** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, private animal science department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, alena.kurchaeva@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

### Contribution

**Elena E. Kurchaeva** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

### Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 07/11/2019	После редакции 21/11/2019	Принята в печать 02/12/2019
Received 07/11/2019	Accepted in revised 21/11/2019	Accepted 02/12/2019

## Влияние условий обработки шкур толстолобика на структуру коллагена

Людмила В. Антипова <sup>1</sup>	antipova.L54@yandex.ru	ID 0000-0002-1416-029
Игорь В. Сухов <sup>1</sup>	Igorsuhov1@mail.ru	ID 0000-0002-8455-5710
Иван И. Котов <sup>2</sup>	vazaari@mail.ru	ID 0000-0002-2800-7306

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

2 ООО НПО "Велис", 356206, Ставропольский край, Шпаковский район, поселок Приозерный, Молодежная ул., 4

**Аннотация.** Инфракрасная (ИК) спектроскопия в настоящее время является одним из основных методов анализа и идентификации органических соединений. Метод основан на пропускании инфракрасного излучения через изучаемый объект, что влечет за собой возбуждение молекул, заставляя их совершать колебательные движения. Во время этого процесса наблюдается ослабление интенсивности света, проходящего через образец. Поглощение происходит на длинных волнах, энергия которых сопоставима с энергией возбуждения колебаний в изучаемых молекулах. Это свидетельствует о наличии в молекулах образцов или функциональных групп. Тем самым можно спрогнозировать и узнать о возможном строении вещества. Авторами исследования предложен способ получения коллагенсодержащей основы. Подбор концентрации органической кислоты дает возможность получения продукта с необходимыми характеристиками. Основной задачей проведения эксперимента является охарактеристика структурных изменений в коллагеновом волокне в процессе получения гидрата коллагена. Инфракрасные спектры получены на каждую стадию, начиная с исходного образца и заканчивая конечным гидратом коллагена. Сравнительная характеристика коллагеновых молекул исходного и конечных образцов позволяет сделать вывод, что агрессивная среда в процессе получения гидрата несколько не повреждает нативную структуру фибрилл коллагена. В процессе получения коллагеновых волокон происходит их разволокнение. В дальнейшем коллагеновые основы подвергали гомогенизированию в среде с дистиллированной водой, используя соотношение: одну часть массы обработанных шкур толстолобика и три части воды. Получая эмульсию, обладающую высокой гидрофильностью, что создает условия для применения в разных формах в пищевой, косметической и медицинской промышленности.

**Ключевые слова:** инфракрасная спектроскопия, коллаген, молекулы, пики поглощения

## Influence of silver carp skins processing conditions on collagen structure

Ludmila V. Antipova <sup>1</sup>	antipova.L54@yandex.ru	ID 0000-0002-1416-029
Igor V. Sukhov <sup>1</sup>	Igorsuhov1@mail.ru	ID 0000-0002-8455-5710
Ivan I. Kotov <sup>2</sup>	vazaari@mail.ru	ID 0000-0002-2800-7306

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 NPO "Veles", 356206, Stavropol territory, Shpakovsky district, village lakeside, Youth str., 4

**Abstract.** Infrared (IR) spectroscopy is currently one of the main methods for the analysis and identification of organic compounds. The method is based on passing infrared radiation through the object under study, which entails the excitation of molecules, forcing them to make oscillatory movements. During this process, a decrease in the intensity of light passing through the sample is observed. Absorption occurs at long waves, the energy of which is comparable with the excitation energy of vibrations in the molecules under study. This indicates the presence in the molecules of samples or functional groups. Thus, you can predict and find out about the possible structure of the substance. The authors of the study proposed a method for producing a collagen-containing base. The selection of the concentration of organic acid makes it possible to obtain a product with the necessary characteristics. The main objective of the experiment is to characterize the structural changes in the collagen fiber in the process of obtaining collagen hydrate. Infrared spectra were obtained at each stage, starting from the initial sample and ending with the final collagen hydrate. A comparative characteristic of the collagen molecules of the initial and final samples allows us to conclude that the aggressive medium in the process of hydrate production does not in the least damage the native structure of collagen fibrils. In the process of obtaining collagen fibers, they are released. Subsequently, the collagen bases were homogenized in a medium with distilled water, using the ratio: one part of the mass of processed silver carp skins and three parts of water. Obtaining an emulsion with high hydrophilicity, which creates the conditions for use in various forms in the food, cosmetic and medical industries.

**Keywords:** infrared spectroscopy, collagen, molecules, absorption peaks

### Введение

В настоящее время ощущается нехватка пористых материалов из коллагена, которые активно используются в медицине, косметологии и пищевой промышленности. Данные материалы должны обладать высокими показателями влагоемкости и при этом сохранять свойства природных биополимеров. Одним из таких материалов может быть коллаген – уникальный

белок соединительной ткани животных. Он отличается высоким содержанием глицина, гидроксипролина, пролина, которые придают ему жесткость и прочность. Относится к фибриллярным белкам, образуя волокнистый материал. Коллагены способны набухать в водных растворах благодаря наличию функциональных групп [1].

Наибольший интерес в этом отношении представляет рыбный коллаген, в частности

Для цитирования

Антипова Л.В., Сухов И.В., Котов И.И. Влияние условий обработки шкур толстолобика на структуру коллагена // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 53–57. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-53-57

For citation

Antipova L.V., Sukhov I.V., Kotov I.I. Influence of silver carp skins processing conditions on collagen structure. *Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]*. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 53–57. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-53-57

коллаген пресноводных рыб, благодаря особым реологическим свойствам, облегчающим его технологическую обработку (он более низкомолекулярный, чем коллаген животных, не требует обязательного гидролиза при переработке сырья, а материалы из него более эластичны). Однако данных о его взаимодействии с водой и водными средами недостаточно, а объект мало изучен. Кроме того, открытым остается вопрос о методах обработки коллагена для повышения его водопоглощающей способности.

В разное время разрабатывались различные способы получения и очистки коллагенсодержащих продуктов [2]. Но зачастую все методы включают в себя обработку сырья с использованием агрессивных сред или же основаны на применении ферментных препаратов, которые дорого стоят, что приводит к увеличению стоимости конечного продукта. В соответствии с поставленной задачей необходимо совершенствовать метод получения гидрата коллагена для достижения требуемых физико-химических показателей готового гидрата надлежащего качества, который сохраняет нативную форму и исключает денатурацию и деструкцию белковых фракций. Гидрат должен удовлетворять технологическим параметрам, необходимым для высушивания и получения губчатых коллагеновых основ с высоким показателем влагоемкости.

С помощью ИК-спектроскопии можно быстро и надежно определить наличие функциональных групп таких, как карбонильная, гидроксильная, карбоксильная, амидная, аминок-, циано-. Есть возможность определить непредельные фрагменты: двойные и тройные углерод-углеродные связи, ароматические или гетероароматические системы [5–6].

Цель исследования – идентификация структуры изменения кожи толстолобика в процессе обработки. На каждом этапе были изучены морфологические характеристики шкур, их спектры поглощения в инфракрасной области для оценки технологических параметров обработки.

### Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовались кожи рыб толстолобика. Рыбы вылавливали в осенний период массой 700–1500 г. Шкуры отделяли вручную в лабораторных условиях при предварительном снятии чешуи, отделении хвоста, головы, жабр, плавников, зачистки внутренней поверхности от жировых тканей и прирезей мышечной ткани.

Для дальнейшей обработки использовалась средняя часть шкуры. Сырье промывали водой, выдерживали в мыльном растворе 20–30 мин, затем промывали водой и заливали раствором перекиси

водорода 3% и щелочи 2 %, смесь выдерживали в течение 1 ч, затем промывали и заливали раствором органической кислоты 1,5%, после чего выдерживали не менее 3 сут.

Фиксация обеспечивает стабилизацию тканевых структур и их уплотнение, прекращает аутолиз, стабилизирует локализацию структур. Механизм действия фиксаторов основан на коагуляции белков и стабилизации липидов.

Для получения коллагеновой основы использовались следующие реактивы:

- кислота уксусная для пищевой промышленности по ГОСТ Р 55982–2014;
- раствор перекиси водорода по ГОСТ 177–88;
- гидроксид натрия по ГОСТ Р 55064–2012;
- мыло хозяйственное твердое 72% ГОСТ 30266–95;

На каждой стадии обработки шкура подвергалась исследованию ИК-спектроскопией. Структурные особенности по спектру поглощения в инфракрасной области идентифицировали на аппарате ИК-Фурье спектрометр МРА и Vertex 70. Фурье спектрометр МРА разработан для оптимизации работы и решения широкого спектра задач. Позволяет проводить исследования жидких образцов, работает в диапазоне 12 800–3 600 см<sup>-1</sup> [5].

### Результаты и обсуждения.

Для получения высушенного коллагена с сохранением пространственной структуры фибрилл необходимо получить гидрат коллагена с высокой вязкостью, меньшим гидромодулем и показателем pH, близким к нейтральному. Для решения данной задачи предлагается более глубокая очистка шкур и отделение более уплотненных участков шкур. Из строения плавников рыбы видно (рисунок 1), что в местах крепления и брюшной полости вид шкуры значительно отличается более плотной структурой. Для подтверждения данной гипотезы проведены гистоморфологические исследования.



Рисунок 1. Предпочтительные области шкуры для выделения коллагеновой основы

Figure 1. The preferred areas of the skin to highlight the collagen base

Как видно из рисунка 2, черным цветом даны области с более плотной структурой, которые следует убрать, а для дальнейшего исследования берутся области, выделенные красным цветом. В данной области шкура более однородна, меньше мышечной и соединительной ткани, чешуя отделяется легче. Для оптимизации получения коллагеновой основы были проведены исследования шкур толстолобика путем заливка по Ромейсу с модификацией:

- вместо бензол-парафина был толуол-парафин. Так быстрее растворяется;
- отмывка от парафина после нарезки была толуолом;
- толуольное просветление и потом заключение в раствор полистирола в толуоле 0,04% и запайка в полистирол.



Рисунок 2. Срез верхнего участка шкуры приплавниковой зоны

Figure 2. Cut the upper portion of the skin at the fin zone

Как видно на рисунке 2, линии фибрилл коллагена расположены равномерно, структура

уплотнена, что приведет в процессе выделения к более низкому разволокнению, поскольку требуется увеличение концентрации кислоты, чтобы разорвать межфибриллярные связи.

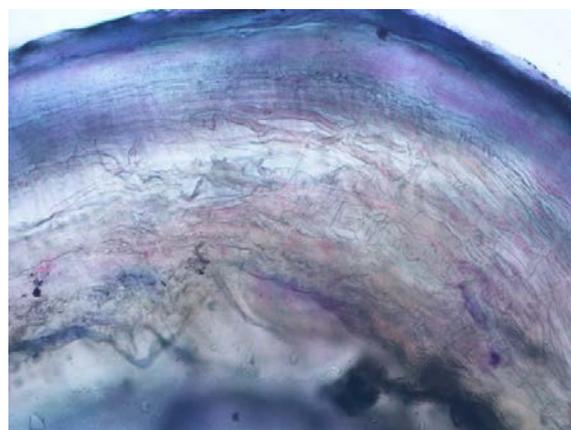


Рисунок 3. Срез среднего участка шкуры  
Figure 3. Cut the middle section of the skin

В средних участках шкур наблюдается менее плотное расположение коллагеновых волокон, нити коллагена менее плотные и более рыхлой структуры. Это позволяет нам сделать вывод, что предпочтительно использовать средние участки шкуры толстолобика в производстве коллагеновой основы (рисунок 3).

Были отобраны образцы исходной шкуры толстолобика в сравнении с каждой стадией обработки шкуры с полученным гидратом коллагена (рисунок 4). Следующей задачей было изучение структурных особенностей на всех этапах технологического процесса производства коллагена.

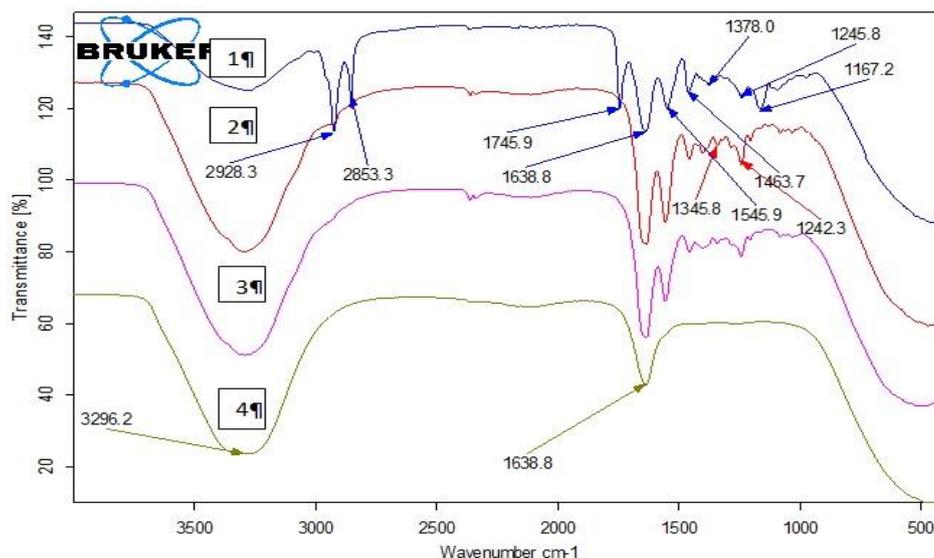


Рисунок 4. ИК-спектроскопия получения гидрата коллагена: 1 – кожа толстолобика; 2 – кожа после обработки NaOH, перекись водорода; 3 – кожа после обработки уксусной кислотой; 4 – гидрат коллагена

Figure 4. Infrared spectroscopy of collagen producing hydrate: 1 – leather carp; 2 – skin after NaOH treatment, hydrogen peroxide; 3 – skin after acetic acid treatment; 4 – collagen hydrate

Нами были изучены образцы шкуры коллагена на 3 стадиях обработки в сравнении с исходным образцом № 1 шкуры толстолобика.

Отбирались пробы на каждой стадии обработки шкур в размере 10 г, затем образцы помещались в спектометр.

Из первого спектра колебаний исходной шкуры толстолобика наблюдается от 3500 см<sup>-1</sup> разноупорядоченных метил и метильных группы – CO-NH-, это свидетельствует об общей структуре белковых молекул. В исходном образце отмечен пик 1570–1515 см<sup>-1</sup> NH амид II и колебания C-N, так и в пике 1638 см<sup>-1</sup> относятся к вторичным аминам.

На второй стадии после обработки перекисью и щелочью эти группы исчезли. Это связано, скорее всего, с взаимодействием с перекисью водорода. Амид III наблюдается на пике 1245 см<sup>-1</sup>, пики 1378, 1245 – амид II. Это говорит о том, что на участках амидных связей происходит обрыв цепей, и они могут взаимодействовать с водой. Следующие 5 пиков увеличиваются до 1790 см<sup>-1</sup>, что соответствует C=O карбоксильным группам, могут взаимодействовать с аминами. По всей видимости, происходит превращение карбоксильных групп. После взаимодействия с NaOH число этих групп увеличивается. Просматриваются валентные колебания C<sub>2</sub>O в области 1250–1230. Это колебания ≡ C–O– и CН– группы. При 1067 = C–O могут проявляться спиртовые группы оксимицелиновые и оксипролиновые. Потом этот пик исчезает и количество групп уменьшается. На третьей стадии обработки при воздействии уксусной кислоты наблюдаются амиды (I, II). Аминные группы накладываются на водородные связи соединенных цепей. Это характерно для коллагеновых фибрилл [10]. На последнем этапе при взаимодействии с водой

водородные связи диспергируют, возможно влияет CO<sub>2</sub>. Есть взаимодействие вода-вода в области меньше 3400 см<sup>-1</sup>. Это не нарушает строения воды в области поглощения более 3500 см<sup>-1</sup>, это водородные связи в воде, связанные двойными и тройными связями [5–6]. Амиды IV-V в конце исчезают, что обуславливается высоким взаимодействием с водой. Во время оценки структуры белковых молекул наиболее важно участие ОН-групп и образование Н-связей, поскольку гидроксильные группы в структурной связи воды с белковыми молекулами участвуют в стабилизации надмолекулярной и молекулярной организации белка [7–9]. Водородные связи ОН-группы наблюдаются в области 3400–3500 см<sup>-1</sup>. На последней стадии обработки повсеместно прослеживается связь вода-вода. В результате обработки на всех стадиях получения гидрата сохраняются неизменными полосы амид I, амид II, амид III, амид A, характерно присутствие повсеместно полипептидных связей белковых молекул [5–6]. Таким образом, полученная субстанция содержит исходную структуру, а следовательно, функции коллагена вне живого организма.

### Заключение

В результате проведенных экспериментов пришли к выводу о целесообразности применения средних участков шкур пресноводных рыб (толстолобика) в технологическом процессе изготовления коллагена. Результаты говорят о морфологических отличиях на разных участках шкуры и структурных изменениях в различных стадиях обработки этих шкур. Сохранение природных свойств биополимеров открывает перспективы использования его в медицинских целях как объекта, интенсифицирующего регенерацию тканей коллагеновой природы.

### Литература

- 1 Антипова Л.В., Сторублевцев С.А. Коллагены: источники, свойства, применение. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 512 с.
- 2 Батечко С.А. Коллаген. Новая стратегия сохранения здоровья и продления молодости. Колечково, 2010. 244 с.
- 3 Воробьев В.И. Использование рыбного коллагена и продуктов его гидролиза // Известия Калининградского государственного технического университета. 2008. № 13. С. 55–58.
- 4 Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: Высшая школа, 1971. 233 с.
- 5 Гремлик Г.-У. Язык спектров. Введение в интерпретацию спектров органических соединений. ООО «Брукер Оптика», 2002. 94 с.
- 6 Matthews J.A., Wnek G.E. Electrospinning of Collagen Nanofibers // Biomacromolecules. 2002. № 3 (2). P. 232–238.
- 7 Bhattarai N., Edmondson D., Veiseh O., Matsen F.A. et al. Electrospun chitosan-based nanofibers and their cellular compatibility // Biomaterials. 2005. V. 26. № 31. P. 6176–6184.
- 8 Mo X., Chen Z., Weber H.J. Electrospun nanofibres of collagen – chitosan and p(LLA-CL) for tissue engineering // Frontiers of medicines science in China. 2007. № 1 (1). P. 20–23.
- 9 Li G.Y. Physicochemical properties of collagen isolated from calf limed splits // Amer. Leather Chem. Ass. 2003. V. 98. P. 224–229.
- 10 Rennard S.I., Martin G.R., Crystal R.G. Enzyme linked immunoassay (ELISA) for connective tissue proteins: type I collagen // Immunochemistry of the extracellular matrix. 2018. P. 237–252.

### References

- 1 Antipova L.V., Storulevtsev S.A. Collagen: sources, properties, application. Voronezh, VSUET, 2014. 512 p. (in Russian).
- 2 Batechko S.A. Collagen. A new strategy for maintaining health and prolonging youth. Kolechkovo, 2010. 244 p. (in Russian).
- 3 Vorobyov V.I. The use of fish collagen and its hydrolysis products. Bulletin of the Kaliningrad State Technical University. 2008. no. 13. pp. 55–58. (in Russian).
- 4 Kazitsyna L.A., Kupletskaya N.B. The use of UV, IR and NMR spectroscopy in organic chemistry. Moscow, Vysshaya shkola, 1971. 233 p. (in Russian).
- 5 Hans-Ulrich Gremlich. The language of the spectra. Introduction to the interpretation of the spectra of organic compounds. Bruker Optico LLC, 2002. 94 p. (in Russian).
- 6 Matthews J.A., Wnek G.E. Electrospinning of Collagen Nanofibers. Biomacromolecules. 2002. no. 3 (2). pp. 232–238.
- 7 Bhattarai N., Edmondson D., Veiseh O., Matsen F.A. et al. Electrospun chitosan-based nanofibers and their cellular compatibility. Biomaterials. 2005. vol. 26. no. 31. pp. 6176–6184.
- 8 Mo X., Chen Z., Weber H.J. Electrospun nanofibres of collagen – chitosan and p(LLA-CL) for tissue engineering. Frontiers of medicines science in China. 2007. no. 1 (1). pp. 20–23.
- 9 Li G.Y. Physicochemical properties of collagen isolated from calf limed splits. Amer. Leather Chem. Ass. 2003. vol. 98. pp. 224–229.
- 10 Rennard S.I., Martin G.R., Crystal R.G. Enzyme linked immunoassay (ELISA) for connective tissue proteins: type I collagen. Immunochemistry of the extracellular matrix. 2018. pp. 237–252.

#### Сведения об авторах

**Людмила В. Антипова** д.т.н профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.L54@yandex.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-1416-029>

**Игорь В. Сухов** аспирант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Ighorsuhov1@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8455-5710>

**Иван И. Котов** к.м.н., врач, ООО Научно Производственное Объединение “Велис”, 356206 Ставропольский край, Шпаковский район, поселок Приозерный, Молодежная ул., 4, vazaari@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-2800-7306>

#### Вклад авторов

**Людмила В. Антипова** предложила методику проведения эксперимента

**Игорь В. Сухов** написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

**Иван И. Котов** консультация в ходе исследования

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Ludmila V. Antipova** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of animal products department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, antipova.L54@yandex.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-1416-029>

**Igor V. Sukhov** graduate student, technology of animal products department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Ighorsuhov1@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8455-5710>

**Ivan I. Kotov** Cand. Sci. (Med.), doctor, NPO “Velis”, 356206 Stavropol territory, Shpakovsky district, village lakeside, Youth str., 4, vazaari@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-2800-7306>

#### Contribution

**Ludmila V. Antipova** proposed a scheme of the experiment

**Igor V. Sukhov** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Ivan I. Kotov** consultation during the study

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 04/11/2019	После редакции 15/11/2019	Принята в печать 25/11/2019
Received 04/11/2019	Accepted in revised 15/11/2019	Accepted 25/11/2019

## Исследование влияния магнитной обработки молока на качество кефира

Ирина Ш. Дзахмишева<sup>1</sup> [irina\\_dz@list.ru](mailto:irina_dz@list.ru)  0000-0002-7324-5338

<sup>1</sup> Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, г. Нальчик, Россия

**Аннотация.** Представлен нетрадиционный способ улучшения качества кефира, сущность которого состоит в том, что нормализованную смесь пропустили через полупромышленный магнитотрон со скоростью 5 см/с и величиной магнитной индукции 40 мТл. В качестве закваски была использована грибковая закваска двухсуточной выдержки. Вязкость определяли на вискозиметре Гепплера, углекислый газ – по уровню поднятия жидкости после нагревания, летучие жирные кислоты – дистилляцией с водяным паром. Рост микроорганизмов оценивали путем посева на плотные питательные среды. Микрокартина образцов кефира показывает, что в опытно варианте наблюдается некоторое увеличение размера дрожжевых клеток и частичная адгезия кокковых клеток на поверхности дрожжей. Определено положительное влияние постоянного магнитного поля на рост и развитие микроорганизмов. Установлено, что магнитная обработка молока оказывает положительное влияние на органолептические показатели кефира. Так, в кефире наряду с более выраженным кисломолочным вкусом и ароматом отмечается более выраженный и характерный для кефира щиплющий вкус. Установлена тесная взаимосвязь между вкусом и консистенцией, которая в опытных образцах идеально сочетается с характеристикой продукта по госту. Положительное влияние постоянного магнитного поля на показатели качества кефира объясняется усилением транспорта питательных веществ через цитоплазматическую мембрану. Вода, содержащаяся в кефире, подвергается структурированию, уменьшаются размеры диполей воды и вместе с питательными веществами легче переносится через цитоплазматическую мембрану, обеспечивая комфортные условия развития клеток.

**Ключевые слова:** кефир, магнитное поле, молоко, микроорганизмы, качество.

## Research of the influence of magnetic processing of milk on the quality of kefir

Irina Sh. Dzakhmishcheva<sup>1</sup> [irina\\_dz@list.ru](mailto:irina_dz@list.ru)  0000-0002-7324-5338

<sup>1</sup> Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, Nalchik, Russia

**Abstract.** An unconventional method of improving the quality of kefir is presented, the essence of which is that a normalized mixture was passed through a semi-industrial magnetotron at a speed of 5 cm / s and a magnetic induction of 40 mT. As a starter culture, two-day aging fungus was used. Viscosity was determined on a Geppler viscometer, carbon dioxide was determined by the level of liquid raising after heating, and volatile fatty acids were determined by steam distillation. The growth of microorganisms was evaluated by plating on solid nutrient media. A micro picture of kefir samples shows that in the experimental version there is a slight increase in the size of yeast cells and partial adhesion of coccal cells on the surface of the yeast. The positive effect of a constant magnetic field on the growth and development of microorganisms is determined. It has been established that magnetic processing of milk has a positive effect on the organoleptic characteristics of kefir. So, in kefir along with a more pronounced sour-milk taste and aroma, a more pronounced and characteristic for kefir nibbling taste is noted. A close relationship has been established between taste and consistency, which in experimental samples blends perfectly with the guest characteristics of the product. The positive effect of a constant magnetic field on kefir quality indicators is explained by the increased transport of nutrients through the cytoplasmic membrane. The water contained in kefir undergoes structuring, the sizes of water dipoles are reduced, and together with nutrients it is more easily transported through the cytoplasmic membrane, providing comfortable conditions for the development of cells.

**Keywords:** kefir, magnetic field, milk, microorganisms, quality.

### Введение

В последние годы определились приоритеты потребителей в функциональных продуктах питания, к числу которых относится кисломолочная продукция. Проведенные маркетинговые исследования спроса на кисломолочную продукцию позволили установить, что из всех видов кисломолочной продукции наибольшим спросом пользуется кефир. Однако не всегда качество этого напитка отвечает запросам потребителей. Так, по мнению потребителей, наиболее часто встречающимся пороком кефира является неспецифический «простоквашный» привкус, обусловленный, возможно, слабым развитием

Для цитирования

Дзахмишева И.Ш. Исследование влияния магнитной обработки молока на качество кефира // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 58–61. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-58-61

заквасочных культур. Следовательно, поиск нетрадиционных способов улучшения качества кефира представляется актуальным.

Анализ литературных источников позволил выявить, что наряду с традиционными методами обработки сырья (молока) при производстве кефира в практику включаются новые средства и способы интенсификации технологических процессов. Ряд ученых отмечает эффективность использования постоянного магнитного поля в медицине, биологии, сельском хозяйстве и индустрии [1, 2, 5–7, 9, 10]. В работе Р.А. Васильевой предложено омагничивание как эколого-безопасная обработка сырья в сыроделии [3].

For citation

Dzakhmishcheva I.Sh. Research of the influence of magnetic processing of milk on the quality of kefir. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 58–61. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-58-61

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Эколого- и энергосберегающая технология позволяет сократить расходы сырья в производстве творога и сыра, улучшить растворимость сухого молока, сократить сроки посола сыра, снизить окислительную порчу масла и т. д. Имеются разрозненные сведения о положительном влиянии постоянного магнитного поля на рост и развитие микроорганизмов, однако эти сведения не касаются кисломолочных продуктов смешанного брожения [4, 8].

**Цель работы** – исследование влияния магнитной обработки сырья (молока) на качественные характеристики кефира.

### Материалы и методы

В качестве объекта исследования выбран кефир, выработанный резервуарным способом, где в качестве закваски была использована грибковая закваска двухсуточной выдержки.

Для целей исследования была проведена магнитная обработка сырья (молока) до тепловой

обработки, т. е. нормализованную смесь пропустили через полупромышленный магнитотрон со скоростью 5 см/с и величиной магнитной индукции 40 мТл. Вязкость определяли на вискозиметре Гепплера, углекислый газ – по уровню поднятия жидкости после нагревания, летучие жирные кислоты – дистилляцией с водяным паром. Рост микроорганизмов оценивали путем посева на плотные питательные среды.

### Результаты и обсуждение

Проведенные исследования позволили установить, что магнитная обработка молока оказывает положительное влияние на органолептические показатели кефира. Так, в кефире наряду с более выраженным кисломолочным вкусом и ароматом отмечается более выраженный и характерный для кефира щиплющий вкус. Установлена тесная взаимосвязь между вкусом и консистенцией, которая в опытных образцах идеально сочетается с характеристикой продукта по госту (таблица 1).

Таблица 1.

Физико-химические показатели кефира

Table 1.

Physical and chemical parameters of kefir

Показатель   Indicator	Контроль   Control	Опыт   Experiment
Кислотность, Т°   Acidity, T	89±3	100±2
Массовая доля спирта, %   Mass fraction of alcohol, %	0,6±0,4	0,9±0,2
Содержание CO <sub>2</sub> , %   CO <sub>2</sub> content, %	2,8±0,2	3,6±0,3
Степень синерезиса, мл   Degree of syneresis, ml	45±3	47±3
Дистилляционное число, 0,1n NaOH/100 мл Distillation the number of 0.1 n NaOH/100 ml	4,3±0,1	5,0±0,2
Вязкость, Па·с·10 <sup>-3</sup>   Viscosity	2,5±0,2	2,4±0,1

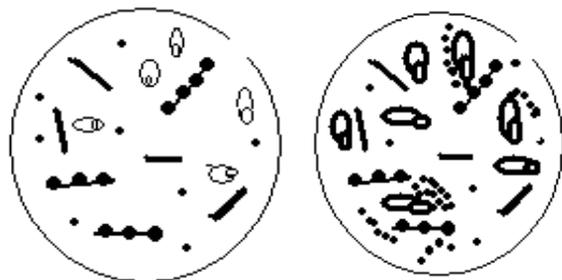
После созревания в опытном образце содержание углекислого газа в кефире превышало контроль на 28%, увеличивалось содержание спирта в 1,5 раза. Кроме того, увеличивалось содержание летучих жирных кислот, о чем свидетельствовало повышение дистилляционного числа с 4,3 до 5,0.

клеток увеличивалось, хотя в целом консорции микроорганизмов сохранились. Наблюдалось некоторое увеличение размера дрожжевых клеток, и частичная адгезия кокковых клеток на поверхности дрожжей (рисунок 1).

Положительное влияние постоянного магнитного поля на показатели качества кефира можно объяснить усилением транспорта питательных веществ через цитоплазматическую мембрану. Вода, содержащаяся в кефире, подвергается структурированию, уменьшаются размеры диполей воды и вместе с питательными веществами легче переносится через цитоплазматическую мембрану, обеспечивая комфортные условия развития клеток.

### Заключение

Магнитная обработка молока улучшает качественные характеристики кефира и может быть применена для активизации роста и развития заквасочных культур без дополнительных энергетических затрат, высокой квалификации обслуживающего персонала и дорогостоящего оборудования.



Контроль | Control

Опыт | Experiment

Рисунок 1. Микрокартина кефира после созревания  
Figure 1. Microfigure of kefir after maturation

Микрокартина образцов кефира показывает, что в опытном варианте за один и тот же период созревания количество дрожжевых

### Литература

- 1 Алдашева А.Д. Товароведная оценка качества кисломолочной продукции, полученной по инновационным технологиям. Южно-Уральский государственный университет, 2017.
- 2 Бадуанова С.Д. Повышение качества коровьего молока с использованием электромагнитного излучения и электрохимически активированной воды. 2016.
- 3 Васильева Р.А., Косарева Т.Е. Омагничивание как экологобезопасная обработка сырья в сыроделии // Актуальные направления развития экологически безопасных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы междуна. науч.-техн. конф. Воронеж, 2004. С.179–181.
- 4 Олесюк А.П. Качество и безопасность молока и молочных продуктов в зависимости от ингибиторов микроорганизмов. 2016.
- 5 Патрасенко В.С. Эффективность магнитных полей в медицине, биологии, сельском хозяйстве и индустрии. Ростов-на-Дону, ВНИИ, НТЦ «Магнитотрон», 1999. 104 с.
- 6 Пронина Е.В. Влияние электромагнитного излучения на показатели качества и безопасности молока-сырья и получаемых из него продуктов. М.: РГАУ-МСХА, 2016.
- 7 Пономарев А.Н., Мельникова Е.И. Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. 2013
- 8 Тариченко А.И. Биотехнология продуктов питания из сырья животного. 2018.
- 9 Шумакова О.В., Алезченко В.В., Гаврилова Н.Б. Современное состояние, перспективы развития молочного животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции. 2016.
- 10 Ахмадиев Г.М., Дмитриев А.Ф. Методологические основы и принципы оценки, прогнозирования качества и повышения экологической безопасности продовольственного сырья и продуктов питания // Современные научные исследования: методология, теория, практика: материалы VI Международной научно-практической конференции. 2015. С. 99–121.
- 11 de Sainz I., Redondo-Solano M., Solano G., Ramirez L. Short communication: Effect of different kefir grains on the attributes of kefir produced with milk from Costa Rica // Journal of Dairy Science. 2020. V. 103. № 1. P. 215–219.
- 12 Spicer A., Fairhurst D.J., Newton M.I., Morris R.H. An evaluation of kefir grain size with magnetic resonance imaging to observe the fermentation of milk // Magnetic Resonance in Chemistry. 2019. V. 57. № 9.
- 13 Yüksel-Bilsel A., Şahin-Yeşilçubuk N. Production of probiotic kefir fortified with encapsulated structured lipids and investigation of matrix effects by means of oxidation and in vitro digestion studies // Food Chemistry. 2019. V. 296. P. 17–22.
- 14 Sołowiej B., Glibowski P., Muszyński S., Wydrych J. et al. The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers // Food Hydrocolloids. 2015. V. 44. P. 1–11.
- 15 Clark S., Michael M., Schmidt K.A. Rheological Properties of Yogurt: Effects of Ingredients, Processing and Handling // Rheology of Semisolid Foods. 2019. P. 203–229.

### References

1. Aldasheva A.D. Commodity assessment of the quality of dairy products obtained by innovative technologies. South Ural State University, 2017. (in Russian).
2. Baduanova S.D. Improving the quality of cow's milk using electromagnetic radiation and electrochemically activated water. 2016. (in Russian).
3. Vasilieva R.A., Kosareva T.E. Magnetization as an environmentally friendly processing of raw materials in cheese making. Actual directions of development of environmentally friendly technologies for the production and processing of agricultural products: materials international. scientific and technical conf. Voronezh, 2004. pp.179–181. (in Russian).
4. Olesyuk A.P. Quality and safety of milk and dairy products depending on inhibitors of microorganisms. 2016. (in Russian).
5. Patrasenko V.S. The effectiveness of magnetic fields in medicine, biology, agriculture and industry. Rostov-on-Don, VNIИ, STC “Magnitotron”, 1999. 104 p. (in Russian).
6. Pronina E.V. Influence of electromagnetic radiation on the quality and safety indicators of raw milk and products obtained from it. Moscow, RGAU-MSHA, 2016. (in Russian).
7. Ponomarev A.N., Melnikova E.I. Innovative technologies in the food industry: science, education and production. 2013. (in Russian).
8. Tarichenko A.I. Biotechnology of food products from animal feed. 2018. (in Russian).
9. Shumakova O.V., Aleschenko V.V., Gavrilova N.B. The current state, prospects for the development of dairy farming and processing of agricultural products. 2016. (in Russian).
10. Akhmadiev G.M., Dmitriev A.F. Methodological foundations and principles for assessing, forecasting quality and improving the environmental safety of food raw materials and food products. Modern scientific research: methodology, theory, practice: materials of the VI International Scientific and Practical Conference. 2015. pp. 99–121. (in Russian).
11. de Sainz I., Redondo-Solano M., Solano G., Ramirez L. Short communication: Effect of different kefir grains on the attributes of kefir produced with milk from Costa Rica. Journal of Dairy Science. 2020. vol. 103. no. 1. pp. 215–219.
12. Spicer A., Fairhurst D.J., Newton M.I., Morris R.H. An evaluation of kefir grain size with magnetic resonance imaging to observe the fermentation of milk. Magnetic Resonance in Chemistry. 2019. vol. 57. no. 9.
13. Yüksel-Bilsel A., Şahin-Yeşilçubuk N. Production of probiotic kefir fortified with encapsulated structured lipids and investigation of matrix effects by means of oxidation and in vitro digestion studies. Food Chemistry. 2019. vol. 296. pp. 17–22.
14. Sołowiej B., Glibowski P., Muszyński S., Wydrych J. et al. The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers. Food Hydrocolloids. 2015. vol. 44. pp. 1–11.
15. Clark S., Michael M., Schmidt K.A. Rheological Properties of Yogurt: Effects of Ingredients, Processing and Handling. Rheology of Semisolid Foods. 2019. pp. 203–229.

**Сведения об авторах**

**Ирина Ш. Дзахмишева** д.э.н., профессор, кафедра товароведения, туризма и права, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, г. Нальчик, Россия, [irina\\_dz@list.ru](mailto:irina_dz@list.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-7324-5338>

**Вклад авторов**

**Ирина Ш. Дзахмишева** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Irina Sh. Dzakhmisheva** Dr. Sci. (Econ.), professor, commodity science, tourism and law department, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, Nalchik, Russia, [irina\\_dz@list.ru](mailto:irina_dz@list.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-7324-5338>

**Contribution**

**Irina Sh. Dzakhmisheva** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 05/11/2019	<b>После редакции</b> 18/11/2019	<b>Принята в печать</b> 29/11/2019
<b>Received</b> 05/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 18/11/2019	<b>Accepted</b> 29/11/2019

## Взаимосвязь активности липазы и скорости влагопереноса в пряниках, глазированных кондитерской глазурью на основе жиров лауринового типа

Оксана С. Руденко	1	oxana0910@mail.ru	 0000-0003-2436-4100
Николай Б. Кондратьев	1	conditerpromnbk@mail.ru	 0000-0003-3322-9621
Михаил А. Пестерев	1	pesterevmisha@ya.ru	 0000-0002-0980-1862
Алла Е. Баженова	1	bajenova.a@mail.ru	 0000-0002-6994-8524
Наталья В. Линовская	1	choclab@mail.ru	 0000-0002-9238-8991

1 ВНИИ КП – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Электрозаводская, 20 стр.3, г. Москва, 107023, Россия

**Аннотация.** Обеспечение качества кондитерских изделий и контроля факторов, воздействующих на изменение органолептических показателей в процессе хранения, требует изучения процессов, влияющих на активность липазы, один из которых – это процесс миграции влаги. Исследована активность липазы, скорость процесса влагопереноса и изменение микробиоты в различных частях модельных образцов сырьевых пряников с фруктовой начинкой, глазированных кондитерской глазурью на основе жиров лауринового типа, упакованных в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм в средней пробе по слоям: верхний слой с глазурью, начинка, выпеченный полуфабрикат. Исследования показали корреляцию аналитических результатов с органолептической оценкой. При хранении в процессе влагопереноса происходит миграция влаги из начинки в выпеченный полуфабрикат и далее к верхнему слою с глазурью, при этом во всех слоях массовая доля влаги стабильно оставалась выше 5%, что выше значения, при котором сохраняется активность липазы. Скорость влагопереноса составила в верхнем слое – 1,12, в выпеченном полуфабрикате – 1,34 и в начинке – 7,03 г/м<sup>2</sup>·с (·10<sup>-4</sup>). Активность воды снижалась, но не достигала по истечении 12 недель хранения порогового значения 0,6. При этом на 6-8-й неделях хранения происходит повышение активности воды в выпеченном полуфабрикате, что свидетельствует о высвобождении свободной влаги. Органолептический анализ выявил «мыльный» привкус, начиная с 8-й недели хранения, который коррелирует с ростом активности воды. Микробиологические исследования показали значительное увеличение содержания КМАФАнМ с 8-й недели хранения, на 10-й неделе хранения наблюдался рост плесени до 410 КОЕ/г. Полученные результаты выявили корреляцию активности липазы с процессами влагопереноса и ростом микробиоты, что требует более жесткого контроля качества сырья и условий хранения для предотвращения липолитической порчи мучных кондитерских изделий, глазированных кондитерской глазурью на основе жиров лауринового типа.

**Ключевые слова:** активность липазы, влагоперенос, глазированные мучные кондитерские изделия, микробиологические показатели.

## Correlation of lipase activity and moisture transfer rate in gingerbread glazed with confectionery glaze based on lauric type fats

Oxana S. Rudenko	1	oxana0910@mail.ru	 0000-0003-2436-4100
Nikolay B. Kondratiev	1	conditerpromnbk@mail.ru	 0000-0003-3322-9621
Mikhail A. Pesterev	1	pesterevmisha@ya.ru	 0000-0002-0980-1862
Alla E. Bazhenova	1	bajenova.a@mail.ru	 0000-0002-6994-8524
Nataliya V. Linovskaya	1	choclab@mail.ru	 0000-0002-9238-8991

1 All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food System of RAS, Elektroavodskaya, 20, Moscow, 107023, Russia

**Abstract** Ensuring the quality of confectionery products and controlling factors affecting changes in organoleptic characteristics during storage requires studying processes that affect lipase activity, one of which is the process of moisture migration. Lipase activity, the rate of the moisture transfer process, and the change in microbiota in various parts of the model samples of raw gingerbread with fruit filling, glazed with confectionery glaze based on lauric type fats, packed in a polypropylene film 40 μm thick in an average layer-by-layer sample were studied: top layer with glaze, filling, baked semi-finished product. Studies have shown a correlation between analytical results and organoleptic evaluation. During storage during moisture transfer, moisture migrates from the filling to the baked semi-finished product and then to the upper layer with glaze, while in all layers the mass fraction of moisture stably remains above 5%, which is higher than the value at which lipase activity is maintained. The moisture transfer rate in the top layer was 1.12, in the baked semi-finished product – 1.34 and in the filling – 7.03 g/m<sup>2</sup>·s (·10<sup>-4</sup>). Water activity decreased, but did not reach a threshold value of 0.6 after 12 weeks of storage. At the same time, at 6-8 weeks of storage, there is an increase in the activity of water in the baked semi-finished product, which indicates the release of free moisture. Organoleptic analysis revealed a “soapy” taste, starting from the 8th week of storage, which correlates with an increase in water activity. Microbiological studies showed a significant increase in the content of QMAFAnM from 8 weeks of storage, mold growth up to 410 CFU/g was observed at 10 weeks of storage. Studies have shown a correlation of lipase activity with moisture transfer processes and microbiota growth, which requires more stringent quality control of raw materials and storage conditions to prevent lipolytic damage to flour confectionery products glazed with confectionery glaze based on lauric type fats.

**Keywords:** activity, moisture transfer, glazed flour confectionery products, microbiological indicators

Для цитирования

Руденко О.С., Кондратьев Н.Б., Пестерев М.А., Баженова А.Е., Линовская Н.В. Взаимосвязь активности липазы и скорости влагопереноса в пряниках, глазированных кондитерской глазурью на основе жиров лауринового типа // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 62–70. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-62-70

For citation

Rudenko O.S., Kondratiev N.B., Pesterev M.A., Bazhenova A.E., Linovskaya N.V. Correlation of lipase activity and moisture transfer rate in gingerbread glazed with confectionery glaze based on lauric type fats. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 62–70. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-62-70

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Мучные кондитерские изделия в глазури пользуются большим спросом у потребителей. Глазурь не только продлевает сроки годности мучных изделий, но и придает им дополнительный яркий вкус и аромат какао-продуктов. Для производства глазированных мучных кондитерских изделий, как правило, используется глазурь на основе жиров – нетемпературируемых заменителей масла какао лауринового типа, получаемых методом высокотехнологичного фракционирования. Данная группа жиров обладает рядом преимуществ – минимальное количество трансизомеров (до 1%), высокая скорость плавления и отсутствие салитости во вкусе, оптимальные параметры твердости и коэффициента усадки полуфабриката на их основе, высокая скорость кристаллизации, устойчивый блеск поверхности глазированных изделий.

Однако в процессе хранения глазированных мучных кондитерских изделий происходит ухудшение качества кондитерского полуфабриката (глазури) и готовой продукции по органолептическим показателям – вкусу и запаху. Органолептическая порча выражается в появлении постороннего запаха, мыльного привкуса, прогорклого вкуса и т. п. и вызывается гидролитическими процессами разложения жира, входящего в состав глазури, при участии фермента липазы.

Жирнокислотный состав глазури большей частью представлен кислотами с короткой и средней длиной цепи (C8–C14), которые, отщепляясь под действием липазы, обладают характерным «мыльным» вкусом [1, 2]. Он ощущается при очень низких концентрациях свободной лауриновой кислоты (C12) – от 0,1%. Накопление свободных жирных кислот, окисляющихся под воздействием различных факторов: липооксигеназа, тепловая обработка, кислород воздуха, солнечный свет и др., в свою очередь, инициирует рост кислотного числа жира, прогоркание и сокращение срока годности пищевых продуктов [1, 3, 4].

На скорость реакции гидролиза, катализируемой липазой, влияет комплекс факторов: активность воды, температура, количество и качество фермента и др. [3]. Поскольку липаза является водорастворимым ферментом, а триглицериды нерастворимы в воде липаза действует только на поверхности жира при наличии свободной воды. Чем больше суммарная поверхность, то есть чем более эмульгирован жир, тем быстрее идет гидролиз. Активность липазы определяется уже при содержании влаги в субстрате от 3% и значительно вырастает при ее повышении. Липолитические процессы требуют учета всех аспектов, связанных с межфазным характером липолиза. Большое количество

исследований посвящено окислению липидов или анализу липаз, в том числе определению липолитической активности [4–10], значительно меньше исследований по проблемам предотвращения липолиза в пищевых продуктах.

Обеспечение качества кондитерских изделий и контроля факторов, влияющих на изменение органолептических показателей в процессе хранения, требует изучения процессов, влияющих на активность липазы, один из которых – это процесс миграции влаги. Необходимо учитывать все эти факторы, прежде всего для многослойных кондитерских изделий с длительными сроками годности. В этой связи предотвращение липолитической порчи глазированных мучных кондитерских изделий является актуальной проблемой.

Цель работы – исследовать в процессе хранения пряников с фруктовой начинкой, глазированных кондитерской глазурью на основе жира лауринового типа, изменение активности липазы в разных слоях изделия, скорости и направления процессов влагопереноса для прогнозирования органолептической порчи.

## Материалы и методы

Объектами исследования в качестве модельных образцов глазированных мучных кондитерских изделий, которые могут подвергаться липолитической порче с образованием неприятного «мыльного» привкуса, являлись пряники сырцовые с начинкой, глазированные кондитерской глазурью, изготовленной с использованием жира лауринового типа. Модельные образцы пряников изготавливались в лабораторных условиях с размерами: диаметр 6,5 см, высота 3 см.

Модельные образцы пряников хранились в контролируемых условиях в климатической камере «Climacell 404» при температуре 30 °С и относительной влажности окружающего воздуха 40%. Фруктовая начинка имела следующий состав: 40% яблочного пюре, 24% модифицированного крахмала гидроксипропил дикарахмал фосфат (E1442) и 1% пектина. Готовые пряники упаковывались в полипропиленовую пленку толщиной 40 мкм.

Жирнокислотный состав определяли по ГОСТ Р 51483–99 на газовом хроматографе HP 4890D с пламенно-индукционным детектором (США). Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 5900–2014; активность воды – на приборе AquaLab фирмы Decagon Devices (США).

Содержание липолитических ферментов проводили по методу, основанному на окислении индоксила ацетата после термостатирования в эксикаторе в термостате MIR-262 фирмы Sanyo (Япония). Индоксил ацетат закуплен в Acros Organics (США). Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 10444.15–94, количество плесеней и дрожжей – по ГОСТ 10444.12–2013,

количество спорообразующих мезофильные анаэробные бактерий – по ГОСТ 32012–2012.

Математический анализ проводили в MS EXCEL 2010.

### Результаты и обсуждение

В лабораторных условиях изготавливали сырцовые пряники по классической рецептуре

(таблица 1). Для глазирования использовали кондитерскую глазурь (с массовой долей жира 36%), полученную в лабораторной шариковой мельнице, в соответствии с рецептурой (таблица 2). Исследование жирнокислотного состава жира, входящего в рецептуру кондитерской глазури, позволило установить содержание лауриновой кислоты в полуфабрикате –53,2% (таблица 3).

Таблица 1.

Рецептура полуфабриката сырцового пряника

Table 1.

#### Recipe semiproduct gingerbread

Наименование сырья и полуфабрикатов Name of raw materials and semi-finished products	Содержание сухих веществ, % Solids content, %	Расход сырья на 1 кг готовой продукции, г Raw material consumption per 1 kg of finished product, g	
		в натуре actually	в сухих веществах in solids
Мука пшеничная в/с   Premium wheat flour	85,50	624,14	533,64
Сахар белый кристаллический White crystalline sugar	99,85	144,11	143,90
Инвертный сироп   Invert syrup	80,00	116,10	92,88
Патока   Syrup	78,00	98,75	77,03
Масло подсолнечное   Sunflower oil	100,00	43,75	43,75
Карбонат аммония   Ammonium carbonate	0,00	4,33	0,00
Гидрокарбонат натрия   Sodium bicarbonate	50,00	1,80	0,90
Корица   Cinnamon	100,00	3,13	3,13
Итого   Total	-	1036,10	895,21
Выход   Exit	88,00	1000,00	880,00

Таблица 2.

Рецептура полуфабриката кондитерская глазурь

Table 2.

#### Recipe of confectionery glaze

Наименование сырья Name of raw materials	Содержание сухих веществ, % Solids content, %	Расход сырья на 1 кг полуфабриката, г Raw material consumption per 1 kg of finished product, g	
		в натуре actually	в сухих веществах in solids
Сахарная пудра   Powdered sugar	99,85	499,78	499,03
Какао порошок   Cocoa powder	95,00	163,21	155,05
Жир-ЗМК лауринового типа   Fat-CBR lauric type	99,00	345,25	344,90
Лецитин   Lecithin	97,00	4,19	4,06
Ванилин   Vanillin	100,00	1,01	1,01
Итого   Total	-	1013,44	1004,05
Выход   Exit	98,90	1000,00	989,00

Таблица 3.

Жирнокислотный состав жировой фракции глазури

Table 3.

#### Fatty acid composition of the fat fraction of the glaze

Жирная кислота   Fatty acid	Обозначение   Designation	Жирнокислотный состав, %   Fatty acid composition, %
Каприловая   Caprylic	C8:0	1,8
Каприновая   Capric	C10:0	2,7
Лауриновая   Lauric	C12:0	53,2
Миристиновая   Myristic	C14:0	19,7
Пальмитиновая   Palmitic	C16:0	10,3
Стеариновая   Stearic	C18:0	8,4
Олеиновая   Oleic	C18:1	2,5
Линолевая   Linoleic	C18:2	0,8
Арахидовая   Arachidic	C20:0	0,1

Поскольку для таких жиров характерно появление «мыльного» привкуса в процессе липолитической порчи, изучали процесс влагопереноса в различных частях пряника в средней пробе по слоям: верхний слой с глазурью, начинка, выпеченный полуфабрикат (рисунок 1).

Активность воды снижалась, но не достигала по истечении 12 недель хранения порогового значения 0,6, при котором не может размножаться ни один из видов микроорганизмов [4]. При таких показателях сохраняется риск микробиологической порчи. На 6–8-й неделях хранения происходит повышение активности воды в выпеченном полуфабрикате, что свидетельствует о высвобождении свободной влаги (рисунок 2). Это связано, очевидно, с процессами ретроградации крахмала.

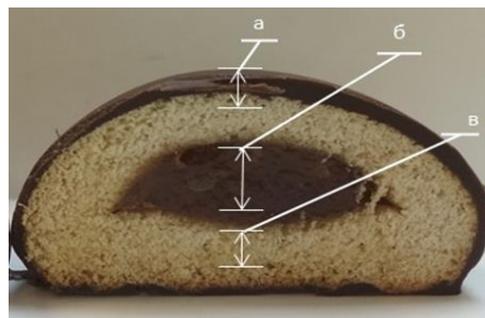


Рисунок 1. Сырцовый пряник с фруктовой начинкой, глазированный кондитерской глазурью, изготовленной с использованием жира лауринового типа: *a* – верхний слой с глазурью; *b* – начинка; *c* – выпеченный полуфабрикат

Figure 1. Gingerbread with fruit filling, glazed with confectionery glaze, made using lauric fat type: *a* – top layer with glaze; *b* – filling; *c* – baked semi-finished product

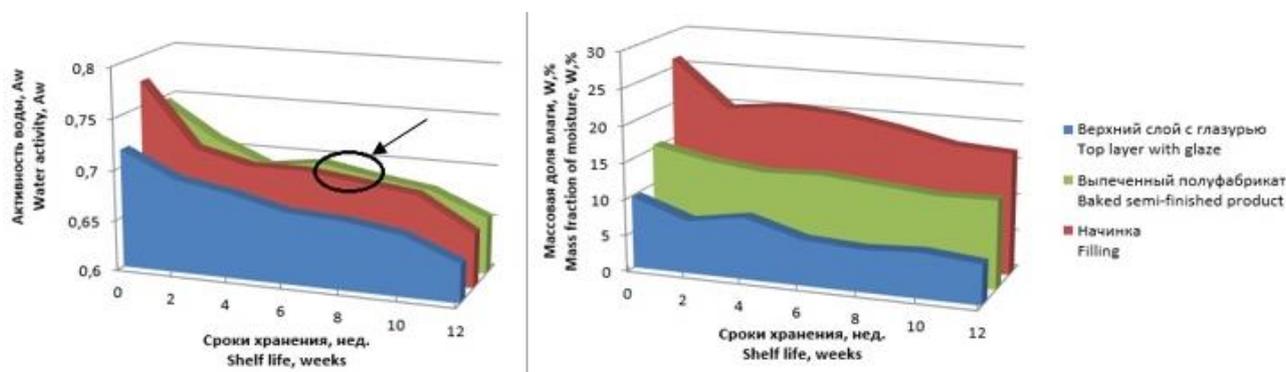


Рисунок 2. Изменение активности воды и массовой доли влаги в процессе хранения сырцового пряника с фруктовой начинкой

Figure 2. Change in the activity of water and the mass fraction of moisture in gingerbread with fruit filling in storage

При хранении в процессе влагопереноса происходит миграция влаги из начинки в выпеченный полуфабрикат и далее к верхнему слою с глазурью. Массовая доля влаги в начинке снизилась с 26,2 до 16,6%, при этом в выпеченном полуфабрикате с 15,5 до 12,1%, и в верхнем слое стабильно оставалась выше 5%, что выше значения, при котором сохраняется активность липазы.

Скорость влагопереноса  $F$  определяется количеством влаги  $q$ , перемещаемой через единицу поверхности  $A$  за время  $t$ ,

$$F = \frac{q}{A * t},$$

где  $q$  – количество влаги;  $A$  – единица поверхности;  $t$  – время.

Площадь поверхности рассчитывали по формуле для шарового сегмента:

$$S = 2\pi Rh,$$

где  $\pi$  – математическая постоянная;  $R$  – радиус шарового сегмента;  $h$  – высота шарового сегмента.

С учетом геометрических размеров сырцовых пряников с фруктовой начинкой рассчитали среднюю скорость влагопереноса (таблица 4).

Таблица 4.

Скорость влагопереноса в сырцовых пряниках с фруктовой начинкой в течение 12 недель хранения по слоям

Table 4.

The rate of moisture transfer in gingerbread with fruit filling in layers for 12 weeks of storage

Слой   Layer	Скорость влагопереноса, $\text{г/м}^2 \cdot \text{с} \cdot 10^{-4}$   Moisture transfer rate $\text{g/m}^2 \cdot \text{s} \cdot 10^{-4}$
Верхний слой с глазурью   Top layer with glaze	1,12
Выпеченный полуфабрикат   Baked semi-finished product	1,34
Начинка   Filling	7,03

При прогнозе процесса липолитической порчи необходим комплексный анализ процесса влагопереноса в изделии. Более высокая скорость в начинке и полуфабрикате по сравнению со скоростью влагопереноса в поверхностном слое с глазурью провоцирует порчу в глазури.

Исследование активности липазы в отдельных частях пряников проводили при хранении их при температуре 30° С в течение 12 недель с периодичностью 2 недели. Оценка липолитической активности проводилась визуально по степени окраски по десятибалльной шкале (рисунок 3).

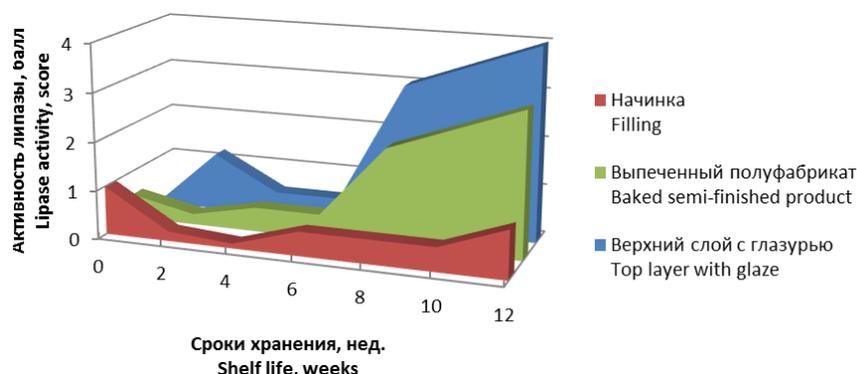


Рисунок 3. Изменение активности липазы в частях пряников  
Figure 3. The change in the activity of lipase in gingerbread

Активность липазы при хранении увеличилась. В исходной глазури активность липазы отсутствовала, увеличение активности липазы наблюдалось на 8-й неделе хранения. При этом рост активности липазы наблюдался и в выпеченном полуфабрикате, но с меньшей интенсивностью. На 12-й неделе хранения активность липазы в глазури составила 4 балла, в выпеченном полуфабрикате – 3 балла.

Органолептический анализ выявил «мыльный» привкус, начиная с 8-й недели хранения, который коррелирует с ростом активности воды.

Предположили, что выявленную корреляцию между активностью воды и ростом активности липазы можно объяснить ростом в пряниках микробиоты, обладающей липолитической активностью, связанной с наличием свободной влаги.

Поскольку ранее была выявлена математическая зависимость изменения показателей качества образцов какао содержащих кондитерских изделий в хранении от их степени обсемененности [11], были проведены исследования микробиологических показателей используемого сырья и полуфабрикатов (таблица 5).

Микробиологические показатели сырья для сырцового пряника

Таблица 5.

Table 5.

Microbiological indicators in raw materials for gingerbread

Наименование образца сырья Name of sample of raw materials	КМАФАнМ, КОЕ/г QMAFAnM, CFU/g		СМАНБ*, КОЕ/г SMAnB*, CFU/g		Дрожжи, КОЕ/г Yeast, CFU/g		Плесени, КОЕ/г Mold, CFU/g	
	Экспериментально Experimentally	Норма** Standardized**	Экспериментально Experimentally	Норма** Standardized**	Экспериментально Experimentally	Норма** Standardized**	Экспериментально Experimentally	Норма** Standardized**
Мука Flour	8 · 10 <sup>2</sup>	Не норм Not standardized	1,5 · 10 <sup>2</sup>	Не норм Not standardized	0	Не норм Not standardized	5,0 · 10 <sup>2</sup>	Не норм Not standardized
Корица Cinnamon	1,1 · 10 <sup>4</sup>	2 · 10 <sup>6</sup>	1,8 · 10 <sup>2</sup>	Не норм Not standardized	0	Не норм Not standardized	6,4 · 10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
Сахар Sugar	7 · 10	1 · 10 <sup>3</sup>	0	Не норм Not standardized	0	10	0	10
Начинка (крахмал E1442) Filling (starch E1442)	1 · 10	5 · 10 <sup>3</sup>	0	Не норм Not standardized	0	50	0	50
Глазурь Glaze	1,7 · 10 <sup>2</sup>	Не норм Not standardized	50	Не норм Not standardized	0	Не норм Not standardized	0	Не норм Not standardized

\* Спорообразующие мезофильные анаэробные бактерии. | Spore-forming mesophilic anaerobic bacteria.

\*\* Норма по ТР ТС 021/2011. | TR TS 021/2011 standard.

В муке содержание микроорганизмов не нормируется. В то же время в исследованных образцах муки и корицы было значительное количество спорообразующей микробиоты, что может являться одним из источников липолитической порчи. В процессе выпечки происходит термическая инактивация ферментов [3]. В то же время при термической обработке при выпечке мучных кондитерских изделий погибают только вегетативные клетки большинства

бактерий и грибов. Для уничтожения спор некоторых видов бактерий, отличающихся чрезвычайной термоустойчивостью, необходимы более жесткие условия [12].

Исследование количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в пряниках показало значительное увеличение их содержания с 8-й недели хранения (рисунок 4).

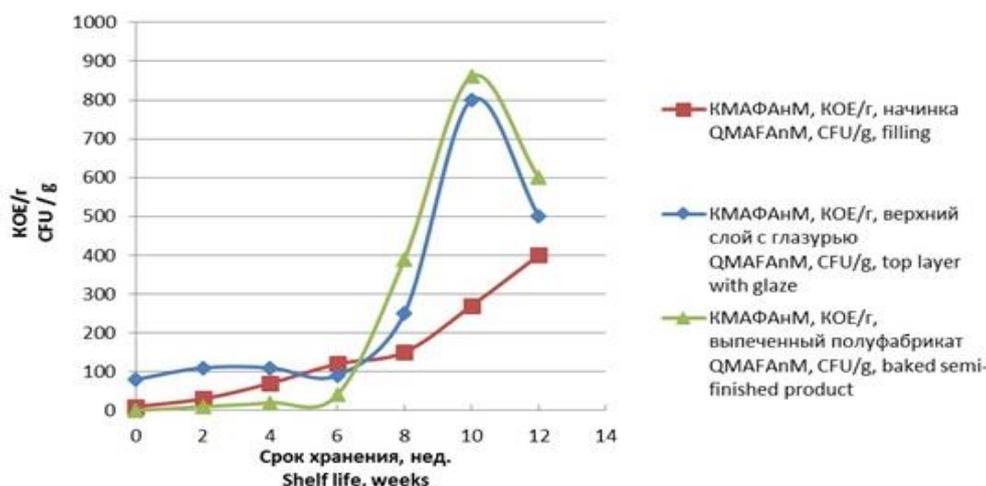


Рисунок 4. Динамика роста количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в пряниках

Figure 4. Dynamics of growth of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in gingerbread

На 10-й неделе хранения содержание КМАФАнМ выросло до  $8 \cdot 10^2$ - $8,6 \cdot 10^2$  КОЕ/г в верхнем слое с глазурью и в выпеченном полуфабрикате, но при этом не превышало нормы ТР ТС 021/2011 (Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции").

При достаточном содержании массовой доли влаги происходит прорастание спор

бактерий и плесеней, вегетативные клетки которых обладают липолитической активностью. Исследование спорообразующей микробиоты, спорообразующих мезофильных анаэробных бактерий и плесеней выявило их резкий рост до показателей, превышающих нормы ТР ТС 021/2011 на 8–10-й неделях хранения (таблица 6).

Таблица 6.

Исследования спорообразующей микробиоты в пряниках в течение 12 недель хранения

Table 6.

Dynamics of spore-forming microbiota growth in gingerbread during 12 weeks of storage

Слой   Layer	Срок хранения, недели Shelf life, weeks	СМАНБ*, КОЕ/г SMAнB*, CFU/g	Дрожжи и плесени, КОЕ/г Yeast and mold, CFU/g
1	2	3	4
Верхний слой с глазурью Top layer with glaze	0	1,0·10	10
	2	1,0·10	40
	4	3,0·10	30
	6	2,0·10	10
	8	2,0·10	10
	10	4,1·10 <sup>2</sup>	0
	12	3,0·10	10
Выпеченный полуфабрикат Baked semi-finished product	0	0,0	0
	2	2,0·10	10
	4	4,0·10	10
	6	4,0·10	10
	8	2,0·10	10
	10	0,0	0
	12	2,0·10	10

Продолжение табл. 6 | Continuation of table 6

1	2	3	4
Начинка Filling	0	0,0	10
	2	0,0	0
	4	3,0-10	0
	6	1,0-10	20
	8	7,0-10	0
	10	0,0	10
	12	1,0-10	30

\* Спорообразующие мезофильные анаэробные бактерии. | Spore-forming mesophilic anaerobic bacteria.

На 8-й неделе в начинке увеличился рост спорообразующих мезофильных анаэробных бактерий, на 10-й неделе хранения наблюдался рост плесени до 410 КОЕ/г, что значительно превышает требования ТР ТС 021/2011.

### Заключение

Ухудшение органолептических показателей из-за появления «мыльного» привкуса в результате липолитической порчи мучных кондитерских изделий, глазированных кондитерской глазурью на основе жиров лауринового типа, связано с процессами влагопереноса.

При хранении в процессе влагопереноса происходит миграция влаги из начинки в выпеченный полуфабрикат и далее к верхнему слою с глазурью. Массовая доля влаги в начинке снизилась с 26,2 до 16,6%, при этом в выпеченном полуфабрикате с 15,5 до 12,1%, и в верхнем слое стабильно оставалась выше 5%, что выше значения, при котором сохраняется активность липазы. Скорость влагопереноса составила в верхнем слое 1,12, в выпеченном полуфабрикате – 1,34 и в начинке – 7,03 г/м<sup>2</sup>·с(·10<sup>-4</sup>).

Миграция влаги повышает риск липолитической порчи. Рост активности липазы коррелировался с ростом активности воды в выпеченном полуфабрикате. В исходной глазури активность липазы была нулевой, наблюдался рост активности липазы во всех слоях, кроме начинки. «Мыльный» привкус ощущался, начиная

с 8-й недели хранения. Содержание мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в пряниках значительно увеличилось также, начиная с 8-й недели хранения, на 10-й неделе хранения содержание КМАФАнМ составило 8·10<sup>2</sup>-8,6·10<sup>2</sup> КОЕ/г в верхнем слое с глазурью и в выпеченном полуфабрикате. На 10-й неделе хранения наблюдался рост плесени до 410 КОЕ/г, что значительно превышало требования безопасности в соответствии с нормами ТР ТС 021/2011. Исследования показали корреляцию активности липазы с процессами влагопереноса и ростом микробиоты, что требует более жесткого контроля качества сырья и условий хранения для предотвращения липолитической порчи мучных кондитерских изделий, глазированных кондитерской глазурью на основе жиров лауринового типа.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку способов контроля и предотвращения процессов липолитической порчи в многослойных кондитерских изделиях длительного хранения с учетом всех аспектов, касающихся межфазного характера липолиза.

### Благодарности

Авторы выражают признательность коллегам: М.В. Осипову, М.А. Лаврухину, Н.А. Петровой, Е.В. Казанцеву, И.А. Беловой, Н.А. Щербакову за консультации и помощь в выполнении исследований.

### Литература

- 1 Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание; под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова; под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. СПб.: Профессия, 2006. 480 с.
- 2 Скокан Л.Е., Руденко О.С., Осипов М.В., Кондратьев Н.Б. и др. Липаза как один из факторов конкурентоспособности кондитерских изделий // Кондитерское производство. 2015. № 4. С. 19–21.
- 3 Мусил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах. М.: Мир, 1981. 215 с.
- 4 Хардина Е.В., Краснова О.А. Способ предотвращения гидролитического распада жиров в охлажденном мясном сырье // Все о мясе. 2018. № 2. С. 14–16.
- 5 Stoytcheva M., Montero G., Zlatev R., León J.Á. et al. Analytical Methods for Lipases Activity Determination: A Review // Current Analytical Chemistry. 2012. № 8. P. 400–407.
- 6 Hakimzadeh V., Sadeghi A. Techniques for Immobilization and Detection of Lipase: A Review // Chemistry Research Journal. 2017. V. 2. № 6. P. 214–224.
- 7 Javed S., Azeem F., Hussain S., Rasul I. et al. Bacterial lipases: A review on purification and characterization // Progress in Biophysics and Molecular Biology. 2018. № 132. P. 23–34.
- 8 Ibegbulam-Njoku P.N., Achi O.K., Chijioke-Osuji C.C. Use of Palm Oil Mill Effluent as Fermentative Medium by Lipase Producing Bacteria // International Journal of Scientific & Engineering Research. 2014. V. 5. № 2. P. 1631–1639.
- 9 Shelatkarl T., Padalia U. Lipase: An Overview and its Industrial Applications // International Journal of Engineering Science and Computing. 2016. V. 6. № 10. P. 2629–2631.

10 Gerits L.R., Pareyt B., Decamps K., Delcour J.A. Lipases and Their Functionality in the Production of Wheat-Based Food Systems // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014. V. 13. P. 978–989.

11 Полякова С.П., Пестерев М.А., Баженова А.Е. Метод прогнозирования изменения качества какаоосодержащих полуфабрикатов по их микробиологической обсемененности и кислотности // *Инновационно-технологическое развитие пищевой промышленности – тенденции, стратегии, вызовы: сборник статей 21-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Василия Матвеевича Горбатова, 6 декабря 2018 г.* 2018. С. 203–207.

12 Шлегель Г. *Общая микробиология*: пер. с нем. М.: Мир, 1987. 567 с.

### References

- 1 Food shelf life: Calculation and testing. St. Petersburg, Professiya, 2006. 480 p. (in Russian).
- 2 Skokan L.E., Rudenko O.S., Osipov M.V., Kondratyev N.B. Lipase as one of the factors of competitiveness of confectionery products. *Confectionery production*. 2015. no. 4. pp. 19–21. (in Russian).
- 3 Musil Y., Novakova O., Kunts K. *Modern biochemistry in schemes*. Moscow, Mir, 1981. 215 p. (in Russian).
- 4 Hardina E.V., Krasnova O.A. A way to prevent hydrolytic decomposition of fats in chilled raw meat. *All about meat*. 2018. no. 2. pp. 14–16. (in Russian).
- 5 Stoytcheva M., Montero G., Zlatev R., León J.Á. et al. Analytical Methods for Lipases Activity Determination: A Review. *Current Analytical Chemistry*. 2012. no. 8. pp. 400–407.
- 6 Hakimzadeh V., Sadeghi A. Techniques for Immobilization and Detection of Lipase: A Review. *Chemistry Research Journal*. 2017. vol. 2. no. 6. pp. 214–224.
- 7 Javed S., Azeem F., Hussain S., Rasul I. et al. Bacterial lipases: A review on purification and characterization. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 2018. no. 132. pp. 23–34.
- 8 Ibegbulam-Njoku P.N., Achi O.K., Chijioke-Osujii C.C. Use of Palm Oil Mill Effluent as Fermentative Medium by Lipase Producing Bacteria. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2014. vol. 5. no. 2. pp. 1631–1639.
- 9 Shelatkarl T., Padalia U. Lipase: An Overview and its Industrial Applications. *International Journal of Engineering Science and Computing*. 2016. vol. 6. no. 10. pp. 2629–2631.
- 10 Gerits L.R., Pareyt B., Decamps K., Delcour J.A. Lipases and Their Functionality in the Production of Wheat-Based Food Systems. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014. vol. 13. pp. 978–989.
- 11 Polyakova S.P., Pesterev M.A., Bazhenova A.E. A method for predicting the change in the quality of cocoa-containing semi-finished products by their microbiological contamination and acidity. *Innovative and technological development of the food industry - trends, strategies, challenges: collection of articles of the 21st International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbatov*. 2018. pp. 203–207. (in Russian).
- 12 Schlegel G. *General Microbiology*. Moscow, Mir, 1987. 567 p. (in Russian).

### Сведения об авторах

**Оксана С. Руденко** к.т.н., старший научный сотрудник отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий, ВНИИ КП – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Электrozаводская, 20 стр.3, г. Москва, 107023, Россия, oxana0910@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2436-4100>

**Николай Б. Кондратьев** д.т.н., главный научный сотрудник отдела современных методов оценки качества кондитерских изделий, ВНИИ КП – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Электrozаводская, 20 стр.3, г. Москва, 107023, Россия, conditerpromnbk@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3322-9621>

**Михаил А. Пестерев** младший научный сотрудник, отдел современных методов оценки качества кондитерских изделий, ВНИИ КП – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Электrozаводская, 20 стр.3, г. Москва, 107023, Россия, pesterevmisha@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0980-1862>

**Алла Е. Баженова** младший научный сотрудник, отдел современных методов оценки качества кондитерских изделий, ВНИИ КП – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Электrozаводская, 20 стр.3, г. Москва, 107023, Россия, bajenova.a@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6994-8524>

### Information about authors

**Oxana S. Rudenko** Cand. Sci. (Engin.), senior research officer assistant, department of modern methods for assessing the quality of confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food System of RAS, Elektrozavodskaya, 20, Moscow, 107023, Russia, oxana0910@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2436-4100>

**Nikolay B. Kondratiev** Dr. Sci. (Engin.), chief researcher, department of modern methods for assessing the quality of confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food System of RAS, Elektrozavodskaya, 20, Moscow, 107023, Russia, conditerpromnbk@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3322-9621>

**Mikhail A. Pesterev** junior researcher, department of modern methods for assessing the quality of confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food System of RAS, Elektrozavodskaya, 20, Moscow, 107023, Russia, pesterevmisha@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0980-1862>

**Alla E. Bazhenova** junior researcher, department of modern methods for assessing the quality of confectionery products, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food System of RAS, Elektrozavodskaya, 20, Moscow, 107023, Russia, bajenova.a@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6994-8524>

**Наталья В. Линовская** к.т.н., ведущий научный сотрудник, лаборатория технологии производства шоколадных и сахарных кондитерских изделий, ВНИИ КП – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Электрозаводская, 20 стр.3, г. Москва, 107023, Россия, choclab@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9238-8991>

**Nataliya V. Linovskaya** Cand. Sci. (Engin.), leader research, laboratory of chocolate and sugar confectionery production technology, All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food System of RAS, Elektroavodskaya, 20, Moscow, 107023, Russia, choclab@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9238-8991>

#### **Вклад авторов**

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

#### **Contribution**

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

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 06/11/2019	<b>После редакции</b> 15/11/2019	<b>Принята в печать</b> 30/11/2019
<b>Received</b> 06/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 15/11/2019	<b>Accepted</b> 30/11/2019

## Исследование коррозионного взаимодействия между белой консервной жестью и модельными средами, имитирующими томатопродукты

Ольга В. Бессараб <sup>1</sup>	upakovka@vniitek.ru	ID 0000-0001-7485-0698
Татьяна Ф. Платонова <sup>1</sup>	platokora@ya.ru	ID 0000-0001-6395-0749
Ирина В. Протункевич <sup>1</sup>	irina.protunkevitch@ya.ru	ID 0000-0001-8567-9320

<sup>1</sup> ВНИИТеК – филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; Школьная ул., 78, г. Видное, Ленинский р-н, Московская обл., 142703, Россия

**Аннотация.** При выборе металлической упаковки для консервов из томатов и в томатной заливке целесообразно учитывать их коррозионную агрессивность, т.к. коррозия внутренней поверхности является одним из факторов, оказывающих влияние на качество продукции в процессе хранения. Для рационализации коррозионных испытаний металлической упаковки и материалов целесообразным является использование модельных сред вместо пищевых продуктов. При этом следует учитывать, что ввиду наличия в составе продуктов веществ, оказывающих влияние на скорость коррозии, коррозионная агрессивность модельной среды и продукта может различаться. Исследовали кинетику коррозии белой консервной жести (ЭЖК) в томатном соке и водном растворе, содержащем щавелевую и лимонную кислоту. Состав модельной среды (0,4% лимонной кислоты + 0,3% щавелевой кислоты) был выбран на основании результатов предыдущих исследований. Скорость равномерной коррозии ЭЖК измеряли методом поляризационного сопротивления, скорость питтинговой коррозии – амперометрией нулевого сопротивления. Измерения проводили при помощи коррозиметра «Эксперт-004» в автоматическом режиме. Масса оловянного покрытия на контактной поверхности ЭЖК – 5,5–5,7 г/м<sup>2</sup>. По результатам проведенных исследований было установлено, что кинетика скорости равномерной и питтинговой коррозии ЭЖК при взаимодействии с томатным соком аналогична кинетике процесса при взаимодействии с модельной средой. Как для модельной среды, так и для томатного сока коррозионный процесс имеет равномерный характер – средние стационарные значения скоростей питтинга в 7,5–7,6 раз ниже, чем соответствующие значения для равномерной коррозии (для модельной среды – 2,73 и 20,46 мкм/год; для томатного сока – 1,12 и 8,54 мкм/год). При этом коррозионная агрессивность по отношению к ЭЖК для томатного сока в 2,4 раза меньше, чем для модельной среды. Таким образом, двухкомпонентную модельную среду, содержащую 0,4 % лимонной и 0,3 % щавелевой кислоты, целесообразно использовать для коррозионных испытаний металлической упаковки и материалов с учётом поправочного коэффициента.

**Ключевые слова:** белая консервная жесть, скорость коррозии, равномерная коррозия, питтинговая коррозия, метод поляризационного сопротивления, амперометрия нулевого сопротивления, модельная среда, щавелевая кислота, лимонная кислота, томатный сок

## Investigation of corrosion interaction between white tin cans and model media simulating tomato products

Olga V. Bessarab <sup>1</sup>	upakovka@vniitek.ru	ID 0000-0001-7485-0698
Tatyana F. Platonova <sup>1</sup>	platokora@ya.ru	ID 0000-0001-6395-0749
Irina V. Protunkevitch <sup>1</sup>	irina.protunkevitch@ya.ru	ID 0000-0001-8567-9320

<sup>1</sup> Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Shkolnaya st., 78, Vidnoe place, Leninskiy district, Moscow region, 142703 Russia

**Abstract.** When choosing metal packaging for canned tomatoes and in tomato pouring, it is advisable to take into account their corrosiveness, since corrosion of the inner surface is one of the factors affecting the quality of products during storage. To rationalize corrosion testing of metal packaging and materials, it is advisable to use model media instead of food products. It should be borne in mind that, due to the presence in the composition of products of substances that affect the corrosion rate, the corrosiveness of the model environment and the product may vary. The corrosion kinetics of canned tinplate (ELC) in tomato juice and in an aqueous solution containing oxalic and citric acid was studied. The composition of the model medium (0.4% citric acid + 0.3% oxalic acid) was selected based on the results of previous studies. The uniform corrosion rate of ELC was measured by the polarization resistance method, the pitting corrosion rate was measured by zero resistance amperometry. The measurements were carried out using an Expert-004 corrosion meter in automatic mode. The mass of the tin coating on the contact surface of the ELC is 5.5–5.7 g/m<sup>2</sup>. According to the results of the studies, it was found that the kinetics of the rate of uniform and pitting corrosion of the ELC when interacting with tomato juice is similar to the kinetics of the process when interacting with a model medium. For both the model environment and tomato juice, the corrosion process is uniform - the average stationary pitting rates are 7.5–7.6 times lower than the corresponding values for uniform corrosion (for the model environment – 2.73 and 20.46 μm/year; for tomato juice - 1.12 and 8.54 μm/year). At the same time, the corrosiveness with respect to ELC for tomato juice is 2.4 times less than for a model medium. Thus, it is advisable to use a two-component model medium containing 0.4% citric and 0.3% oxalic acid for corrosion testing of metal packaging and materials, taking into account the correction factor.

**Keywords:** tinplate, corrosion rate, uniform corrosion, pitting corrosion, polarization resistance method, zero-resistance amperometry, model media, oxalic acid, citric acid, tomato juice

Для цитирования

Бессараб О.В., Платонова Т.Ф., Протункевич И.В. Исследование коррозионного взаимодействия между белой консервной жестью и модельными средами, имитирующими томатопродукты // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 71–76. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-71-76

For citation

Bessarab O.V., Platonova T.F., Protunkevitch I.V. Investigation of corrosion interaction between white tin cans and model media simulating tomato products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 71–76. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-71-76

## Введение

Банки из белой консервной жести электролитического лужения (ЭЖК) используют для упаковки консервированных продуктов из томатов и в томатной заливке. В составе томатов содержатся лимонная, щавелевая и другие органические кислоты [1], которые являются причиной электрохимической коррозии жести. Электрохимическая коррозия жести происходит на границе раздела «металл-продукт» в результате одновременно протекающих реакций анодного окисления металла и катодного восстановления ионов электролита. Вследствие этого происходит миграция ионов металлов в продукт, и в процессе хранения происходит накопление солей олова и железа в консервах, что приводит к ухудшению их потребительских свойств [2, 3]. Таким образом, при выборе металлической упаковки следует учитывать коррозионную устойчивость материала. Для рационализации коррозионных испытаний металлической упаковки и упаковочных материалов целесообразной является замена пищевых продуктов модельными средами – водными растворами, содержащими коррозионно-активные вещества, в основном органические кислоты [4, 5]. Такой подход обеспечивает воспроизводимость результатов испытаний, т. е. модельные среды, в отличие от пищевых продуктов, имеют стабильный химический состав. При этом коррозионная агрессивность консервов и модельной среды может значительно различаться ввиду наличия в составе томатов и продуктов их переработки веществ, оказывающих влияние на скорость коррозии жести: пектиновых веществ, пигментов, сахаров [6–8]. Таким образом, с целью корректной интерпретации результатов коррозионных испытаний представляет интерес установление корреляции между коррозионным поведением белой консервной жести в модельных средах и томатопродуктах.

Цель работы – исследование кинетики коррозии белой консервной жести (ЭЖК) в томатном соке и водном растворе, содержащем щавелевую и лимонную кислоту. По результатам ранее проведённых исследований нами было установлено, что в качестве модельной коррозионной среды, имитирующей овощные консервы, целесообразно использовать двухкомпонентный водный раствор, содержащий 0,4% лимонной и 0,3% щавелевой кислоты [9, 10].

## Материалы и методы

В настоящей работе в качестве модельных коррозионных сред использовали:

- томатный сок, полученный путём смешивания томатной пасты с водой в соотношении 1:4 по массе (массовая доля сухих веществ в томатной пасте – 25–28%);

- водный раствор, содержащий 0,4% лимонной кислоты и 0,3% щавелевой кислоты (далее – модельная среда).

Определение поправочного коэффициента для оценки коррозионной агрессивности консервированных продуктов проводили по разработанной нами схеме эксперимента, включающей в себя:

- 1) получение кривых скоростей равномерной и питтинговой коррозии при взаимодействии ЭЖК с двухкомпонентной модельной средой, содержащей 0,4% лимонной кислоты и 0,3% щавелевой кислоты;
- 2) получение кривых скоростей равномерной и питтинговой коррозии при взаимодействии ЭЖК с томатной пастой, смешанной с водой;
- 3) расчёт средних стационарных значений скоростей коррозии;
- 4) расчёт поправочного коэффициента.

Скорость равномерной коррозии ( $K$ ) определяли методом поляризационного сопротивления по двухэлектродной схеме. Сущность метода заключается в создании постоянной разности потенциалов (внешней поляризации) между двумя одинаковыми пластинами металла, служащими электродами, и измерении параметров возникающего при этом тока. Скорость питтинговой (точечной) коррозии ( $P$ ) определяли посредством амперометрии нулевого сопротивления по двухэлектродной схеме. Метод основан на измерении плотности тока, протекающего между одинаковыми пластинами металла (электродами) при отсутствии внешней поляризации, т. е. в условиях самопроизвольного процесса [11–13].

Исследования проводили в соответствии с методикой, разработанной во ВНИИТЭК, с использованием микропроцессорного универсального коррозиметра «Эксперт-004», обеспечивающего одновременное автоматическое измерение скоростей равномерной и питтинговой коррозии при величине поляризующего импульса 10 мВ. Продолжительность одного исследования составила 160–168 ч; запись значений скорости коррозии проводили в автоматическом режиме с интервалом 4 ч. Коррозионная ячейка состоит из стеклянной основы, двух одинаковых пластин металла (электродов), двух уплотнительных прокладок из полимерного материала (пластизоль) и фиксирующего устройства. Основа изготовлена из термостойкого стекла и представляет собой открытый с двух сторон цилиндр с горловиной для заполнения. Фиксирующее устройство представляет собой две прямоугольные пластины из пластика, соединённые двумя винтами. Electroды представляют собой пластины ЭЖК размером 60×120 мм; масса оловянного покрытия на поверхности, контактирующей со средой, составляет 5,5–5,7 г/м<sup>2</sup>, что соответствует II классу покрытия по ГОСТ 13345–85 [14, 15].

По результатам измерений были построены графики, отражающие кинетику коррозионного процесса – изменение скорости равномерной и питтинговой коррозии ЭЖК с течением времени. Исходя из анализа графиков, были рассчитаны средние стационарные значения скоростей коррозии ЭЖК, характеризующие агрессивность коррозионных сред.

Среднее стационарное значение скорости равномерной коррозии  $\bar{K}_{cm}$ , мкм/год, рассчитывали по формуле

$$\bar{K}_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (1)$$

где  $K_i$  – значение скорости равномерной коррозии, измеренное в стационарном режиме;  $n$  – количество измерений скорости равномерной коррозии в стационарном режиме.

Среднее стационарное значение скорости питтинговой коррозии  $\bar{P}_{cm}$ , мкм/год, рассчитывали по формуле

$$\bar{P}_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – значение скорости питтинговой коррозии, измеренное в стационарном режиме, мкм/год;  $n$  – количество измерений скорости питтинговой коррозии в стационарном режиме.

Среднее квадратическое отклонение результатов измерений  $S_K$ , мкм/год, стационарной скорости равномерной коррозии рассчитывали по формуле

$$S_K = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{K}_{cm} - K_i)^2}{n-1}, \quad (3)$$

где  $\bar{K}_{cm}$  – среднее стационарное значение скорости равномерной коррозии, мкм/год;  $K_i$  – значение скорости равномерной коррозии, измеренное в стационарном режиме, мкм/год;  $n$  – количество измерений скорости равномерной коррозии в стационарном режиме.

Среднее квадратическое отклонение результатов измерений  $S_P$ , мкм/год, стационарной скорости питтинговой коррозии рассчитывали по формуле

$$S_P = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{P}_{cm} - P_i)^2}{n-1}, \quad (4)$$

где  $\bar{P}_{cm}$  – среднее стационарное значение скорости питтинговой коррозии, мкм/год;  $P_i$  – значение скорости питтинговой коррозии, измеренное в стационарном режиме, мкм/год;  $n$  – количество измерений скорости питтинговой коррозии в стационарном режиме.

Поправочный коэффициент для скорости равномерной коррозии  $R_K$  рассчитывали по формуле

$$R_K = \frac{\bar{K}_{cm}^{mc}}{\bar{K}_{cm}^{np}}, \quad (5)$$

где  $\bar{K}_{cm}^{mc}$  – среднее значение стационарной скорости равномерной коррозии для модельной среды;  $\bar{K}_{cm}^{np}$  – среднее значение стационарной скорости равномерной коррозии для продукта.

Поправочный коэффициент для скорости питтинговой коррозии  $R_P$  рассчитывали по формуле

$$R_P = \frac{\bar{P}_{cm}^{mc}}{\bar{P}_{cm}^{np}}, \quad (6)$$

где  $\bar{P}_{cm}^{mc}$  – среднее значение стационарной скорости равномерной коррозии для модельной среды;  $\bar{P}_{cm}^{np}$  – среднее значение стационарной скорости равномерной коррозии для продукта.

### Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлены графики, отражающие кинетику скорости равномерной и питтинговой коррозии ЭЖК при взаимодействии с модельной средой и томатным соком.

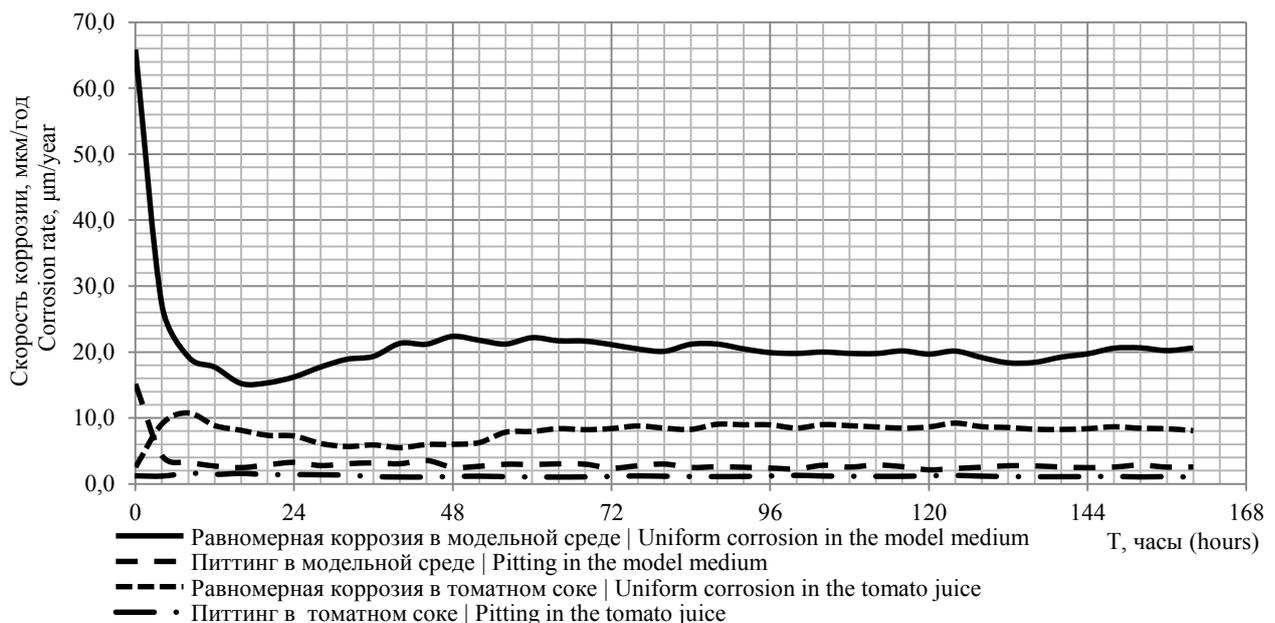


Рисунок 1. Кинетика скорости коррозии ЭЖК

Figure 1. Corrosion kinetics of tinplate

При взаимодействии ЭЖК с модельной средой коррозионный процесс имеет следующий характер. В начале исследования скорость равномерной коррозии имеет максимальное значение (65,8 мкм/год), затем происходит её снижение и через 20 ч от начала исследования достигается минимальное значение (15,2 мкм/год). В течение последующих 20 ч скорость коррозии увеличивается, и процесс переходит в стационарный режим. Скорость питтинга в начале исследования имеет максимальное значение (15,2 мкм/год), которое в течение 4 ч снижается до стационарного. Такой характер коррозионного процесса объясняется осаждением на поверхности жести труднорастворимых продуктов коррозии, преимущественно гидроксида олова, образующегося вследствие диссоциации цитратов, а также оксалата олова [16]. В течение первых 20 ч осаждение продуктов коррозии преобладает над растворением пассивационного хроматного слоя, вследствие чего наблюдается уменьшение скорости процесса. Увеличение скорости равномерной коррозии объясняется частичным растворением осадка в избытке кислоты вследствие образования комплексных ионов [17], а также увеличением площади катода из-за растворения олова и обнажения участков стальной основы [18].

Переход коррозионного процесса в стационарный режим происходит при достижении равновесия между осаждением и растворением продуктов коррозии.

При взаимодействии ЭЖК с томатным соком в течение 8 ч от начала исследования скорость равномерной коррозии увеличивается от 2,5 до 10,8 мкм/год, затем в течение последующих 32 ч снижается до минимального значения (5,5 мкм/год), затем в течение следующих 16 ч скорость коррозии увеличивается, и процесс переходит в стационарный режим. Скорость питтинга в течение 8–16 ч от начала исследования увеличивается с 1,2 до 1,6 мкм/год, а затем в течение последующих 20 ч снижается до стационарного значения. Увеличение скорости равномерной и питтинговой коррозии в начальном периоде, вероятно, связано с преобладанием растворения хроматного слоя над осаждением продуктов коррозии. После растворения хроматного слоя скорость коррозии снижается вследствие осаждения на поверхность жести оксалата и гидроксида олова.

В таблице 1 представлены параметры процесса коррозии ЭЖК при взаимодействии с модельной средой и томатным соком, рассчитанные по формулам (1)–(6).

Таблица 1.

## Параметры процесса коррозии

Table 1.

## Corrosion process parameters

Коррозионная среда Corrosion medium	Вид коррозии   Corrosion type				$\bar{K}_{ст} / \bar{P}_{ст}$
	Равномерная   Uniform		Питтинговая   Pitting		
	$\bar{K}_{ст} \pm S_K$ , мкм/год   $\mu\text{m/year}$	n	$\bar{P}_{ст} \pm S_P$ , мкм/год   $\mu\text{m/year}$	n	
Модельная среда   Model medium	20,46±1,00	31	2,73±0,31	39	7,49
Томатный сок   Tomato juice	8,54±0,34	27	1,12±0,07	32	7,62
Поправочный коэффициент Correction coefficient	2,40	–	2,44	–	–

Как для модельной среды, так и для томатной пасты, процесс имеет равномерный характер – среднее стационарное значение скорости равномерной коррозии в 7,5–7,6 раз больше среднего стационарного значения скорости питтинга (таблица 1).

Из данных таблицы 1 видно, что томатный сок менее агрессивен по отношению к ЭЖК, чем модельная среда, содержащая 0,4% лимонной и 0,3% щавелевой кислоты. Это объясняется ингибирующим действием пектина [19], содержащегося в продуктах переработки томатов.

На основании анализа результатов исследований можно сделать вывод, что кинетика коррозионного процесса при взаимодействии ЭЖК с томатным соком в целом аналогична кинетике процесса при взаимодействии с модельной средой.

## Заключение

1. Кинетика равномерной и питтинговой коррозии ЭЖК при взаимодействии с томатным соком аналогична кинетике процесса при взаимодействии с двухкомпонентной модельной средой, содержащей 0,4% лимонной и 0,3% щавелевой кислоты.

2. Для томатного сока и двухкомпонентной модельной среды, содержащей 0,4% лимонной и 0,3% щавелевой кислоты, коррозионный процесс имеет равномерный характер.

3. Для оценки металлической упаковки и материалов, предназначенных для фасования томатных и томатсодержащих консервов, целесообразно использовать двухкомпонентную модельную среду, содержащую 0,4% лимонной и 0,3% щавелевой кислоты, с учётом поправочного коэффициента 2,4.

## Литература

- 1 Salunkhe D.K., Jadhav S.J., Yu M.H. Quality and Nutritional Composition of Tomato Fruit as Influenced by Certain Biochemical and Physiological Changes // *Plant Foods for Human Nutrition*. 1974. V. 24. № 1–2. P. 85–113. doi: 10.1007/BF01092727
- 2 Чавчанидзе А.Ш. Защита металлических тарных материалов от коррозии // *Пищевая промышленность*, 2010. № 6. С. 20–21.
- 3 Abdel-Rahman N.A.-G. Tin-plate Corrosion in Canned Foods // *Journal of Global Biosciences*. 2015. V. 4. № 7. P. 2966–2971.
- 4 Шавырин В.А., Товстокопа Н.С., Чавчанидзе А.Ш., Тимофеева Н.Ю. и др. Соответствие между десятибалльной шкалой коррозионной стойкости металлических тарных материалов и классификацией консервов по степени коррозионной агрессивности // *Практика противокоррозионной защиты*. 2011. № 1. С. 56–60.
- 5 Allman A., Jewell E., de Vooy A., Hayes R. et al. Food packaging simulant failure mechanisms in next generation steel packaging // *Packaging Technology and Science*. 2019. V. 32. № 9. P. 441–455. doi: 10.1002/pts.2448
- 6 Robertson G.L. *Food Packaging: Principles and Practice*, Third Edition. CRC Press, 2012. 773 p.
- 7 Haruna K., Obot I.B., Anka N.K., Sorour A.A. et al. Gelatin: A green corrosion inhibitor for carbon steel in oil well acidizing environment // *Journal of Molecular Liquids*. 2018. V. 264. P. 515–525. doi: 10.1016/j.molliq.2018.05.058
- 8 Zumelzu E., Cabezas C., Leufuman A., Llanos M. et al. Effect of sugar food products on the integrity of tinplate containers // *Acta Alimentaria*. 2000. V. 29. № 4. P. 367–375. doi: 10.1556/AAlim.29.2000.4.7
- 9 Бессараб О.В., Платонова Т.Ф., Протункевич И.В. Коррозионная агрессивность растворов щавелевой кислоты, имитирующих овощные консервы // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: пищевые и биотехнологии*. 2018. Т. 6. № 4. С. 67–73. doi: 10.14529/food180409
- 10 Бессараб О.В., Платонова Т.Ф., Протункевич И.В. Моделирование коррозионного процесса при взаимодействии белой жести с овощными консервами // *Вестник ВГУИТ*. 2019. Т. 81. № 1 (79). С. 149–159. doi: 10.20914/2310-1202-2019-1-149-159
- 11 Ануфриев Н.Г. Применение методов поляризационного сопротивления и амперометрии нулевого сопротивления для изучения коррозионного поведения металлов в водных средах // *Практика противокоррозионной защиты*. 2003. № 4 (30). С. 10–13.
- 12 Чавчанидзе А.Ш., Ракоч А.Г., Тимофеева Н.Ю., Базаркин А.Ю. Электрохимические исследования коррозионной стойкости металлических материалов в пищевых средах // *Коррозия: материалы и защита*. 2008. № 12. С. 10–16.
- 13 Ануфриев Н.Г. Новые возможности применения метода линейного поляризационного сопротивления в коррозионных исследованиях и на практике // *Коррозия: материалы, защита*. 2012. № 1. С. 36–43.
- 14 Andryushchenko E.A., Kotlov Y.G., Polyakov S.G., Robsman G.I. et al. Evaluation of the corrosion aggressiveness of pre-serving media by the polarization resistance method // *Protection Of Metals*. 1988. V. 23. № 5. P. 636–638.
- 15 Шавырин В.А., Чавчанидзе А.Ш., Тимофеева Н.Ю. Экспресс-метод коррозионных испытаний консервных банок // *Продукты длительного хранения*. 2009. № 3. С. 12–14.
- 16 Шейхет Ф.И. *Материаловедение химикатов, красителей и моющих средств*. Москва: Легкая индустрия, 1969. 324 с.
- 17 Характерные и специфические реакции катионов олова. URL: <https://medlec.org/lek2-50007.html>
- 18 Che Y., Han Z., Luo B., Xia D. et al. Corrosion Mechanism Differences of Tinplate in Aerated and Deaerated Citric Acid Solution // *International Journal of Electrochemical Science*. 2012. V. 7. P. 9997–10007.
- 19 Umoren S.A., Obot I.B., Madhankumar A., Gasem Z.M. Performance evaluation of pectin as ecofriendly corrosion inhibitor for X60 pipeline steel in acid medium: Experimental and theoretical approaches // *Carbohydrate Polymers*. 2015. V. 124. P. 280–291. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.02.036

## References

- 1 Salunkhe D.K., Jadhav S.J., Yu M.H. Quality and Nutritional Composition of Tomato Fruit as Influenced by Certain Biochemical and Physiological Changes. *Plant Foods for Human Nutrition*. 1974. vol. 24. no. 1–2. pp. 85–113. doi: 10.1007/BF01092727
- 2 Chavchanidze A.Sh. Protection of metal tare materials from corrosion. *Food industry*. 2010. no. 6. pp. 20–21 (in Russian).
- 3 Abdel-Rahman N.A.-G. Tin-plate Corrosion in Canned Foods. *Journal of Global Biosciences*. 2015. vol. 4. no. 7. pp. 2966–2971.
- 4 Shavyrin V.A., Tovstokora N.S., Chavchanidze A.Sh., Timofeeva N.Ju. et al. Correlation between a scale of one to ten for corrosion resistance metallic packing materials and classification of canned food ranking in terms of its corrosion activity. *Praktika protivokorroziionnoj zashhity*. 2011. no. 1. pp. 56–60. (in Russian).
- 5 Allman A., Jewell E., de Vooy A., Hayes R. et al. Food packaging simulant failure mechanisms in next generation steel packaging. *Packaging Technology and Science*. 2019. vol. 32. no. 9. pp. 441–455. doi: 10.1002/pts.2448
- 6 Robertson G.L. *Food Packaging: Principles and Practice*, Third Edition. CRC Press, 2012. 773 p.
- 7 Haruna K., Obot I.B., Anka N.K., Sorour A.A. et al. Gelatin: A green corrosion inhibitor for carbon steel in oil well acidizing environment. *Journal of Molecular Liquids*. 2018. vol. 264. pp. 515–525. doi: 10.1016/j.molliq.2018.05.058
- 8 Zumelzu E., Cabezas C., Leufuman A., Llanos M. et al. Effect of sugar food products on the integrity of tinplate containers. *Acta Alimentaria*. 2000. vol. 29. no. 4. pp. 367–375. doi: 10.1556/AAlim.29.2000.4.7
- 9 Bessarab O.V., Platonova T.F., Protunkevich I.V. Corrosion aggressiveness of oxalic acid solutions simulating canned vegetables. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2018. vol. 6. no. 4. pp. 67–73. doi: 10.14529/food180409 (in Russian).
- 10 Bessarab O.V., Platonova T.F., Protunkevich I.V. Modeling of the corrosion process in the interaction of tinplate with vegetable canned food. *Proceedings of VSUET*. 2019. vol. 81. no. 1 (79). pp. 149–159. doi: 10.20914/2310-1202-2019-1-149-159 (in Russian).

- 11 Anufriev N.G. Application of polarization resistance and zero-resistance amperometry methods for investigation of corrosion metal conduct in water media. The practice of corrosion protection. 2003. no. 4 (30). pp. 10–13. (in Russian).
- 12 Chavchanidze A.Sh., Rakoch A.G., Timofeeva N.Ju., Bazarkin A.Ju. Electrochemical studies of the metal materials corrosion resistance in food. Corrosion: materials and protection. 2008. no. 12. pp. 10–16. (in Russian).
- 13 Anufriev N.G. New opportunities for application of the linear polarization resistance method in corrosion researches and in practice. Corrosion: materials and protection, 2012. no. 1. pp. 36–43. (in Russian).
- 14 Andryushchenko E.A., Kotlov Y.G., Polyakov S.G., Robsman G.I. et al. Evaluation of the corrosion aggressiveness of pre-serving media by the polarization resistance method. Protection Of Metals. 1988. vol. 23. no. 5. pp. 636–638.
- 15 Shavyrin V.A. Bazarkin A.Ju., Chavchanidze A.Sh., Timofeeva N.Ju. Express method of cans corrosion testing. Produkty dlitel'nogo hranenija. 2009. no. 3. pp. 12–14. (in Russian).
- 16 Shejhet F.I. Materials Science for Chemicals, Dyes, and Detergents. Moscow, Legkaja industrija, 1969. 324 p. (in Russian).
- 17 Characteristic and specific reactions of tin cations. Available at: <https://medlec.org/lek2-50007.html> (in Russian).
- 18 Che Y., Han Z., Luo B., Xia D. et al. Corrosion Mechanism Differences of Tinplate in Aerated and Deaerated Citric Acid Solution. International Journal of Electrochemical Science. 2012. vol. 7. pp. 9997–10007.
- 19 Umoren S.A., Obot I.B., Madhankumar A., Gasem Z.M. Performance evaluation of pectin as ecofriendly corrosion inhibitor for X60 pipeline steel in acid medium: Experimental and theoretical approaches. Carbohydrate Polymers. 2015. vol. 124. pp. 280–291. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.02.036

**Сведения об авторах**

**Ольга В. Бессараб** зав. отделом, ст. научный сотрудник, отдел тары и упаковки, ВНИИТеК– филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Школьная ул., д. 78, г. Видное, Ленинский р-н, Московская обл., 142703, Россия, upakovka@vniitek.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7485-0698>

**Татьяна Ф. Платонова** к.т.н., ведущий научный сотрудник, отдел тары и упаковки, ВНИИТеК– филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Школьная ул., д. 78, г. Видное, Ленинский р-н, Московская обл., 142703, Россия, platokora@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6395-0749>

**Ирина В. Протункевич** инженер-исследователь, отдел тары и упаковки, ВНИИТеК– филиал «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Школьная ул., д. 78, г. Видное, Ленинский р-н, Московская обл., 142703, Россия, irina.protunkevitch@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8567-9320>

**Вклад авторов**

**Ольга В. Бессараб** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты, написала рукопись и несёт ответственность за плагиат

**Татьяна Ф. Платонова** консультация в ходе исследования, провела эксперимент

**Ирина В. Протункевич** провела эксперимент

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Olga V. Bessarab** head of laboratory, senior researcher, packaging laboratory, Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Shkolnaya st., 78, Vidnoe place, Leninskiy district, Moscow region, 142703 Russia, upakovka@vniitek.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7485-0698>

**Tatyana F. Platonova** Cand. Sci. (Engin.), leader researcher, packaging laboratory, Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Shkolnaya st., 78, Vidnoe place, Leninskiy district, Moscow region, 142703 Russia, platokora@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6395-0749>

**Irina V. Protunkevitch** researcher engineer, packaging laboratory, Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Shkolnaya st., 78, Vidnoe place, Leninskiy district, Moscow region, 142703 Russia, irina.protunkevitch@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8567-9320>

**Contribution**

**Olga V. Bessarab** review of the literature on an investigated problem, performed computations, wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

**Tatyana F. Platonova** consultation during the study, conducted an experiment

**Irina V. Protunkevitch** conducted an experiment

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 14/11/2019	После редакции 25/11/2019	Принята в печать 04/12/2019
Received 14/11/2019	Accepted in revised 25/11/2019	Accepted 04/12/2019

## Исследование и разработка желеино-ягодного мармелада с природными полисахаридами на основе отработанного сиропа после осмотического обезвоживания

Лидия В. Беркетова <sup>1</sup>	lidia.berketova@ya.ru	ID 0000-0002-1798-6131
Наталья А. Грибова <sup>1</sup>	natali-g@bk.ru	ID 0000-0002-3250-9042
Людмила Г. Елисеева <sup>1</sup>	Eliseeva.LG@rea.ru	ID 0000-0002-2715-9989

<sup>1</sup> Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова Стремянный переулок, д. 36, 117997, Москва, Россия

**Аннотация.** Показана целесообразность использования гипертонического раствора сахарозы 60%, полученного в результате осмотического обезвоживания ягодного сырья для производства мармеладных изделий. В качестве структурообразователей были использованы полисахариды природного происхождения: агар-агар, альгинат натрия и каррагинан. В полученных образцах пищевых систем определяли органолептические показатели: внешний вид, консистенция, вкус и запах, структурно-механические и физико-химические характеристики полученных образцов: активность воды, прочность студня и температуру плавления. Как показали результаты исследования, прочность мармелада желеино-ягодного лежала в пределах от 1390,62 (Sodium Alginate 650 CPS) до 25507,6 Па (Агар-агар + Carraginan BF 30 Clear). Массовая доля влаги в образцах составила от 25,88 (Агар-агар + Sodium Alginate 650 CPS) до 39,10% (Агар-агар + Carraginan WR-78), активность воды от 0,598 (Агар-агар + Sodium Alginate 650 CPS) до 0,759 (Агар-агар + Carraginan BF 30 Clear). Вносимые структурообразователи оказывали положительное влияние на структуру полученных образцов и органолептические показатели качества. Все образцы имели выраженный клубничный аромат и вкус без посторонних запахов и привкусов. Цвет полученных образцов имел красную гамму от светло-красного до темно-коричневого. Выявлена целесообразность использования гипертонического раствора сахарозы после осмотического обезвоживания ягодного сырья в сочетании с природными полисахаридами с целью формирования структурной матрицы пищевой системы различной прочности, а именно для производства мармеладных изделий и термостабильной начинки для использования в кондитерском производстве.

**Ключевые слова:** пищевая матрица, полисахариды, гипертонический раствор сахарозы, активность воды, прочность студня, органолептические показатели

## Research and development of jelly-berry marmalade with natural polysaccharides based on spent syrup after osmotic dehydration

Lidiya V. Berketova <sup>1</sup>	lidia.berketova@ya.ru	ID 0000-0002-1798-6131
Natal'ya A. Gribova <sup>1</sup>	natali-g@bk.ru	ID 0000-0002-3250-9042
Ludmila G. Eliseeva <sup>1</sup>	Eliseeva.LG@rea.ru	ID 0000-0002-2715-9989

<sup>1</sup> Plekhanov Russian University of Economics Stremyanny lane 36, Moscow, 117997, Russia

**Abstract.** The expediency of using a hypertonic solution of sucrose 60% obtained as a result of osmotic dehydration of berry raw materials for the production of marmalade products is shown. As structure-forming agents, polysaccharides of natural origin were used: agar-agar, sodium alginate, and carrageenan. Organoleptic indicators were determined in the obtained samples of food systems: appearance, texture, taste and smell, structural-mechanical and physico-chemical characteristics of the obtained samples: water activity, jelly strength and melting point. As the results of the study showed, the strength of jelly marmalade ranged from 1390.62 (Sodium Alginate 650 CPS) to 25507.6 Pa (Agar-agar + Carraginan BF 30 Clear). The mass fraction of moisture in the samples ranged from 25.88 (Agar-agar + Sodium Alginate 650 CPS) to 39.10% (Agar-agar + Carraginan WR-78), water activity from 0.598 (Agar-agar + Sodium Alginate 650 CPS) up to 0.759 (Agar-agar + Carraginan BF 30 Clear). The introduced builders had a positive effect on the structure of the obtained samples and organoleptic quality indicators. All images had a pronounced strawberry aroma and taste without extraneous odors and smacks. The color of the obtained images had a red gamut from light red to dark brown. The expediency of using a hypertonic solution of sucrose after osmotic dehydration of berry raw materials in combination with natural polysaccharides in order to form a structural matrix of a food system of various strengths, namely for the production of marmalade products and thermostable filling for use in confectionery production, has been revealed.

**Keywords:** food matrix, polysaccharides, hypertonic solution of sucrose, water activity, jelly strength, organoleptic characteristics

### Введение

Развитие пищевой промышленности направлено не только на насыщение рынка продуктами питания, которые имели бы высокие показатели качества и безопасности, но и на развитие безотходных технологий производства

пищевых продуктов с целью улучшения использования природных ресурсов в полном объеме и улучшения экологической обстановки.

Наиболее эффективным применением отработанного сиропа после осмоса ягод является его использование при приготовлении кондитерских изделий: мармелада, джема и термостабильной

Для цитирования

Беркетова Л.В., Грибова Н.А., Елисеева Л.Г. Исследование и разработка желеино-ягодного мармелада с природными полисахаридами на основе отработанного сиропа после осмотического обезвоживания // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 77–82. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-77-82

For citation

Berketova L.V., Gribova N.A., Eliseeva L.G. Research and development of jelly-berry marmalade with natural polysaccharides based on spent syrup after osmotic dehydration. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 77–82. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-77-82

начинки для выпечки, а также сиропов, безалкогольных напитков и ликеров.

Автором Nissim J. Hassid изучались мармеладноподобные продукты на основе смеси сахара, фруктового сока и пектина с последующим испарением воды при температурах ниже температуры кипения до концентрации сахара в смеси до 60–66% с целью получения более прочных пищевых систем. Полученные мармеладноподобные системы способны выдержать температуру выпечки без плавления и, следовательно, могут быть использованы в тортах, пирожных и подвергаться нормальному процессу выпечки [2].

Наиболее значимыми структурообразователями в пищевых системах являются полисахариды различной природы: крахмал, пектин, камеди, агар-агар и другие, которые служат для сгущения или гелирования водных растворов и формируют структуры различной вязкости и твердости [3, 4]. Полисахариды могут использоваться в производстве пищевых продуктов как самостоятельный компонент, так и в композициях друг с другом, что позволяет синергировать их взаимодействие по образованию структурной матрицы пищевой системы [4, 5]. Полисахариды красных морских водорослей (агар-агар, фуцелларан) наряду с желатином используются для разработки ассортимента студневых композиций при изготовлении заливных блюд [6].

**Цель работы** – изучение возможности использования гипертонического раствора сахарозы после осмотического обезвоживания ягодного сырья для производства желеинового ягодного мармелада, обогащенного водорастворимыми компонентами [1].

## Материалы и методы

Объектами исследования служили коммерческие образцы полисахаридов (структурообразователей), полученные из водорослей: агар-агар [7], альгинат натрия [8], каррагинан [9, 10], гипертонический раствор сахарозы 60% после осмотического обезвоживания свежей земляники садовой. Прочность студней определяли с помощью прибора Валента, температуру плавления и массовую долю сухих веществ – по ГОСТ 26185 [11], органолептические показатели – по ГОСТ 6442 [12], активность воды определялась с помощью анализатора активности воды Aqualab Pre диапазон измерений от 0,030–1,000 (точность ± 0,010) [13–15].

Для приготовления образцов желеинового мармелада были выбраны соотношения компонентов, представленные в таблице 1.

Для приготовления образцов мармелада навески образцов полисахарида (структурообразователя) заливали дистиллированной водой и оставляли для набухания или полного его растворения. Затем подготовленные образцы полисахаридов (структурообразователей) вносили в гипертонический 60%-ный раствор сахарозы, размешивали и уваривали в течение 7–10 мин. Горячие образцы разливали в формы, остужали до комнатной температуры и охлаждали при температуре (+2) – (+5)°C до полного застывания.

В качестве контроля был рассмотрен классический образец мармелада, приготовленный на агар-агаре. Органолептические характеристики полученных образцов представлены в таблице 2. Образцы № 1 – Agar-agar, № 2 – Sodium Alginate 650 CPS, № 3 – Carraginan WR-78, № 4 – Agar-agar + Sodium Alginate 650 CPS, № 5 – Agar-agar + Carraginan WR-78, № 6 – Agar-agar + Sodium Alginate 650 CPS + Carraginan WR-78, № 7 – Carraginan BF 30 Clear и № 8 – Agar-agar + Carraginan BF 30 Clear.

Таблица 1.

Соотношения ингредиентов при производстве мармеладного изделия

Table 1.

The ratio of ingredients in the production of marmalade products

Образец Sample	Сироп, мл Syrup, ml	Агар-агар, г Agar-agar, g	Sodium Alginate 650 CPS, г Sodium Alginate 650 CPS, g	Carraginan WR-78, г Carraginan WR-78, g	Carraginan BF 30 Clear, г Carraginan BF 30 Clear g
1	50	2,5	-	-	-
2	50	-	2,5	-	-
3	50	-	-	2,5	-
4	50	1,25	1,25	-	-
5	50	1,25	-	1,25	-
6	50	0,8	0,8	0,8	-
7	50	-	-	-	2,5
8	50	1,25	-	-	1,25

Таблица 2.

Table 2.

## Органолептические показатели образцов мармелада

## Organoleptic characteristics of marmalade samples

Образцы Samples	Наименование показателей и характеристика Name of indicators and characteristic				
	Внешний вид Appearance	Консистенция Consistency	Вкус, запах Taste, smell	Цвет Colour	Примечание Note
1	Правильная форма, без деформации поверхность гладкая, полуматовая, глянцевая The correct form, without deformation, the surface is smooth, semi-gloss, glossy	Плотная, однородная, упругая   Dense, uniform, elastic	Клубничный, без посторонних примесей Strawberry free of impurities	Светло- красный Light red	Для производства мармелада For the production of marmalade
2	Без сохранения формы, непрозрачный No shape retention, opaque	Мягкая, кашцеобразная, зернистая   Soft, mushy, granular		Красно- коричневый Red brown	Нежелателен для производства мармелада, т. к. в процессе приготовления не приобрел студнеобразную форму, может быть использован в качестве термостабильной начинки It is undesirable for the production of marmalade, because in the process of preparation it has not acquired a jelly-like form, can be used as a thermostable filling
3	Правильная форма, поверхность гладкая, прозрачный   The correct form, the surface is smooth, transparent	Плотная, однородная с пузырьками   Dense, homogeneous with bubbles		Светло- красный Light red	Для производства мармелада For the production of marmalade
4	Правильная форма, прозрачный, поверхность не глянцевая	Липкая, эластичная, плотная   Sticky, elastic, dense		Светло- коричневый Light brown	
5	Правильная форма, прозрачный, поверхность гладкая, глянцевая   The correct form, transparent, the surface is not glossy	Рыхлая, на поверхности упругая, плотная, эластичная, липкая   Loose, on the surface elastic, dense, elastic, sticky		Ярко-красный Bright red	
6	Правильная форма, прозрачный, глянцевый   Regular shape, transparent, glossy	Рыхлая неоднородная, плотная, эластичная, липкая Loose heterogeneous, dense, elastic, sticky		Красно- оранжевый Red orange	
7	Правильная форма, с четким контуром, без деформации, поверхность глянцевая, без трещин, без подтеков, не прозрачный   The correct form, with a clear contour, without deformation, the surface is glossy, without cracks, without smudges, not transparent	Студнеобразная, с вкраплениями зерен каррагинана, мягкая, липкая, неоднородная   Jelly-like, interspersed with carrageenan grains, soft, sticky, heterogeneous		Темно- коричневый Dark brown	Для производства мармелада по своей консистенции, но имеет непривлекательный внешний вид из-за гранул каррагинана   For the production of marmalade by its consistency, but has an unappealing appearance due to carrageenan granules
8	Поверхность правильная, с четким контуром, без деформации; поверхность глянцевая, без трещин, без подтеков	Упругая, плотная		Темно-красный Dark red	Имеет слишком плотную консистенцию Too dense consistency

### Результаты и обсуждение

Органолептические исследования полученных образцов показали, что использование данных полисахаридов (Agar-agar, Carraginan WR-78 и Carraginan BF-30 Clear) целесообразно для приготовления мармеладных изделий, так как они оказывают положительное влияние на структуру полученных образцов и органолептические показатели качества. Использование Sodium Alginate 650 CPS не давало плотной структуры, характерной для мармеладных изделий. Полученный образец с использованием структурообразователя Carraginan BF 30 Clear имел непривлекательный внешний вид из-за наличия в образце гранулообразных включений,

однако при совместном использовании данного соединения с Agar-agar гранулы не наблюдались.

Все образцы имели выраженный клубничный аромат и вкус без посторонних запахов и привкусов. Цвет полученных образцов имел красную гамму от светло-красного до темно-коричневого.

Основной функцией используемых нами природных полисахаридов является структурообразование. В зависимости от типа полисахарида структура пищевой системы может колебаться от вязкой до студнеобразной. В связи с этим были изучены структурно-механические и физико-химические показатели полученных образцов мармелада (таблица 3).

Таблица 3.

Структурно-механические и физико-химические показатели образцов мармелада

Table 3.

Structural, mechanical and physico-chemical parameters of marmalade samples

Наименование показателей The name of indicators		Образцы   Samples							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Активность воды	Water activity	0,648	0,669	0,602	0,598	0,615	0,615	0,758	0,789
Число пенетрации	The penetration number	20,2	84,8	34,2	27,8	39,2	49,8	70,4	19,8
Прочность студня, Па	The strength of the jelly At	24507,4	1390,62	8549,64	12939,29	6507,71	4032,19	2017,69	25507,6
Температура начала плавления, °С	Melting point, °С	88	96	87	95	85	88	84,7	74,2
Температура окончания плавления, °С	Melting point, °С	95	100	93	98	87	98	86,2	88,6
Температура кипения, °С	Boiling point, °С	101	104 (не закипел)	95	101	98	101	91,8	93,6
Массовая доля влаги, %	Mass fraction of moisture, %	35,74	31,47	35,68	25,88	39,10	30,58	38,0	36,0

Содержание массовой доли влаги полученных образцов колебалось от 25,88 (образец № 4) до 39,1% (образец № 5), что лежит в пределах значений массовой доли влаги для мармелада фруктового (овощного) пластового согласно ГОСТ 6442–2014 «Мармелад. Общие технические условия» [12].

Как видно из полученных данных, наиболее плотная структура была у образца № 8, имеющий наиболее низкое значение числа пенетрации (19,8), следовательно, наибольшую силу для проникновения во внутрь системы – 25507,6 Па. Данная система имела наиболее близкое значение по прочности студня к образцу № 1, взятому в качестве контроля. Образец № 2 имел наименьшую прочность системы и структуру желе, что не позволяет данному структурообразователю в чистом виде быть использованным для приготовления мармеладных изделий. Данный загуститель может

быть использован в качестве термостабильной начинки или джема. Остальные образцы № 4–7 имели промежуточное значение прочности студня от 2017,7 (образец № 7) до 12939,29 Па (образец № 4) и подходили для получения мармеладных изделий.

Анализируя полученные данные по температурам начала и окончания плавления и температуре кипения, можно сделать вывод, что образец № 2 может быть использован в качестве термостабильной начинки для мучных и кондитерских изделий. Он имел наиболее высокую температуру начала ( $t = 96^{\circ}\text{C}$ ) и окончания ( $t = 100^{\circ}\text{C}$ ) плавления среди представленных образцов. Хотелось бы отметить тот факт, что данный образец № 2 не закипел. Для остальных образцов температура начала плавления лежала в пределах от 72,4 (образец № 8) до 95°C (образец № 4), а температура окончания плавления находилась в диапазоне от 86,2 (образец № 7) до 98°C (образец № 4 и 6). Температура кипения

имела значение от 91,8 (образец № 7) до 101 °С (образцы № 1, 4, 6). Образец № 3 имел среднее значение по всем показателям.

Показатель активности воды влияет на срок годности пищевого продукта, что связано с различными реакциями, протекающими в пищевом продукте. В результате значение активности воды в исследуемых образцах лежало в пределах от 0,598 до 0,759 и полученный продукт можно отнести к продукту с промежуточной влажностью

( $A_w = 0,9-0,6$ ), что подтверждает положительный результат наших исследований.

### Заключение

В ходе проведенных исследований показана целесообразность использования гипертонического раствора сахарозы после осмотического обезвоживания ягодного сырья в сочетании с природными полисахаридами для приготовления мармеладных изделий, а также джемов и термостабильных начинок.

### Литература

- 1 Ruiz-Diaz G., Martínez-Monzó J., Camacho M.M., Martínez-Navarrete N. et al. Jam manufacture with osmodehydrated fruit // Food Research International. 2002. V. 35. № 2–3. P. 301–306. doi: 10.1016/S0963–9969(01)00200–9
- 2 Pat. № 2557050A, US. Production of jellies made from mixtures of sugar and fruit juices containing pectin / Hassid N.J. № 783449; Appl. 31.10.1946; Publ. 31.10.1947.
- 3 Hartel R.W., von Elbe J.H., Hofberger R. Starches, Proteins, Pectin, and Gums // Confectionery Science and Technology. 2018. P. 125–150. URL: [https://foi.org/10.1007/978–3–319–61742–8\\_5](https://foi.org/10.1007/978–3–319–61742–8_5)
- 4 Сарафанова А.А. Пищевые добавки. Энциклопедия; 3-е изд., перераб. и доп. Профессия, 2012. 776 с.
- 5 Pat. 20180049462A1, US, A23P 10/30, A23L 29/238, 29/256. Manufactured fruit compositions and methods of making / Kolewe M.E., Stone D.W., Enrigt K. № 15/682689; Appl. 22.08.2017; Publ. 22.02.2018.
- 6 Свиридов В.В., Банникова А.Б., Птичкина Н.М. Влияние природы студнеобразователя на свойства пищевых студней // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 1. С. 59–61.
- 7 Agar-agar. URL: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/Monograph1/Additive-008.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph1/Additive-008.pdf)
- 8 Альгинат натрия. URL: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/Monograph1/Additive-388.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph1/Additive-388.pdf)
- 9 Каррагинан. URL: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/monograph16/additive-117-m16.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/monograph16/additive-117-m16.pdf)
- 10 Carrageenan type WR-78. URL: <http://bpk-spb.com/catalog/zagustiteli/karragenan/>
- 11 ГОСТ 26185–84. Травы морские, водоросли морские и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов, 1985. 36 с.
- 12 ГОСТ 6442–2014. Мармелад. Общие технические условия. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114235>
- 13 Prior B.A. Measurement of Water Activity in Foods: A Review // Journal of Food Protection. 1979. V. 42. № 8. P. 668–674.
- 14 Beuchat L.R., Komitopoulou E., Beckers H. et al. Low–water activity foods: increased concern as vehicles of foodborne pathogens // Journal of Food Protection. 2013. V. 76. № 1. P. 150–172.
- 15 Syamaladevi R.M., Tang J., Villa-Rojas R., Sablani S. et al. Influence of water activity on thermal resistance of microorganisms in low–moisture foods: a review // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016. V. 15. № 2. P. 353–370.

### References

- 1 Ruiz-Diaz G., Martínez-Monzó J., Camacho M.M., Martínez-Navarrete N. et al. Jam manufacture with osmodehydrated fruit. Food Research International. 2002. vol. 35. no. 2–3. pp. 301–306. doi: 10.1016/S0963–9969(01)00200–9
- 2 Hassid N.J. Production of jellies made from mixtures of sugar and fruit juices containing pectin. Patent US, no. 2557050A, 1947.
- 3 Hartel R.W., von Elbe J.H., Hofberger R. Starches, Proteins, Pectin, and Gums. Confectionery Science and Technology. 2018. pp. 125–150. Available at: [https://foi.org/10.1007/978–3–319–61742–8\\_5](https://foi.org/10.1007/978–3–319–61742–8_5)
- 4 Sarafanova A.A. Nutritional supplements. Encyclopedia; 3rd ed. Professiya, 2012. 776 p. (in Russian).
- 5 Kolewe M.E., Stone D.W., Enrigt K. Manufactured fruit compositions and methods of making. Patent US, no. 20180049462A1, 2018.
- 6 Sviridov V.V., Bannikova A.B., Ptichkina N.M. The influence of the nature of the student on the properties of food jelly. University proceedings. Food Technology. 2012. no. 1. pp. 59–61. (in Russian).
- 7 Agar-agar. Available at: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/Monograph1/Additive-008.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph1/Additive-008.pdf) (in Russian).
- 8 Sodium Alginate. Available at: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/Monograph1/Additive-388.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph1/Additive-388.pdf) (in Russian).
- 9 Carrageenan. Available at: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/monograph16/additive-117-m16.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/monograph16/additive-117-m16.pdf) (in Russian).
- 10 Carrageenan type WR-78. Available at: <http://bpk-spb.com/catalog/zagustiteli/karragenan/>
- 11 State Standard 26185–84. Marine herbs, marine algae and their processed products. Methods of analysis. Moscow, Publishing house of standards, 1985. 36 p. (in Russian).
- 12 State Standard 6442–2014. Marmalade. General specifications. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200114235> (in Russian).
- 13 Prior B.A. Measurement of Water Activity in Foods: A Review. Journal of Food Protection. 1979. vol. 42. no. 8. pp. 668–674.
- 14 Beuchat L.R., Komitopoulou E., Beckers H. et al. Low–water activity foods: increased concern as vehicles of foodborne pathogens. Journal of Food Protection. 2013. vol. 76. no. 1. pp. 150–172.
- 15 Syamaladevi R.M., Tang J., Villa-Rojas R., Sablani S. et al. Influence of water activity on thermal resistance of microorganisms in low–moisture foods: a review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016. vol. 15. no. 2. pp. 353–370.

**Сведения об авторах**

**Лидия В. Беркетова** к.т.н., доцент, кафедра ресторанного бизнеса, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, д. 36, 117997, Москва, Россия, lidia.berketova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1798-6131>

**Наталья А. Грибова** к.т.н., доцент, кафедра ресторанного бизнеса, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, д. 36, 117997, Москва, Россия, natali-g@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3250-9042>

**Людмила Г. Елисеева** д.т.н., профессор, кафедра товароведения и товарной экспертизы, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, д. 36, 117997, Москва, Россия, Eliseeva.LG@rea.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2715-9989>

**Вклад авторов**

**Лидия В. Беркетова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

**Наталья А. Грибова** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент

**Людмила Г. Елисеева** консультация в ходе исследования

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Lidiya V. Berketova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, restaurant business department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane 36, Moscow, 117997, Russia, lidia.berketova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1798-6131>

**Natal'ya A.Gribova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, restaurant business department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane 36, Moscow, 117997, Russia, natali-g@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3250-9042>

**Ludmila G. Eliseeva** Dr. Sci. (Engin.), professor, commodity science and commodity expertise department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane 36, Moscow, 117997, Russia, Eliseeva.LG@rea.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2715-9989>

**Contribution**

**Lidiya V. Berketova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Natal'ya A.Gribova** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment

**Ludmila G. Eliseeva** consultation during the study

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 04/11/2019	<b>После редакции</b> 21/11/2019	<b>Принята в печать</b> 02/12/2019
<b>Received</b> 04/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 21/11/2019	<b>Accepted</b> 02/12/2019

## Разработка инновационных технологий хлебных изделий из цельносмолотой муки разных классов

Шолпан А. Турсунбаева <sup>1</sup>	<a href="mailto:sholpan_venera02@mail.ru">sholpan_venera02@mail.ru</a>	 0000-0001-9645-3634
Ауелбек И. Изтаев <sup>1</sup>	<a href="mailto:auelbekking@mail.ru">auelbekking@mail.ru</a>	 0000-0002-7385-482X
Магомед Г. Магомедов <sup>2</sup>	<a href="mailto:mmg@inbox.ru">mmg@inbox.ru</a>	 0000-0003-2494-4973
Мадина А. Якияева <sup>1</sup>	<a href="mailto:yamadina88@mail.ru">yamadina88@mail.ru</a>	 0000-0002-85642912

<sup>1</sup> Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Республика Казахстан

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

**Аннотация.** Исследованы пути применения инновационных технологий для разработки хлеба с применением цельносмолотой муки из пшеницы разных классов. В качестве инновационных технологий были использованы кавитационная и ионоозонная технология. В ходе исследования была использована пшеница III, IV и V классов, а также внеклассовая пшеница. На качество зерна пшеницы большое влияние оказывает аминокислотный состав белков, поэтому он был определен. Выпечка хлебных изделий с применением инновационных технологий проводилась на базе Алматинского технологического университета. Приведены фотографии полученных хлебных изделий с использованием инновационных методов из цельносмолотой пшеницы разного класса. Хлебные изделия были исследованы по органолептическим, физико-химическим и некоторым реологическим показателям. Согласно результатам использование кавитационной и ионоозонной обработки играет решающую роль при оценке качества хлебобулочных изделий, также существенное влияние оказывает класс пшеницы, из которой был выпечен хлеб. Полученные хлебные изделия по сравнению с контрольным образцом обладали более высокими органолептическими показателями, по ряду физико-химических и органолептических показателей в более выгодном свете предстал образец хлеба из цельносмолотой пшеницы III класса. По результатам проведенных исследований можно утверждать, что использование кавитационной и ионоозонной обработки в купе с целенаправленным использованием определенного класса пшеницы может дать улучшенные результаты полученных хлебных изделий по сравнению с контрольным образцом.

**Ключевые слова:** цельносмолотая мука, пшеница разных классов, кавитационная обработка, ионоозонная обработка, хлеб

## Development of innovative technologies for whole-wheat flour products of different classes

Sholpan A. Tursynbaeva <sup>1</sup>	<a href="mailto:sholpan_venera02@mail.ru">sholpan_venera02@mail.ru</a>	 0000-0001-9645-3634
Auelbek I. Iztayev <sup>1</sup>	<a href="mailto:auelbekking@mail.ru">auelbekking@mail.ru</a>	 0000-0002-7385-482X
Magomed G. Magomedov <sup>2</sup>	<a href="mailto:mmg@inbox.ru">mmg@inbox.ru</a>	 0000-0003-2494-4973
Madina A. Yakiyayeva <sup>1</sup>	<a href="mailto:yamadina88@mail.ru">yamadina88@mail.ru</a>	 0000-0002-85642912

<sup>1</sup> Almaty Technological University, ul. Tole bi, 100, Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** Various ways of innovative technologies applying for the development of bread using whole-wheat flour of different wheat grades were investigated in this article. Cavitation and ion-ozone technologies were used as innovative technologies. Wheat grades III, IV and V, as well as off-grade wheat were used during the study. When determining the quality of wheat grains, the amino acid composition of proteins is of great importance. Therefore, the total amino acid composition of wheat samples was determined. Bread baking using innovative technologies was carried out on the basis of the Almaty Technological University. The photos of the obtained bread products using innovative methods from whole-wheat of different grades were given in the article. The resulting bread products were investigated by organoleptic, physico-chemical and some rheological indicators. According to the results obtained, the use of cavitation and ion-ozone processing plays a decisive role in assessing the quality of bakery products, and the wheat grade from which the bread was baked has also a significant effect. The obtained bread products in comparison with the control sample had higher organoleptic characteristics; for a number of physicochemical and organoleptic indicators, a sample of bread from whole-ground wheat of grade III appeared to have more favorable characteristics. According to the results of the research, it can be stated that the use of cavitation and ion-ozone processing, together with the targeted use of a certain wheat grade, can give more attractive results of the obtained bread products in comparison with the control sample.

**Keywords:** whole flour, wheat of different classes, cavitation processing, ion-processing, bread

### Введение

Директор НИИ хлебопекарной промышленности РФ Марина Костюченко в интервью журналу Известия сказала: «С хорошим зерном сегодня большая проблема. Если раньше зерна 3-го класса, из которого получают хлебопекарную муку, было в общем объеме 80%, то сейчас – около 20%. Проблема не с качеством хлеба – хлебопекарная отрасль готова и старается производить

качественный хлеб. Есть проблема с качеством муки и зерна. Сельхозпроизводителям невыгодно производить высококлассное зерно» [1].

Нами предлагаются пути повышения качества хлеба с использованием инновационных способов (кавитационная и ионоозонная технология) в хлебопечении с пшеницей разных классов.

Пшеница является одним из основных источников калорий в повседневном питании

Для цитирования

Турсунбаева Ш.А., Изтаев А.И., Магомедов М.Г., Якияева М.А. Разработка инновационных технологий хлебных изделий из цельносмолотой муки разных классов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 83–88. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-83-88

For citation

Tursynbaeva Sh.A., Iztayev A.I., Magomedov M.G., Yakiyayeva M.A. Development of innovative technologies for whole-wheat flour products of different classes. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 83–88. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-83-88

человека. Согласно стандартам США к I классу принадлежит пшеница T.durum, которая соответствует согласно ГОСТ Р 52554–2006 твердо зерновой пшенице II типа, II, III и IV классы в американском стандарте соответствуют ботаническому виду T. aestivum, мягкозерновая пшеница соответствует отдельным IV и VI классам [2].

Оптимальный химический состав и строение пищевой матрицы цельного зерна пшеницы могут способствовать профилактическому действию и снижению рисков появления хронических заболеваний. Также было высказано предположение, что, помимо воздействия пищевых волокон, синергетическое действие некоторых биоактивных соединений способствует защите здоровья и поддержанию нормальной жизнедеятельности организма [3].

Цельносмолотая мука пшеницы – это основной источник белка и крахмала, который может присутствовать в хлебе, сохранив полностью исходную пищевую ценность пшеницы, при этом обогатив состав хлеба макро- и микронутриентами.

В цельносмолотой пшеничной муке все анатомические компоненты зерна, такие как эндосперм, зародыш и оболочечные слои, присутствуют в тех же пропорциях, что и в зерне. Такая мука содержит значительно больше пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ по сравнению с сортовыми видами муки. Используя цельносмолотую муку, создаются дополнительные риски заражения готовых продуктов плесневыми грибами и продуктами их жизнедеятельности – микотоксинами.

Исследования ученых из различных стран показали, что потребление продуктов из цельного зерна может снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний, различных типов рака, диабета 2-го типа и, возможно, улучшить регуляцию массы тела [3].

Технология приготовления хлеба на кавитационно-активированной воде, сопровождающаяся гидратационной структуризацией белков клейковины, позволяет увеличить удельный объем хлеба, повысить его эластичность, замедлить очерствение и сократить использование хлебопекарных улучшителей [4,5].

Ионоозонная обработка продуктов влияет на биологическое и физиологическое воздействие, на развитие и жизнедеятельность, производит обеззараживающее действие, повышает биологическую ценность хлеба, повышает срок хранения готового хлеба за счет уменьшения негативного влияния внешних факторов (повышение безопасности зерна, уменьшение факторов, приводящих к болезням хлеба и т. д.) на хранение готового хлеба [6].

**Цель работы** – разработка технологии хлеба из пшеницы разных классов с применением инновационных технологий.

### **Материалы и методы**

В качестве объекта исследований было определено цельносмолотое зерно пшеницы следующих классов: III, IV, V, а также внеклассовая пшеница. Отбор проб зерна проводили согласно ГОСТ 13586.3–2015.

Массовую долю белка в пересчете на сухое вещество определяли согласно ГОСТ 10846–91. Общий аминокислотный состав – по ГОСТ 32195–2013. Аминокислотный скор рассчитывали путем сравнения аминокислотного состава белка зерна со шкалой адекватности содержания незаменимых аминокислот в «идеальном белке» согласно ФАО/ВОЗ применительно к потребностям человека во взрослом возрасте. В качестве лимитирующей аминокислоты была определена аминокислота – лизин.

Исследования и выпечка хлебных изделий были проведены на базе научных лабораторий Алматинского технологического университета.

Продолжительность процесса изготовления хлеба белого из пшеничной муки: предварительный замес теста составляет 9 мин, затем происходит замес теста длительностью 18–22 мин, следующим этапом является первая расстойка тестовой заготовки, которая по длительности составляет 60–70 мин. Продолжительность обминки теста составляет 20 мин, затем происходит второй этап расстойки теста продолжительностью 70 мин, обеспечивающий воздушную и однородную структуру хлеба. Выпечка хлеба длится 63–68 мин, окончание выпечки составляет 10–19 мин.

В цельносмолотой муке пшеницы разных классов был определен аминокислотный состав. В готовых хлебных изделиях с применением инновационных технологий были определены следующие показатели: органолептические свойства, влажность, кислотность, пористость, сохраняемость готовых изделий.

### **Результаты**

Как известно, для корректного оценивания пищевого достоинства пшеницы как зерна, огромное значение играет аминокислотный состав белков, причем большое значение имеет сбалансированность их аминокислотного состава. При этом даже незначительное действие протеолитических ферментов способствует гидролизу белков с образованием пептидов и аминокислот [6], следовательно, изменяется аминокислотный состав зерна пшеницы. В наибольшем количестве в цельном зерне пшеницы содержится лейцин ( $75,2 \pm 0,7$  мг / 1 г белка), фенилаланин ( $52,1 \pm 0,6$  мг / 1 г белка) и глутаминовая кислота + глутамином ( $219,2 \pm 4$  мг / 1 г белка), что характерно для данного вида пшеницы [2].

Наименьшие значения можно отметить у лизина ( $19,8 \pm 0,3$  мг / 1 г белка), триптофана ( $10,1 \pm 0,3$  мг / 1 г белка), треонина ( $18,7 \pm 0,3$  мг / 1 г белка).

Из исследованных образцов пшеницы разных классов были получены хлебные изделия с применением инновационных технологий из цельносмолотой муки.

Для достижения поставленной цели были выработаны образцы хлеба из пшеничной муки разного класса по традиционным рецептурам с применением воды для технических целей

и кавитированной воды с применением ионо-озонной обработки.

Традиционная рецептура хлеба формового на выход 859 г включает в себя следующие ингредиенты – мука пшеничная: 465 г, дрожжи прессованные – 7,5 г, соль – 6,5 г, вода – 380 мл. За контрольный образец был принят хлеб без использования инновационных методов с применением пшеницы 1-го сорта. Внешний вид полученных изделий можно оценить на рисунке 1.

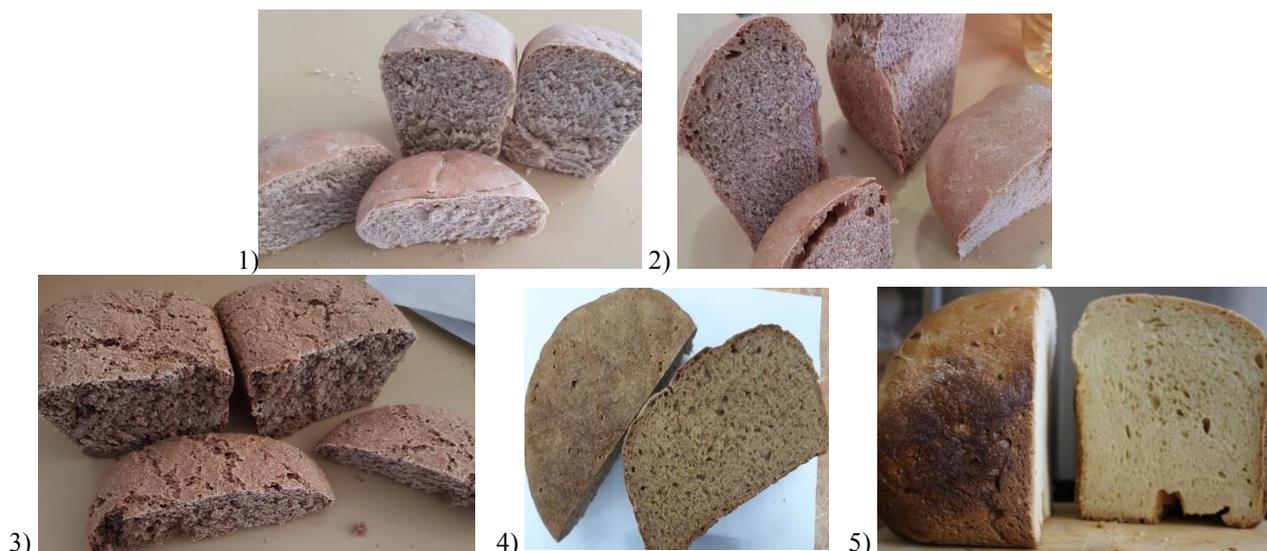


Рисунок 1. Внешний вид полученных хлебных изделий, где (слева направо): 1 – контрольный образец, хлеб из пшеницы III класса; 2 – хлеб из пшеницы IV класса; 3 – хлеб из пшеницы V класса; 4 – хлеб из пшеницы вне класса; 5 – контроль

Figure 1. Appearance of the obtained bread products, where (from left to right): 1 – control sample, bread from wheat of class III; 2 – bread from wheat of class IV; 3 – bread from wheat of class V; 4 – bread from wheat outside the class; 5 – control

Из органолептических показателей были определены: внешний вид готового хлеба, окраска корок, характер пористости, эластичность и разжевываемость мякиша.

Судя по полученным результатам, среди полученных образцов хлеба значительных изменений вкуса, аромата и цвета мякиша изделий отмечено не было, вышеуказанные показатели в дальнейшем анализе не учитывались (рисунок 2).

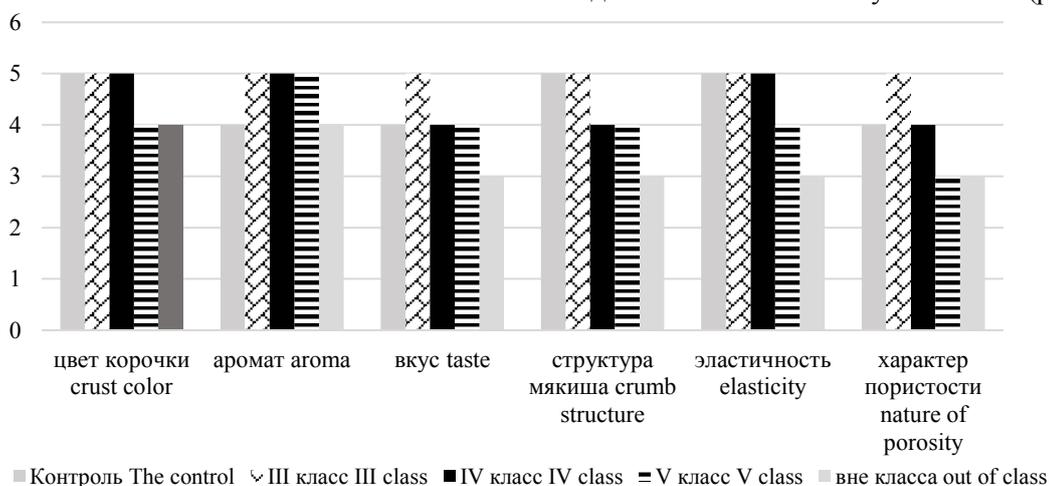


Рисунок 2. Органолептические показатели полученных образцов хлеба

Figure 2. Organoleptic characteristics of the obtained bread samples

Из результатов оценки можно выявить, что образец хлеба из пшеницы III класса, полученный на основе кавитированной воды, имеет суммарную оценку, которая составляет максимально 25 баллов, что значительно выше, чем у контрольного образца, полученного из воды для технических целей, оценка которого составляет 23 балла.

Показатель «характер пористости» у образца, полученного на основе кавитированной воды из пшеницы III класса, выше, чем у контрольного образца хлеба. Для образца хлеба из пшеницы III класса, полученного на основе кавитированной воды и ионоозонной обработки, органолептические показатели выражены более характерно и обуславливаются наличием правильной формы с несколько выпуклой верхней коркой без боковых выплывов, увеличением объема изделия, наличием развитой тонкостенной пористости с порами округлой формы, без пустот и уплотнений, а также мягкого и эластичного мякиша.

Для образца хлеба из пшеницы вне класса было выявлено наличие плотной низкой корки, неравномерная толстостенная пористость с уплотнениями и без пустот, недостаточно эластичный и слегка заминающийся мякиш.

При использовании инновационных способов поры мякиша готовых образцов хлеба стали более тонкостенными и равномерными. Изменения показателей кислотность и влажность мякиша хлеба из пшеницы III и IV классов не имели существенной разницы от контрольного

образца. Они отличались от контрольного образца достаточной пористостью (хотя по сравнению с образцом из пшеницы III класса поры были менее выражены). Цвет хлебных готовых изделий с увеличением класса цельносомлотой пшеницы становился все более интенсивным. Также было замечено отличие во внешнем виде и надрывах: с увеличением класса цельносомлотой пшеницы увеличивается количество и глубина разрывов и надрывов, а также уменьшается высота готовых изделий.

Несмотря на то что объем хлеба из пшеницы III класса уступает контрольному образцу, по пористости и остальным органолептическим показателям отличается улучшенными результатами. Наименьшие показатели были у хлеба из пшеницы вне класса, где цвет оказался самым темным, поры мякиша стали наименее заметными, вкус, структура мякиша, эластичность и характер мякиша имели наименее привлекательные для потребителя показатели.

Таким образом, можно сделать вывод, что инновационные технологии позволяют улучшить органолептические показатели хлеба, тем самым повысить его привлекательность для потребителя, но также имеется связь между классом пшеницы и органолептическими свойствами полученных образцов хлеба [6, 8–12].

В таблице 1 показаны результаты исследования некоторых физико-химических показателей готового хлеба с использованием инновационных способов в сравнении с контрольным образцом.

Таблица 1.  
Физико-химические показатели качества полученного хлеба из пшеницы разных классов с применением инновационных технологий

Table 1.  
Physico-chemical quality indicators of the obtained wheat bread of different classes using innovative technologies

Показатели качества Quality indicators	Контрольный хлеб Control	Хлеб из пшеницы III класса Grade III Wheat Bread	Хлеб из пшеницы IV класса Grade IV Wheat Bread	Хлеб из пшеницы V класса Grade V Wheat Bread	Хлеб из внеклассовой пшеницы Out of Class Wheat Bread
Влажность, % Humidity, %	47,2	49,5	48,6	47,20	45,4
Кислотность, град Acidity, degrees	3,5	3,3	3,3	3,4	3,6
Удельный объем хлеба, см <sup>3</sup> /100 г The specific volume of bread, cm <sup>3</sup> /100 g	187,3	178,5	168,3	164,1	157,2
Пористость мякиша, % The porosity of the crumb, %	64,0	67,0	65,7	63,1	59,4

После проведенной выпечки образцы хлеба были исследованы на сохраняемость. Кавитированная вода и ионоозонная обработка оказали заметное влияние на замедление

процессов черствения хлеба. Только через 48 ч у исследуемых образцов увеличилась крошливость, что свидетельствует о проходящем в хлебе процессе черствения. Критическими часами

для хранения хлеба стали 96 ч, когда резко усилился неприятный запах, появился кислый запах с нотками затхлости, структура мякиша хлеба и пористость с объемом хлеба снизились. Тогда как контрольный образец хлеба отличился изначально низкими показателями качества при хранении и спустя 48 ч данный вид хлеба имел низкие показатели.

Оценка физико-химических показателей качества хлеба в процессе хранения подтвердила результаты органолептической оценки и показала, что образцы, полученные с использованием инновационных способов, уже в начальный период хранения имеют значение выше, чем у контрольного образца.

### Обсуждение

В соответствии с проведенным анализом литературных источников [4–6, 8–15] результаты органолептические, физико-химические свойства хлебных образцов, полученных с применением инновационных технологий из пшеницы разных классов, показали, что кавитационная и ионоозонная обработка оказывают влияние на качество готовых изделий. Вместе с тем можно утверждать, что класс пшеницы оказывает значительное влияние на качество готовых образцов хлеба.

### Литература

- 1 Мотренко Е. Сакральный продукт: как вернуть былую славу хлебу // Пищевая индустрия. 2019. № 1. С. 28–30.
- 2 ГОСТ Р 52554–2006. Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006.
- 3 Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Велямов М.Т. Цельнозерновая мука из пророщенного зерна пшеницы как пищевой ингредиент в технологии продуктов питания // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7. № 3. С. 23–30.
- 4 Калинина И.В., Фаткуллин Р.И. Применение эффектов ультразвукового кавитационного воздействия как фактора интенсификации извлечения функциональных ингредиентов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. Т. 4. № 1. С. 64–70. doi: 10.14529/food160108
- 5 Якияева М.А. Определение физико-химических показателей качества зернобобовых культур после ионной, озонной, ионоозонной и ионоозонокавитационной обработки // European research. 2016. № 5. С. 18–20.
- 6 Мелешкина Е.П. Современные требования, предъявляемые к качеству зерна пшеницы и пшеничной муки // Хлебопродукты. 2018. № 10. С. 14–15.
- 7 Iztayev A.I., Feydengold V.B., Kizatova M.Zh., Maemerov M.M. et al. Application of ion-ozone cavitation treatment for long-term storage of seeds chickpea variety “Echard Elite” // The Eleventh International Conference on Eurasian scientific development. 2016. P. 98–102.
- 8 Singh A.B., Singh A.K., Rehal J., Kaur A. et al. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review // Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 2015. V. 55 (11). P. 1575–1589.
- 9 Данина М.М., Иванченко О.Б. Использование экструдированной пшеницы в пивоварении // Вестник Международной академии холода. 2015. № 2. С. 18–22.
- 10 Luo D., Wu R., Zhang J., Zhang K. et al. Effects of ultrasound assisted dough fermentation on the quality of steamed bread // Journal of Cereal Science. 2018. V. 83. P. 147–152. doi: 10.1016/j.jcs.2018.07.016
- 11 Kalinina I., Naumenko N., Fatkullin R. Perspectives of Using of Ultrasonic Cavitation in Water Treatment Technology for the Food Productions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. V. 272. P. 1–9. doi: 10.1088/1755–1315/272/3/032077
- 12 Poudel R., Rose D.J. Changes in enzymatic activities and functionality of whole wheat flour due to steaming of wheat kernels // Food Chemistry. 2018. V. 263. P. 315–320. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.05.022
- 13 Obadi M., Zhu K.-X., Peng W., Sulieman A.A. et al. Effects of ozone treatment on the physicochemical and functional properties of whole grain flour // Journal of Cereal Science. 2018. V. 81. P. 127–132. doi: 10.1016/j.jcs.2018.04.0088
- Alexandre A., Castanha N., Costa N., Santos A. et al. Ozone technology to reduce zearalenone contamination in whole maize flour: degradation kinetics and impact on quality // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. V. 99. № 15. P. 6814–6821. doi: 10.1002/jsfa.9966

### Заключение

В процессе выпечки хлеба с инновационными технологиями увеличивается количество таких незаменимых аминокислот, как изолейцин, лейцин, лизин, треонин, улучшаются органолептические и физико-химические показатели в соответствии с классом пшеницы. Правильность выбора оптимального соотношения дозировки ржаных и пшеничных отрубей в тесте подтвердили серией параллельных экспериментов, которые показали сходимость результатов. Самым лучшим практически по всем исследованным показателям по сравнению с контрольным образцом хлеба является хлеб из пшеницы III класса. Полученные результаты позволяют рекомендовать более тщательное исследование данной темы и дальнейшее внедрение в производство технологии получения хлеба из пшеницы III класса с применением инновационных технологий.

### Благодарности

Авторы выражают благодарности зав. кафедрой технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, ассоциированному профессору С.Т. Жиенбаевой за поддержку оказанную во время проведения лабораторных исследований.

## References

- 1 Motrenko E. Sacred product: how to return the former glory to bread. Food industry. 2019. no. 1. pp. 28–30. (in Russian).
- 2 GOST R 52554–2006. Wheat. Technical conditions. Moscow, Standartinform, 2006. (in Russian).
- 3 Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Velamov M.T. Whole-ground flour from germinated wheat grain as a food ingredient in food technology. Vestnik SUSU. Series “Food and Biotechnology”. 2019. vol. 7. no. 3. pp. 23–30. (in Russian).
- 4 Kalinina I.V., Fatkullin R.I. Application of the effects of ultrasonic cavitation effects as a factor in the intensification of the extraction of functional ingredients. Vestnik SUSU. Series “Food and Biotechnology”. 2016. vol. 4. no. 1. pp. 64–70. doi: 10.14529/food160108 (in Russian).
- 5 Yakiyaeva M.A. Determination of physico-chemical indicators of the quality of leguminous crops after ionic, ozone, ion-ozone and ion-ozone-cavitation treatment. European research. 2016. no. 5. pp. 18–20. (in Russian).
- 6 Meleshkina E.P. Modern requirements for the quality of wheat and wheat flour. Bread products. 2018. no. 10. pp. 14–15. (in Russian).
- 7 Iztayev A.I., Feydengold V.B., Kizatova M.Zh., Maemerov M.M. et al. Application of ion-ozone cavitation treatment for long-term storage of seeds chickpea variety “Echard Elite”. The Eleventh International Conference on Eurasian scientific development. 2016. pp. 98–102.
- 8 Singh A.B., Singh A.K., Rehal J., Kaur A. et al. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review. Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 2015. vol. 55 (11). pp. 1575–1589.
- 9 Danina M.M., Ivanchenko O.B. The use of extruded wheat in brewing. Bulletin of the International Academy of cold. 2015. no. 2. pp. 18–22. (in Russian).
- 10 Luo D., Wu R., Zhang J., Zhang K. et al. Effects of ultrasound assisted dough fermentation on the quality of steamed bread. Journal of Cereal Science. 2018. vol. 83. pp. 147–152. doi: 10.1016/j.jcs.2018.07.016
- 11 Kalinina I., Naumenko N., Fatkullin R. Perspectives of Using of Ultrasonic Cavitation in Water Treatment Technology for the Food Productions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. vol. 272. pp. 1–9. doi: 10.1088/1755-1315/272/3/032077
- 12 Poudel R., Rose D.J. Changes in enzymatic activities and functionality of whole wheat flour due to steaming of wheat kernels. Food Chemistry. 2018. vol. 263. pp. 315–320. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.05.022
- 13 Obadi M., Zhu K.-X., Peng W., Sulieman A.A. et al. Effects of ozone treatment on the physicochemical and functional properties of whole grain flour. Journal of Cereal Science. 2018. vol. 81. pp. 127–132. doi: 10.1016/j.jcs.2018.04.0088
- 14 Alexandre A., Castanha N., Costa N., Santos A. et al. Ozone technology to reduce zearalenone contamination in whole maize flour: degradation kinetics and impact on quality. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. vol. 99. no. 15. pp. 6814–6821. doi: 10.1002/jsfa.9966

## Сведения об авторах

**Шолпан А. Турсунбаева** докторант, кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Республика Казахстан, sholpan\_venera02@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>

**Ауелбек И. Изтаев** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Республика Казахстан, auelbekking@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-7385-482X>

**Магомед Г. Магомедов** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающих производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, ул. Революции, д. 19, г. Воронеж, Российская Федерация, mmg@inbox.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2494-4973>

**Мадина А. Якияева** Ph.D, кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Республика Казахстан, yamadina88@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-85642912>

## Вклад авторов

**Шолпан А. Турсунбаева** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты  
**Ауелбек И. Изтаев** руководство и контроль над проведением начного эксперимента

**Магомед Г. Магомедов** консультация в ходе исследования

**Мадина А. Якияева** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Sholpan A. Tursynbaeva** doctoral, technology of bakery products and processing industries department, Almaty Technological University, Tole bi str., 100, Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan, sholpan\_venera02@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>

**Auelbek I. Iztayev** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of bakery products and processing industries department, Almaty Technological University, Tole bi str., 100, Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan, auelbekking@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-7385-482X>

**Magomed G. Magomedov** Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mmg@inbox.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2494-4973>

**Madina A. Yakiyayeva** Ph.D, technology of bakery products and processing industries department, Almaty Technological University, Tole bi str., 100, Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan, yamadina88@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-85642912>

## Contribution

**Sholpan A. Tursynbaeva** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Auelbek I. Iztayev** guidance and control over the initial experiment

**Magomed G. Magomedov** consultation during the study

**Madina A. Yakiyayeva** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 02/11/2019

После редакции 18/11/2019

Принята в печать 03/12/2019

Received 02/11/2019

Accepted in revised 18/11/2019

Accepted 03/12/2019

## Перспективы применения нетрадиционного растительного сырья для создания новых продуктов питания

Наталия А. Лесникова <sup>1</sup>	<a href="mailto:lista507@rambler.ru">lista507@rambler.ru</a>	 0000-0001-6765-7064
Людмила Г. Протасова <sup>1</sup>	<a href="mailto:protasova.mila@mail.ru">protasova.mila@mail.ru</a>	 0000-0002-6863-7855
Лариса А. Кокорева <sup>1</sup>	<a href="mailto:lariko77@mail.ru">lariko77@mail.ru</a>	 0000-0002-8618-8301
Геннадий Б. Пищиков <sup>1</sup>	<a href="mailto:bio_teh@bk.ru">bio_teh@bk.ru</a>	 0000-0003-2342-3623

<sup>1</sup> Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Екатеринбург, 620144, Россия

**Аннотация.** Киноа является нетрадиционной для России агрокультурой, однако эксперименты по ее выращиванию успешно завершились в Краснодарском крае. Исследование возможности использования данной крупы на российских предприятиях общественного питания находится в стадии разработки. Крупа киноа превосходит традиционный Краснодарский рис практически по всем показателям пищевой и биологической ценности: по содержанию незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных веществ. Исследования показали, что крупа киноа отличается от риса «Краснодарского» повышенным содержанием всех аминокислот: незаменимых – на 3,38, заменимых – на 3,38 г на 100 г продукта. В наибольшем количестве в киноа присутствуют следующие аминокислоты: аргинин (6,8%), лизин (6,2%), изолейцин (6,8%), аспарагиновая кислота (12,8%), глутаминовая кислота (11,4%), пролин (6,9%), глицин (6,8%). Доля от суточной нормы жиров (84 г) для риса и киноа составляет 0,2 и 2,3% соответственно. В крупе киноа содержится в большем количестве, чем в рисе витамина А, тиамин, рибофлавин, пантотеновой кислоты, пиридоксина, фолатов, токоферола, бетаина. Также отмечено повышенное содержание железа, марганца и цинка. Проанализировав биологические и физико-химические показатели, можно сделать заключение о целесообразности введения нового сырья в ассортимент продукции предприятий общественного питания, поскольку крупа киноа не уступает традиционной рисовой крупе по своим технологическим свойствам, способна улучшить показатели качества готовых блюд. Анализ ассортимента показал, что на рынке Екатеринбурга в магазинах здорового питания и интернет-магазинах, специализирующихся на доставке продуктов здорового питания, ассортимент киноа представлен достаточно широко.

**Ключевые слова:** нетрадиционное сырье, киноа, рис Краснодарский, пищевая биологическая ценность

## Prospects for the use of non-traditional vegetable raw materials for the creation of new food products

Natalia A. Lesnikova <sup>1</sup>	<a href="mailto:lista507@rambler.ru">lista507@rambler.ru</a>	 0000-0001-6765-7064
Lyudmila G. Protasova <sup>1</sup>	<a href="mailto:protasova.mila@mail.ru">protasova.mila@mail.ru</a>	 0000-0002-6863-7855
Larisa A. Kokoreva <sup>1</sup>	<a href="mailto:lariko77@mail.ru">lariko77@mail.ru</a>	 0000-0002-8618-8301
Gennady B. Pishchikov <sup>1</sup>	<a href="mailto:bio_teh@bk.ru">bio_teh@bk.ru</a>	 0000-0003-2342-3623

<sup>1</sup> Ural State University of Economics, 8 Marta/Narodnoy Voli st., 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia

**Abstract.** Quinoa is an unconventional agricultural crop for Russia, however, experiments on its cultivation have successfully completed in the Krasnodar Territory. A study of the possibility of using this cereal in Russian catering enterprises is under development. Quinoa cereal surpasses traditional Krasnodar rice in almost all indicators of nutritional and biological value: in the content of essential amino acids, polyunsaturated fatty acids, vitamins and minerals. Studies have shown that quinoa cereal differs from Krasnodar's rice in the increased content of all amino acids: essential – by 3.38, replaceable – by 3.38 g per 100 g of product. The following amino acids are present in the largest amount in quinoa: arginine (6.8%), lysine (6.2%), isoleucine (6.8%), aspartic acid (12.8%), glutamic acid (11.4%), proline (6.9%), glycine (6.8%). The share of the daily rate of fat (84 g) for rice and quinoa is 0.2 and 2.3%, respectively. Quinoa cereal contains more vitamin A, thiamine, riboflavin, pantothenic acid, pyridoxine, folates, tocopherol, and betaine in rice. An increased content of iron, manganese and zinc was also noted. After analyzing the biological and physico-chemical parameters, we can conclude the feasibility of introducing new raw materials into the assortment of catering products, since quinoa cereal is not inferior to traditional rice cereal in its technological properties, it can improve the quality indicators of ready-made dishes. An analysis of the assortment showed that in the Yekaterinburg market in health food stores and online stores specializing in the delivery of healthy food products, the quinoa assortment is represented quite widely.

**Keywords:** unconventional raw materials, quinoa, Krasnodar rice, nutritional biological value

### Введение

В настоящее время наблюдается стремление населения к поддержанию здорового образа жизни (что говорит о повышении качества жизни).

Для цитирования

Лесникова Н.А., Протасова Л.Г., Кокорева Л.А., Пищиков Г.Б. Перспективы применения нетрадиционного растительного сырья для создания новых продуктов питания // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 89–97. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-89-97

For citation

Lesnikova N.A., Protasova L.G., Kokoreva L.A., Pishchikov G.B. Prospects for the use of non-traditional vegetable raw materials for the creation of new food products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 89–97. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-89-97

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Например, резко возросло число заболеваний, обусловленных пищевой непереносимостью (белка, цитрусовых). Общественное питание должно быстро реагировать на социальные изменения в обществе, на экономическое благополучие населения. Так, происходят изменения и переориентация на производство продуктов питания с новыми свойствами, способными принести пользу человеку. Активно ведется работа по исследованию и разработке функциональных продуктов питания, позволяющих сохранять активное долголетие. Необходимо создать технологическую основу для производства продуктов специального назначения, не только удовлетворяющих физиологические потребности организма в нутриентах и энергии, но и выполняющих профилактические функции. Поиск и использование новых источников пищи является актуальным как для кулинарной практики в коммерческом питании, так и для создания функциональных и обогащенных продуктов питания [1].

Особенностью современной экономики является наличие большой конкуренции на рынке продуктов питания в целом и в общественном питании в частности. Конкурентоспособность любого предприятия: кафе, столовой или ресторана зависит от качества продукции. При корректном составлении рецептур из исследуемой крупы можно получить интересные с органолептической точки зрения блюда с повышенной пищевой ценностью.

Цель работы – определить перспективы использования крупы киноа в качестве нетрадиционного сырья для приготовления блюд, вырабатываемых на предприятиях общественного питания.

Киноа, (лат. *Chenopodium quinoa*) в отличие от других привычных круп, (перловая, овсяная, пшеница) не является злаковой культурой. Это однолетнее растение семейства Амарантовых (лат. *Amaranthaceae*) рода Марь (лат. *Chenopodium*), является родственником свёклы и шпината. В высоту киноа достигает 3 м. С биологической точки зрения в пищу употребляются не зерна, а плоды растения. Внешний вид их напоминает гречку и в зависимости от сорта семена бывают различного цвета: белого, желтого, фиолетового, черного. По своим качествам плоды близки к злакам – по этой причине киноа называют «псевдозлаковой» культурой, а также «псевдомасляной» из-за высокого содержания жиров [2].

Родиной киноа являются склоны гор Анд в Южной Америке (Боливия, Перу) [1, 3].

В настоящее время культура выращивается более чем в 70 странах мира. Помимо стран

Южной Америки, это страны: Франция, Англия, Швеция, Дания, Нидерланды, Италия, Кения, Индия и США. Для России культура является импортной. Основные поставщики – Боливия, Чили и Перу. Сейчас средняя цена за килограмм составляет 400 рублей. Продажа крупы в мелкой фасовке осуществляется только в интернет-магазинах здорового питания и гипермаркетах крупных городов. В Краснодарском крае попробовали вырастить эту культуру. Результаты были положительные [4]. В России возможно выращивать киноа и обеспечить собственную сырьевую базу для создания новых продуктов питания специализированной (безглютеновая диета) и профилактической (повышенная пищевая ценность) направленности. Она может стать оригинальной заменой рису, булгуру и другим традиционным крупам в супах, салатах, гарнирах. Это позволит расширить ассортимент предприятий общественного питания, готовых включить киноа в свое меню. Современной тенденцией в ресторанах является фьюжн-кухня. Она подразумевает гармоничное сочетание в одном блюде ингредиентов из разных народных кухонь. Блюда из киноа будут сытными и полезными, их можно использовать в меню ресторанов (кафе) здорового питания [1, 5].

На полках магазинов широко встречается белое (или кремовое) киноа. Оно отличается от других видов большим содержанием железа, средним по сравнению с другими двумя видами киноа содержанием белка и жира. Время варки до готовности белого киноа составляет 15 мин, при этом киноа может немного терять форму (развариваться). Данный вид киноа имеет легкую текстуру (менее плотную оболочку) и обладает тонким вкусом.

Красное киноа по сравнению с белым (кремовым) и черным киноа содержит больше белка и жира. Имеет более плотную оболочку и легко сохраняет форму после варки. Время варки красного киноа составляет 20 мин. Оно более хрустящее, чем кремовое (белое) киноа. В результате этого его можно использовать для приготовления салатов.

Черное киноа считают самой диетической разновидностью, т. к. оно содержит меньше жиров в два раза и немного меньше белка. Однако железа в черном киноа содержится также меньше, чем в кремовом (белом) и красном киноа. Черное киноа обладает приятным сладковатым привкусом. Время варки до готовности составляет 25 мин вследствие более плотной оболочки по сравнению с другими видами киноа.

Поэтому оно отлично сохраняет внешний вид. Кроме того, черное киноа самое хрустящее после варки из всех видов [6–10].

### Материалы и методы

В качестве объектов исследования выбраны: объект № 1 – крупа киноа белая (производитель ООО «Националь»); объект № 2 – крупа киноа (производитель ООО «Мистраль»); контрольный объект (для сравнительной оценки) – рис шлифованный 1-го сорта (производитель ООО «Националь»); объект № 3 – киноа белая отварная (производитель ООО «Националь»), объект № 4 – рис шлифованный отварной (производитель ООО «Националь»).

Рис анализировали по ГОСТ 6292–93; киноа исследовали по ТУ 9719–050–33150217–2015; органолептические показатели крупы определяли по ГОСТ 26312.2–84; влажность – по ГОСТ 26312.7–88; определение доброкачественного ядра, примесей, испорченных и битых ядер, необрушенных зерен риса, пожелтевших, глютинозных, меловых ядер риса, а также ядер с красными полосками и красных осуществляли по ГОСТ 26312.4; зараженность

вредителями хлебных запасов – по ГОСТ 26312.3; кислотность – по ГОСТ 26971.

Аминокислотный состав в исследуемых образцах определяли методом ионообменной хроматографии на аминокислотном анализаторе Т 339. В работе использована смола OSHIONFa (Чехия). Суммарный аминокислотный состав определяли в гидролизатах кислотного гидролиза продукта в стандартных условиях (24 ч при 110 °С 6н НСl). Идентификацию аминокислот осуществляли в сравнении со стандартными растворами. Содержание каждой кислоты определяли по площади пика, сравнивая ее с площадью, найденной для стандартного раствора известной концентрации.

Витаминно-минеральный состав сравнивали по аналитическим расчетам.

### Результаты и обсуждение

Анализ ассортимента показал, что на рынке Екатеринбурга в магазинах здорового питания и интернет-магазинах, специализирующихся на доставке продуктов здорового питания, ассортимент киноа представлен достаточно широко (рисунок 1).

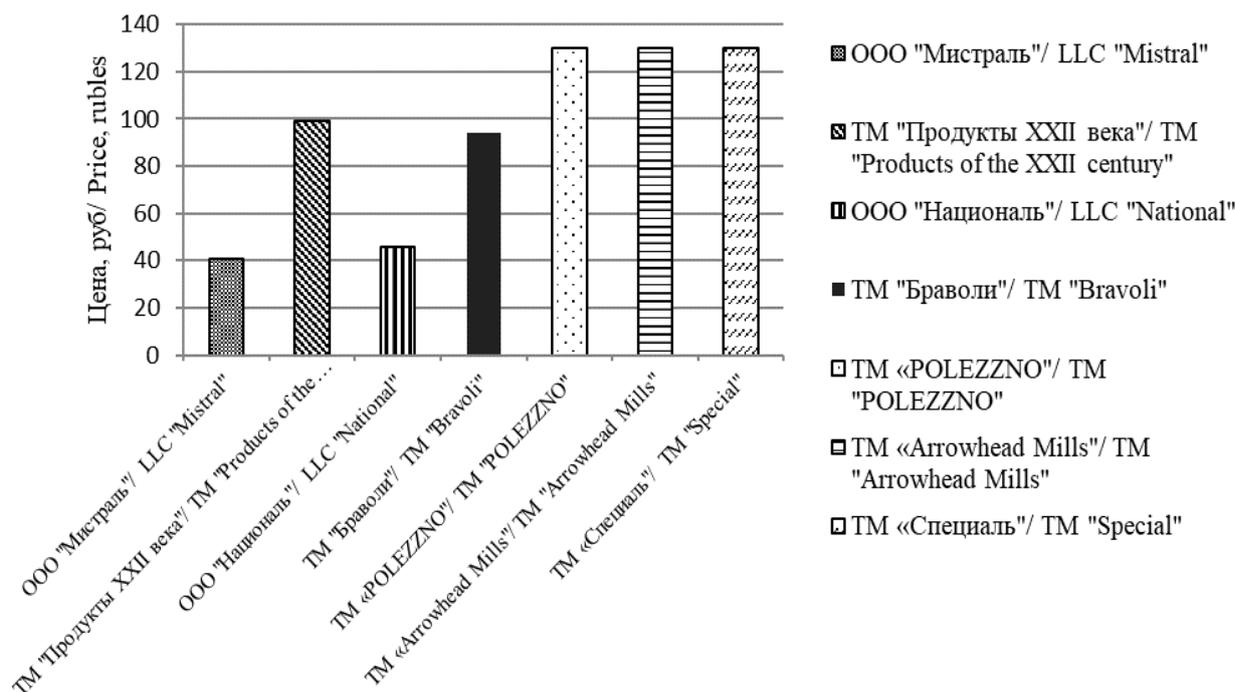


Рисунок 1. Основные торговые марки крупы киноа, представленные на рынке г. Екатеринбурга, с указанием цены за 100 г, р.

Figure 1. The main brands of quinoa cereals on the market Yekaterinburg, indicating the price per 100 g, rubles

В качестве объекта для исследования пищевой ценности и химического состава нами была отобрана крупа киноа белая производитель ООО «Националь» (объект № 1) и ООО «Мистраль» (объект № 2). В качестве контрольного образца для сравнения выбран рис шлифованный 1-го сорта «Краснодарский», производитель ООО «Националь», как наиболее

схожая по органолептическим показателям и области использования агрокультура.

Результаты органолептической оценки исследуемых образцов представлены в таблице 1. Сравнительные показатели пищевой ценности риса «Краснодарского» и крупы киноа представлены в таблице 2.

Таблица 1.

Сравнительная оценка органолептических показателей крупы риса шлифованного 1-го сорта «Краснодарского» и крупы киноа

Table 1.

Comparative evaluation of organoleptic characteristics of polished rice groats of the 1st grade "Krasnodar" and quinoa groats

Показатели Indicators	Требования ГОСТ 6292–93 Requirements GOST 6292–93	Рис «Краснодарский» (контроль) Rice "Krasnodar" (control)	Объект № 1 Object 1	Объект № 2 Object 2
Цвет Colour	Белый с различными оттенками	Белый White with various shades	Кремово-белый Cream white	Кремово-белый – для белого киноа, коричнево-красный – для красного, черный – для черного киноа Creamy white – for white quinoa, brown-red – for red, black – for black quinoa
Запах Smell	Свойственный рисовой крупе без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый Peculiar to rice cereal without extraneous odors, not musty, not moldy		Свойственный крупе киноа без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый Inherent to quinoa cereal without foreign odors, not musty, not moldy	
Вкус Taste	Свойственный рисовой крупе без посторонних привкусов, не кислый, не горький Peculiar to rice cereal without extraneous flavors, not sour, not bitter		Свойственный крупе киноа, не кислый, не горький, слегка хрустящий Typical quinoa cereal, not sour, not bitter, slightly crispy	
Влажность, %, не более Humidity, %, no more	15,5	14,43 ± 0,04	12,11 ± 0,02	12,09 ± 0,02
Доброкачественное ядро, %, не менее Benign core, %, not less than в том числе: including:	99,4	99,48 ± 0,02	-	-
– рис дробленый, %, не более crushed rice, %, no more	9,0	6,13 ± 0,02	-	-
– пожелтевшие ядра риса, %, не более yellowed rice kernels, %, no more	2,0	0,00	-	-
– меловые ядра риса, %, не более chalky rice kernels, %, no more	2,0	0,65 ± 0,01	-	-
– ядра с красными полосками, %, не более kernels with red stripes, %, no more	3,0	0,12 ± 0,01	-	-
– красные ядра, %, не более red kernels, %, no more	Не допускаются Not allowed	0,00	-	-
– глютинозные ядра, %, не более glutinous nuclei, %, no more	2,0	0,00	-	-
Нешелушенные зерна риса, %, не более Unshelled rice grains, %, no more	0,2	0,00	-	-
Сорная примесь, %, не более, в том числе Weed impurity, %, no more, including	0,3	0,00	0,00	0,00
– минеральная примесь mineral admixture	0,05	0,00	0,00	0,00
– органическая примесь organic admixture	0,05	0,00	0,00	0,00
Зараженность вредителями хлебных запасов   Pest Control	Не допускается Not allowed	Не обнаружено Not detected	Не обнаружено Not detected	Не обнаружено Not detected
Загрязненность мертвыми вредителями хлебных запасов: Contamination of dead pests of grain stocks:				
– мертвые жуки, экз. в 1 кг, не более dead beetles, ind. in 1 kg, no more	Не допускаются Not allowed	Не обнаружены Not detected	не обнаружены Not detected	Не обнаружены Not detected
Металломагнитная примесь, мг в 1 кг, не более Metallomagnetic impurity, mg in 1 kg, no more	3	0,00	0,00	0,00

Таблица 2.  
Сравнительные показатели пищевой ценности риса «Краснодарского» и крупы киноа, г/100 г крупы

Table 2.  
Comparative indicators of the nutritional value of rice "Krasnodar" and quinoa cereals, g/100 g cereals

Массовая доля, % Mass fraction, %	Рис «Краснодарский» (контроль) Rice "Krasnodar" (control)	Объект № 1 Object 1	Объект № 2 Object 2
Белки   Proteins	6,61 ± 0,02	13,67 ± 0,04	14,27 ± 0,05
Жиры   Fat	0,46 ± 0,01	7,08 ± 0,01	7,16 ± 0,03
Углеводы   Carbohydrates	81,46 ± 0,11	66,58 ± 0,09	65,43 ± 0,12
Вода   Water	14,43 ± 0,04	12,11 ± 0,02	12,09 ± 0,02

Как следует из представленных данных, в крупе киноа выявлено высокое содержание белков и жиров в отличие от риса «Краснодарского» и более низкое по сравнению с рисом содержание углеводов. При сравнении образцов крупы киноа различных производителей выявлена незначительная разница по содержанию белков, жиров и углеводов.

Киноа имеет запах свежей травы, у нее приятный вкус – нейтральный, растительный, с ореховыми нотками. Консистенция мягкая и

нежная, зернистая, при разжевывании крупа хрустит. Крупа принимает вкус ингредиентов, входящих в состав блюда. При варке киноа увеличивается в размере в 4 раза, ее центр становится прозрачным, вокруг образуется маленькое колечко-корона. Перед варкой киноа необходимо промывать, чтобы удалить придающий горьковатый вкус защитный флавоноид. Анализ жирнокислотного состава риса и киноа отварных представлен на рисунке 2.

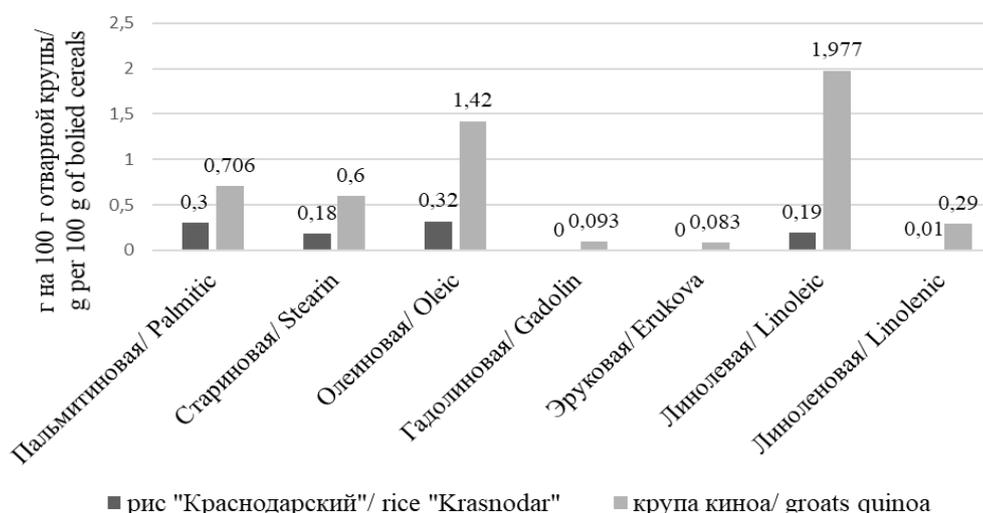


Рисунок 2. Сравнительная оценка жирнокислотного состава риса «Краснодарского» и киноа отварных, г / 100 г продукта

Figure 2. Comparative assessment of the fatty acid composition of Krasnodar rice and boiled quinoa, g / 100 g of product

По жирнокислотному составу крупа киноа превосходит рис по всем показателям. Доля от суточной нормы жиров (84 г) для риса и киноа составляет 0,2 и 2,3% соответственно. Содержание мононенасыщенной эруковой кислоты ( $\omega$ -9) находится на безопасном для пищевого использования уровне. Киноа называют псевдомасличной культурой, т. к. состав и количественные пропорции жирнокислотного состава семян киноа соотносятся с характеристиками семян и плодов масличного растительного сырья – рапса, грецкого ореха, подсолнечника, горчицы.

Все это ещё раз подтверждает высокую биологическую ценность исследуемого продукта.

Семена киноа обладают высокой энергетической и биологической ценностью. В процессе работы был проведен ряд аналитических расчетов химического состава крупы с практическими исследованиями содержания аминокислот в сырой и отварной крупе, рассчитан витаминно-минеральный комплекс. Качественный состав аминокислот крупы киноа и риса «Краснодарского» представлен в таблице 3.

Таблица 3.  
Содержание и состав аминокислот в рисе «Краснодарском» и крупе киноа, г на 100 г продукта

Table 3.  
The content and composition of amino acids in rice “Krasnodar” and quinoa cereal, g per 100 g of product

Наименование аминокислот Name of amino acids	Рис «Краснодарский» Rice "Krasnodar"		Крупа киноа Groats quinoa		Отклонение крупы от риса, ± г на 100 г продукта Deviation of cereal from rice, ± g per 100 g of product
	г на 100 г продукта g per 100 g of product	%	г на 100 г продукта g per 100 g of product	%	
Незаменимые аминокислоты Essential Amino Acids в т. ч.:   including :	3,18	47,3	6,56	48,7	+3,38
аргинин   arginine	0,51	7,6	0,91	6,8	+0,40
валин   valine	0,42	6,3	0,73	5,4	+0,31
гистидин   histidine	0,17	2,5	0,58	4,3	+0,41
изолейцин   isoleucine	0,33	4,9	0,92	6,8	+0,59
лейцин   leucine	0,62	9,2	0,78	5,8	+0,16
лизин   lysine	0,26	3,9	0,84	6,2	+0,58
метионин   methionine	0,16	2,3	0,44	3,2	+0,28
треонин   threonine	0,24	3,6	0,41	3,1	+0,17
триптофан   tryptophan	0,1	1,5	0,23	1,7	+0,13
фенилаланин   phenylalanine	0,37	5,5	0,72	5,4	+0,35
Заменимые аминокислоты, в т. ч.: Essential amino acids, including:	3,54	52,7	6,92	51,3	+3,38
аланин   alanine	0,39	5,8	0,68	5,0	+0,29
аспарагиновая кислота   aspartic acid	0,54	8,0	1,72	12,8	+1,18
глицин   glycine	0,32	4,8	0,92	6,8	+0,60
глутаминовая кислота   glutamic acid	1,2	17,9	1,54	11,4	+0,34
пролин   proline	0,33	4,9	0,93	6,9	+0,60
серин   serine	0,33	4,9	0,72	5,3	+0,39
тирозин   tyrosine	0,29	4,3	0,21	1,6	-0,08
цистеин   cysteine	0,14	2,1	0,20	1,5	+0,06
Общая сумма   total amount	6,72	100	13,48	100	+6,76

Исследования показали, что крупа киноа отличается от риса «Краснодарского» повышенным содержанием всех аминокислот: незаменимых – на 3,38, заменимых – на 3,38 г на 100 г продукта. Единственной аминокислотой является тирозин, содержание которого в рисе выше, чем в киноа на 0,08 г на 100 г продукта.

В наибольшем количестве в киноа присутствуют следующие аминокислоты: аргинин (6,8%), лизин (6,2%), изолейцин (6,8%), аспарагиновая

кислота (12,8%), глутаминовая кислота (11,4%), пролин (6,9%), глицин (6,8%).

После проведения расчетов определена лимитирующая аминокислота для риса – лизин, что является общим правилом белков злаковых. Киноа – это псевдозлаковая культура. Поэтому лимитирующая кислота – метионин (лимитирующая аминокислота белка бобовых). Аминокислотный скор киноа превышает аминокислотный скор риса по всем незаменимым аминокислотам (таблица 4).

Таблица 4.  
Аминокислотный скор для риса «Краснодарский» и крупы киноа отварных

Amino acid scor for rice «Krasnodar» and boiled quinoa cereals

Table 4.

Незаменимая аминокислота Essential amino acid	«Краснодарский» отварной, мг 100г продукта Boiled rice "Krasnodar", mg 100g of product	Крупа киноа отварная, мг 100г продукта Boiled quinoa groats, mg 100g of product	Эталонный белок, мг 100г продукта Reference protein, mg 100g of product	Аминокислотный скор для риса, % Amino acid scor for rice, %	Аминокислотный скор для киноа, % Amino acid scor for quinoa, %
1	2	3	4	5	6
Валин   Valine	130	185	735	18	25
Изолейцин   Isoleucine	91	157	628	14	25
Лейцин   Leucine	225	261	917	25	28

Продолжение табл. 4 | Continuation of table 4

1	2	3	4	5	6
Лизин  Lysine	74	239	683	11	35
Метионин   Methionine	49	96	413	13	23
Треонин   Threonine	85	131	483	18	27
Триптофан  Tryptophan	29	52	169	17	31
Фенилаланин  phenylalanine	133	185	673	20	27

Таблица 5.

Сравнительная таблица витаминно-минерального комплекса риса «Краснодарского» и крупы киноа [13]

Table 5.

Comparison table of the vitamin-mineral complex of rice "Krasnodar" and cereal quinoa [13]

	Витамины											
	A	B1	B2	B4	B5	B6	B9	E	H	PP	B3	Бетаин Betaine
Рис «Краснодарский», мг на 100 г продукта Rice "Krasnodar" mg per 100 g of product	0,00	0,08	0,04	78	0,4	0,2	0,019	0,4	0,0035	3,3	1,6	0,00
Крупа киноа, мг на 100 г продукта Groats quinoa, mg per 100 g of product	0,001	0,36	0,318	70,2	0,772	0,487	0,184	2,44	0,00	1,52	0,00	630,4
Отклонение крупы от риса, ± мг на 100 г продукта Deviation of cereal from rice, ± mg per 100 g of product	+0,001	+0,28	+0,278	-7,8	+0,372	+0,287	+0,165	+2,04	-0,0035	-1,78	-1,6	+630,4

	Макроэлементы							
	K	Ca	Si	Mn	Na	S	P	Cl
Рис «Краснодарский», мг на 100 г продукта Rice "Krasnodar" mg per 100 g of product	100	8	100	50	12	46	150	25
Крупа киноа, мг на 100 г продукта Groats quinoa, mg per 100 g of product	563	47	0,00	197	5	0,00	457	0,00
Отклонение крупы от риса, ± мг на 100 г продукта Deviation of cereal from rice, ± mg per 100 g of product	463	39	-100	147	-7	-46	307	-25

	Микроэлементы									
	B	Fe	I	Co	Mg	Ni	Se	F	Cr	Zi
Рис «Краснодарский», мг на 100 г. продукта Rice "Krasnodar" mg per 100 g of product	0,12	1	0,0014	0,001	1,25	0,0027	0,0151	0,05	0,0017	1,42
Крупа киноа, мг на 100 г продукта Groats quinoa, mg per 100 g of product	0,00	4,57	0,00	0,00	2,033	0,00	0,0085	0,00	0,00	3,1
Отклонение крупы от риса, ± мг на 100 г продукта Deviation of cereal from rice, ± mg per 100 g of product	-0,12	+3,57	-0,0014	-0,001	+0,783	-0,0027	-0,0066	-0,05	-0,0017	+1,68

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что крупа киноа обладает богатым витаминно-минеральным составом. В крупе киноа содержится в большем количестве, чем в рисе витамина А,

тиамина, рибофлавина, пантотеновой кислоты, пиридоксина, фолатов, токоферола, бетаина. А рис «Краснодарский» содержит больше холина, биотина, витамина РР, ниацина. По содержанию

микроэлементов киноа в большей степени, чем рис, богата калием, кальцием, магнием и фосфором, и в меньшей степени (по сравнению с рисом) содержатся кремний, натрий, сера, хлор. Содержание микроэлементов в рисе и киноа примерно одинаковое. Однако отмечено повышенное содержание железа, марганца и цинка.

### Заключение

Исследуемая крупа киноа превосходит рис по всем показателям физиологической и

биологической ценности. Можно отметить высокое содержание клетчатки в крупе киноа по сравнению с рисом. Этот неусвояемый углевод положительно влияет на перистальтику кишечника человека. Киноа обладает уникальным аминокислотным, жирнокислотным, витаминно-минеральным составом, что делает ее одним из особо полезных продуктов питания для человека.

### Литература

- 1 Харapaев М.Н., Кокорева Л.А. Использование крупы киноа на российских предприятиях питания // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к юбилею заслуженного деятеля науки РФ В.М. Позняковского. 2017. С. 268–271.
- 2 Киноа крупа – полезные свойства, противопоказания и способ приготовления. URL: <https://alter-zdrav.ru>
- 3 Егорова С.В., Утошева Е.М., Козлетина М.М., Ростегаев Р.С. Киноа-растительный продукт будущего // *Advanced science: сборник статей III Международной научно-практической конференции*: в 2 ч. 2018. С. 138–141.
- 4 На Кубани впервые в России начали выращивать киноа. URL: <https://news.rambler.ru>
- 5 Меркулова Н.Ю., Наливайко Д.С., Тохириён Б. Исследование химического состава семян киноа в связи с функциональным назначением // *Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к юбилею заслуженного деятеля науки РФ В.М. Позняковского*. 2017. С. 150–154.
- 6 Basantes-Morales E.R., Alconada M.M., Pantoja J.L. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Production in the Andean Region: Challenges and Potentials // *Journal of Experimental Agriculture International*. 2019. P. 1–18.
- 7 Opazo-Navarrete M., Freire, D.T., Boom R.M., Janssen A.E. et al. Dry fractionation of quinoa sweet varieties Atlas and Riobamba for sustainable production of protein and starch fractions // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018. V. 74. P. 95–101.
- 8 Salgado M.A.H., Tarelho L.A., Matos A., Robaina M. et al. Thermoeconomic analysis of integrated production of biochar and process heat from quinoa and lupin residual biomass // *Energy policy*. 2018. V. 114. P. 332–341.
- 9 Kordialik-Bogacka E., Bogdan P., Pielech-Przybylska K., Michałowska D. Suitability of unmalted quinoa for beer production // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. V. 98. № 13. P. 5027–5036.
- 10 Cancino-Espinoza E., Vázquez-Rowe I., Quispe I. Organic quinoa (*Chenopodium quinoa* L.) production in Peru: Environmental hotspots and food security considerations using Life Cycle Assessment // *Science of the Total Environment*. 2018. V. 637. P. 221–232.

### References

- 1 Kharapaev M.N., Kokoreva L.A. The use of quinoa cereal in Russian catering enterprises. Innovative technologies in the food industry and public catering Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the anniversary of the honored worker of science of the Russian Federation V.M. Poznyakovsky. 2017. pp. 268–271. (in Russian).
- 2 Quinoa croup – useful properties, contraindications and method of preparation. Available at: <https://alter-zdrav.ru> (in Russian).
- 3 Egorova SV, Utyusheva EM, Kozletinova MM, Rostegaev RS A quinoa-plant product of the future. *Advanced science: collection of articles of the III International Scientific and Practical Conference*: at 2 hours. 2018. pp. 138–141. (in Russian).
- 4 In the Kuban for the first time in Russia began to grow quinoa. Available at: <https://news.rambler.ru>
- 5 Merkulova N.Yu., Nalivaiko D.S., Tohiriyon B. Study of the chemical composition of quinoa seeds in connection with their functional purpose. *Innovative technologies in the food industry and public catering: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the anniversary of the honored worker of science RF V.M. Poznyakovsky*. 2017. pp. 150–154. (in Russian).
- 6 Basantes-Morales E.R., Alconada M.M., Pantoja J.L. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Production in the Andean Region: Challenges and Potentials. *Journal of Experimental Agriculture International*. 2019. pp. 1–18.
- 7 Opazo-Navarrete M., Freire, D.T., Boom R.M., Janssen A.E. et al. Dry fractionation of quinoa sweet varieties Atlas and Riobamba for sustainable production of protein and starch fractions. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018. vol. 74. pp. 95–101.
- 8 Salgado M.A.H., Tarelho L.A., Matos A., Robaina M. et al. Thermoeconomic analysis of integrated production of biochar and process heat from quinoa and lupin residual biomass. *Energy policy*. 2018. vol. 114. pp. 332–341.
- 9 Kordialik-Bogacka E., Bogdan P., Pielech-Przybylska K., Michałowska D. Suitability of unmalted quinoa for beer production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. vol. 98. no. 13. pp. 5027–5036.
- 10 Cancino-Espinoza E., Vázquez-Rowe I., Quispe I. Organic quinoa (*Chenopodium quinoa* L.) production in Peru: Environmental hotspots and food security considerations using Life Cycle Assessment. *Science of the Total Environment*. 2018. vol. 637. pp. 221–232.

**Сведения об авторах**

**Наталья А. Лесникова** инженер, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Екатеринбург, 620144, Россия, lista507@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6765-7064>

**Людмила Г. Протасова** д.т.н., профессор, кафедра управления качеством, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Екатеринбург, 620144, Россия, protasova.mila@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6863-7855>

**Лариса А. Кокорева** к.т.н., доцент, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Екатеринбург, 620144, Россия, lariko77@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8618-8301>

**Геннадий Б. Пищиков** д.т.н., профессор, кафедра пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Екатеринбург, 620144, Россия, bio\_teh@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2342-3623>

**Вклад авторов**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Natalia A. Lesnikova** engineer, nutrition technology department, Ural State University of Economics, 8 Marta/ Narodnoy Voli st., 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, lista507@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6765-7064>

**Lyudmila G. Protasova** Dr. Sci. (Engin.), professor, department of Quality Management, Ural State University of Economics, ul. March 8 / People's Will, 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, protasova.mila@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6863-7855>

**Larisa A. Kokoreva** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, nutrition technology department, Ural State University of Economics, 8 Marta/Narodnoy Voli st., 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, lariko77@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8618-8301>

**Gennady B. Pishchikov** Dr. Sci. (Engin.), professor, food engineering department, Ural State University of Economics, 8 Marta/Narodnoy Voli st., 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, bio\_teh@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2342-3623>

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 11/11/2019	<b>После редакции</b> 22/11/2019	<b>Принята в печать</b> 03/12/2019
<b>Received</b> 11/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 22/11/2019	<b>Accepted</b> 03/12/2019

## Влияние протеазы и фитазы на физиологическое состояние спиртовых дрожжей при культивировании

Татьяна С. Ковалева<sup>1</sup> tanyakova2501@gmail.comГеннадий В. Агафонов<sup>1</sup> gvagafonov@mail.ru 0000-0002-2133-5606Алексей Н. Яковлев<sup>1</sup> vip.alex2702@mail.ruСветлана Ф. Яковлева<sup>1</sup> svetlana.yakovleva.68@mail.ru<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** В производстве этилового спирта применяются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Основные требования, предъявляемые к дрожжам, используемым в производстве этилового спирта из крахмалосодержащего сырья: спиртовые дрожжи, применяемые при переработке крахмалистого сырья, должны иметь высокую бродильную активность; полную сбраживаемость сахаров, устойчивость к продуктам метаболизма, устойчивость к развитию посторонней микрофлоры. В качестве источника протеазы использовали протеолитический ферментный препарат Пролайв BS Ликвид. В качестве источника фитазы применяли ферментный препарат Кингфос. Изучали влияние ферментных препаратов нейтральной протеазы Пролайв BS Ликвид и фитазы Кингфос на бродильную активность спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расы XII. Максимальной бродильной активностью обладают дрожжи, культивируемые на сусле, полученном с использованием протеазы и фитазы. Продолжительность фазы экспоненциального роста в опыте составляет 14–16 часов, в контроле 18–20 ч. Экспоненциальная фаза описывается уравнением Моно. Дрожжи в опыте по сравнению с дрожжами в контроле размножаются более интенсивно и к 14–16 ч роста накапливают в культуральной среде около 170 млн дрожжевых клеток, а дрожжи в контроле около 95 млн дрожжевых клеток к 18–20 ч роста. Удельная скорость роста была максимальна в логарифмической фазе и составила 0,35 млн клеток/см<sup>3</sup>·ч в опытных образцах и 0,25 млн клеток/см<sup>3</sup>·ч в контроле. Установлено, что максимальное накопление дрожжевых клеток наблюдалось при внесении в сусло ферментного препарата нейтральной протеазы Пролайв BS Ликвид дозировкой 0,2 ед. ПС/г крахмала и ферментного препарата фитазы Кингфос дозировкой 0,5 ед. ФС/г крахмала, содержание дрожжевых клеток в зрелых дрожжах достигало 170 млн клеток/см<sup>3</sup> к 16–18 ч культивирования, дрожжи имеют высокую бродильную активность.

**Ключевые слова:** осахаривание, ферментные препараты, глюкоамилаза, разваренная масса, величина pH, температура, ячменное сусло, гидролиз крахмала, мультиэнзимный комплекс

## Effect of protease and phytase on the physiological state of alcoholic yeast in cultivation

Tatyana S. Kovaleva<sup>1</sup> tanyakova2501@gmail.comGennady V. Agafonov<sup>1</sup> gvagafonov@mail.ru 0000-0002-2133-5606Aleksey N. Yakovlev<sup>1</sup> vip.alex2702@mail.ruSvetlana F. Yakovleva<sup>1</sup> svetlana.yakovleva.68@mail.ru<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** *Saccharomyces cerevisiae* yeast is used in the production of ethyl alcohol. The main requirements for yeast used in the production of ethyl alcohol from starch-containing raw materials: alcohol yeast used in the processing of starchy raw materials must have high fermentation activity; complete fermentability of sugars, resistance to metabolic products, resistance to the development of extraneous microflora. Proteolytic enzyme preparation Prolive BS Liquid was used as a source of protease. Kingphos enzyme preparation was used as a source of phytase. The effect of the enzyme preparations of the neutral protease Prolive BS Liquid and Phytase Kingphos on the fermentation activity of alcohol yeast *Saccharomyces cerevisiae* race XII was studied. The maximum fermentation activity is possessed by yeast cultivated on the wort, obtained using protease and phytase. The duration of the exponential growth phase in the experiment is 14–16 hours, in the control - 18–20 hours. The exponential phase is described by the Mono equation. Compared to the yeast in the control, the yeast in the experiment multiplies more intensively, and by 14–16 hours of growth, about 170 million yeast cells accumulate in the culture medium, and the yeast in the control - about 95 million yeast cells by 18–20 h of growth. The specific growth rate was maximum in the logarithmic phase and amounted to 0.35 million cells / cm<sup>3</sup> · h in the experimental samples and 0.25 million cells / cm<sup>3</sup> · h in the control. It was found that the maximum accumulation of yeast cells was observed when the neutral enzyme Prolive BS Liquid was added to the wort with a dosage of 0.2 units. PS/g of starch and enzyme preparation Phytase Kingfos with a dosage of 0.5 units. FS/g of starch, the yeast cell content in mature yeast reached 170 million cells / cm<sup>3</sup> by 16–18 hours of cultivation, the yeast has a high fermentation activity.

**Keywords:** saccharification, enzyme preparations, glucoamylase, boiled mass, pH, temperature, barley wort, hydrolyzed starch, multienzyme complex

### Введение

В производстве этилового спирта применяются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, которые являются одноклеточными микроорганизмами.

Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* являются факультативными анаэробами, по типу питания – хемоорганогетеротрофами; по отношению к активной кислотности среды – ацидофилами [1–4].

#### Для цитирования

Ковалева Т.С., Агафонов Г.В., Яковлев А.Н., Яковлева С.Ф. Влияние протеазы и фитазы на физиологическое состояние спиртовых дрожжей при культивировании // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 98–102. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-98-102

#### For citation

Kovaleva T.S., Agafonov G.V., Yakovlev A.N., Yakovleva S.F. Effect of protease and phytase on the physiological state of alcoholic yeast in cultivation. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 98–102. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-98-102

Основные требования, предъявляемые к дрожжам, используемым в производстве этилового спирта из крахмалосодержащего сырья: спиртовые дрожжи, применяемые при переработке крахмалистого сырья, должны иметь высокую бродильную активность, полную сбраживаемость сахаров, устойчивость к продуктам метаболизма (особенно к спирту), к развитию посторонней микрофлоры.

Для нормального метаболизма дрожжевых клеток необходимо содержание в питательной среде всех веществ, а также необходимы условия, исключающие стрессовые воздействия, вызываемые температурами, высокими концентрациями углеводов и этанола [5, 6].

Совокупность характеристик, отражающих потребности дрожжевых организмов в определенных физико-химических условиях среды, относят к физиологическим признакам. Одним из основных признаков является способность к сбраживанию сахаров до этанола и углекислого газа. Способность дрожжей сбраживать определенное количество сахара за единицу времени называют бродильной активностью, которая определяется по количеству выделившегося диоксида углерода в единицу времени. Одновременно определяют процесс размножения дрожжей и накопление в клетках гликогена [7–11].

Повышение бродильной активности дрожжей может быть достигнуто применением сбалансированного состава питательной среды.

### Материалы и методы

В качестве источника протеазы использовали протеолитический ферментный препарат Пролайв BS Ликвид. Ферментный препарат нейтральной протеазы Пролайв BS Ликвид получают путём глубинного культивирования бактериального штамма *Bac. subtilis*. Представляет собой сиропообразную жидкость светлорыжевого цвета удельной плотностью 1,25 г./см<sup>3</sup> и обладает высокой протеолитической активностью. Пролайв BS Ликвид – это эндофермент, гидролизующий пептидные связи в белках с образованием растворимых пептидов и аминокислот, что способствует обогащению среды дополнительным азотистым питанием для дрожжей. Активность ферментного препарата 600–750 ед. ПС/см<sup>3</sup>. Оптимальные условия действия препарата: pH 5,5–7,5; температура 50–55 °С.

В качестве источника фитазы применяли ферментный препарат Кингфос. Ферментный препарат Кингфос (Kingphos) содержит фитазу (Mio inositol hexaphosphate phospho hydrolase EC No.: 3.1.3.8) с активностью не менее 10000 ед./г (10%). Производитель – *Pichia pastoris*. По внешнему виду ферментный препарат Кингфос представляет собой порошок белого или желтоватого цвета. Оптимальные условия действия препарата: pH 5,5–6,5; температура 40–45 °С.

Для подсчета клеток дрожжей применяли камеру Горяева. Для определения процентного содержания нежизнеспособных клеток на предметном стекле каплю дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* смешивали с каплей метиленового синего. Приготовленный препарат просматривали в 10 полях зрения. Определяли

процентное содержание нежизнеспособных клеток по отношению к общему числу клеток, наблюдаемых в поле зрения. Хорошие засевные дрожжи содержат не более 1% мертвых клеток.

Количество почкующихся клеток характеризует способность дрожжей к размножению: активные дрожжи содержат 50–70% клеток с почками. Из дрожжевой суспензии готовят препарат «раздавленная капля» и определяют процентное содержание почкующихся клеток по отношению к суммарному количеству дрожжей с почками и без них.

Изучали влияние ферментных препаратов нейтральной протеазы Пролайв BS Ликвид и фитазы Кингфос на бродильную активность спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расы XII. При приготовлении дрожжевого суслу в него вносили ферментный препарат Пролайв BS Ликвид при дозировке 0,3 ед. ПС/г крахмала и ферментный препарат фитазы Кингфос при дозировке 0,5 ед. ФС/г крахмала. В контроле дополнительные ферментные препараты при приготовлении дрожжевого суслу не вносили. В суслу при температуре 30 °С вносили дрожжи в количестве 10% от объема суслу. Процесс дрожжегенерации проводили 18–20 ч при температуре 28–30 °С в колбах на 750 см<sup>3</sup>. Ежечасно весовым методом определяли количество выделенного углекислого газа.

### Результаты и обсуждение

По полученным данным построили график (рисунок 1).



Рисунок 1. Влияние ферментных препаратов на бродильную активность спиртовых дрожжей: 1 – контроль; 2 – протеаза 0,2 ед. ПС/г крахмала; 3 – фитаза 0,5 ед. ФС/г крахмала; 4 – протеаза 0,2 ед. ПС/г крахмала, фитаза 0,5 ед. ФС/г крахмала

Figure 1. The effect of enzyme preparations on the fermentation activity of alcoholic yeast: 1 – control; 2 – protease 0.2 ed. PS/g starch; 3 – phytase 0.5 ed. FS/g starch; 4 – protease 0.2 unit's PS/g starch, phytase 0.5 ed. FS/g starch

Из рисунка 1 видно, что максимальной бродильной активностью обладают дрожжи, культивируемые на сусле, полученном с использованием протеазы и фитазы. Кроме того, максимальная бродильная активность спиртовых дрожжей в контроле наблюдается к 12 ч роста, а в опытных образцах – к 10 ч роста.

Прямая ассимиляция аминокислот обеспечивает не только интенсификацию синтеза белка, но и активирует содержащиеся в дрожжевой клетке ферменты, на что указывает высокая бродильная активность. Микроэлементы, такие как кальций, цинк, магний, получаемые при гидролизе фитина, также способствуют повышению бродильной активности дрожжей.

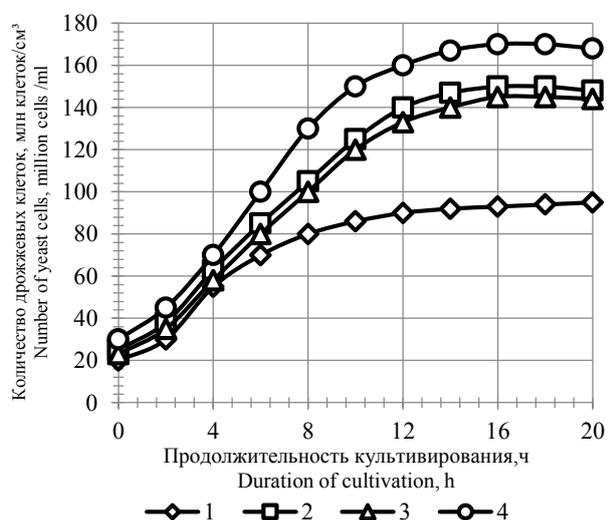


Рисунок 2. Влияние ферментных препаратов на динамику накопления биомассы дрожжей: 1 – контроль; 2 – протеаза 0,2 ед. ПС/г крахмала; 3 – фитаза 0,5 ед. ФС/г крахмала; 4 – протеаза 0,2 ед. ПС/г крахмала, фитаза 0,5 ед. ФС/г крахмала

Figure 2. Influence of enzyme preparations on dynamics of yeast biomass accumulation: 1 – control; 2 – protease 0,2 PS/g starch; 3 – phytase 0,5 PS/g starch; 4 – protease 0,2 PS/g starch, phytase 0,5 FS/g starch

Из рисунка 2 видно, что дрожжевой клетке присущи 4 фазы жизнедеятельности, которые характеризуются различным приростом дрожжевых клеток.

1. Лаг-фаза. Характеризуется очень сложным ферментативным процессом, чрезвычайно чувствительными к составу среды, ее температуре, активной кислотности. В этой фазе незначительно увеличивается объем дрожжевых клеток, синтезируются нуклеиновые кислоты, и аккумулируется энергия для дальнейшего активного накопления биомассы. Продолжительность лаг-фазы для дрожжей в опыте 1–2 ч, а в контроле 2–3 ч.

2. Логарифмическая фаза или фаза экспоненциального роста. Характеризуется высокой активностью размножения клеток. Количество почкующихся клеток быстро увеличивается, достигая 45–50%. Биомасса дрожжей при этом постепенно повышается вследствие образования новых дочерних клеток, которые, вырастая до материнской клетки, начинают почковаться, образуя новую генерацию. В этой фазе наблюдается максимальная скорость роста дрожжевых клеток. Продолжительность периода в опыте

составляет 14–16 ч, в контроле 18–20 ч. Экспоненциальная фаза описывается уравнением Моно:

$$M_t = M_0 \cdot e^{kt},$$

где  $M_t$  – количество дрожжей за время  $t$ , кг;  $M_0$  – начальное, засевное количество дрожжей, кг;  $e$  – основание натурального логарифма;  $k$  – удельная скорость роста или коэффициент образования биомассы (зависит от расы дрожжей, концентрации питательной среды и ее состава, аэрации и других факторов);  $t$  – время размножения дрожжей.

3. Стационарная фаза. Характеризуется постепенным замедлением темпа роста. Образование новых клеток практически прекращается, заканчивается их почкование, т. к. истощается питательная среда, образуются продукты метаболизма, которые тормозят рост и размножение клеток. Для поддержания жизнедеятельности клетки используют оставшиеся в культуральной среде питательные вещества. Клетки увеличиваются в размере, масса их также возрастает. Прирост биомассы в этой фазе может составить 5–10% от массы дрожжей, накопленных в логарифмической фазе. В этот период происходят внутриклеточные биосинтетические процессы, которые формируют зрелость дрожжевой клетки. Ферментные системы дрожжевой клетки перестраиваются с активного синтеза биомассы на процессы обмена, поддерживающие их жизнедеятельность. Воспроизводство новых замедляется. Наступает фаза спада.



Рисунок 3. Влияние ферментных препаратов на динамику размножения дрожжей: 1 – контроль; 2 – протеаза 0,2 ед. ПС/г крахмала; 3 – фитаза 0,5 ед. ФС/г крахмала; 4 – протеаза 0,2 ед. ПС/г крахмала, фитаза 0,5 ед. ФС/г крахмала

Figure 3. The effect of enzyme preparations on the dynamics of yeast reproduction: 1 – control; 2 – protease 0.2 unit's PS/g starch; 3 – phytase 0.5 units FS/g starch; 4 – protease 0.2 unit's PS/g starch, phytase 0.5 units FS / g starch

4. Фаза затухания (отмирания). В среде в значительном количестве накапливаются продукты метаболизма. Фаза характеризуется отсутствием роста и размножения клеток. Масса клеток уменьшается, т.к. все питательные вещества культуральной среды использованы в предыдущей фазе. Идет постепенное отмирание клеток. Для поддержания жизнедеятельности клеток начинают использовать собственные запасы. Наблюдается автолиз клеток.

Дрожжи в опыте по сравнению с дрожжами в контроле размножаются более интенсивно и к 14–16 ч роста накапливают в культуральной среде около 170 млн дрожжевых клеток, а дрожжи в контроле около 95 млн дрожжевых клеток к 18–20 ч роста. Таким образом, процесс культивирования дрожжей при использовании дополнительных ферментных препаратов можно ограничить 14–16 ч роста, и при этом дрожжевых клеток накапливается почти в 2 раза больше, чем в контроле. Все это позволяет уменьшить количество засеваемых дрожжей, вносимых в броидильный аппарат, что приводит к уменьшению потерь сбрасываемых углеводов на накопление биомассы дрожжей и увеличению выхода спирта.

Более высокий уровень почкования дрожжевых клеток (рисунок 3) в опыте достигался к 12 ч, а в контроле – к 14 ч, что соответствует примерно середине логарифмической фазы и составляет 50% в опыте и 40% – в контроле.

Быстро возникающее энергичное брожение угнетает процесс дыхания и вследствие этого приостанавливает почкование и размножение клеток, также происходит быстрое обеднение субстрата питательными веществами, что, в свою очередь, создает неблагоприятные условия для почкования. В конце культивирования дрожжевые клетки потребляли свои резервные вещества, такие как гликоген, и количество почкующихся клеток достигало 4–5%.

Весьма характерным показателем является скорость роста культуры дрожжей. Мы пользовались удельной скоростью роста, которую определяли по приросту количества клеток за определенный отрезок времени.

#### Литература

- 1 Яковлев А.Н., Агафонов Г.В., Яковлева С.Ф., Алексеева Н.И. и др. Влияние мультиэнзимной композиции на процесс брожения ржаного суслу // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2013. № 3. С 26–28.
- 2 Яковлева С.Ф., Яковлев А.Н., Корнеева О.С. Получение этилового спирта из ржи с использованием мультиэнзимной композиции // Биотехнология. 2011. № 6. С. 63–69.
- 3 Mikulski D., Kłosowski G., Rolbiecka A. Influence of phytase and supportive enzymes applied during high gravity mash preparation on the improvement of technological indicators of the alcoholic fermentation process // Biomass and Bioenergy. 2015. V. 80. P. 191–202.
- 4 Son C.K. Impacts of liquefaction time and enzymes on ethanol yield of very high gravity process for beverage ethanol production // Vietnam Journal of Science and Technology. 2016. V. 54. № 4A. P. 242.
- 5 Фараджеева Е.Д., Федоров В.А., Агафонов Г.В. Общая технология броидильных производств. Воронеж: ИПЦ «Научная книга». 2012. 728 с.
- 6 Polyakov V.A., Serba E.M., Overchenko M.B., Ignatova N.I. et al. The effect of a complex phytase-containing enzyme preparation on the process of rye wort fermentation // Food and Raw Materials. 2019. V. 7. P. № 2. P. 221–228.

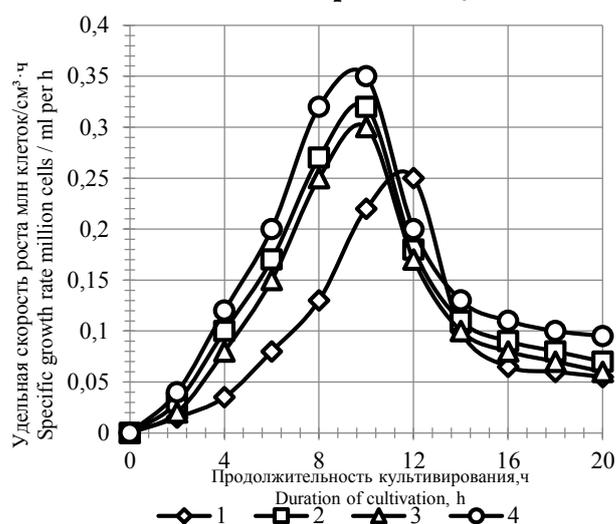


Рисунок 4. Влияние ферментных препаратов на скорость размножения дрожжей: 1 – контроль; 2 – протеаза 0,2 ед. ПС/г крахмала; 3 – фитаза 0,5 ед. ФС/г крахмала; 4 – протеаза 0,2 ед. ПС/г крахмала, фитаза 0,5 ед. ФС/г крахмала

Figure 4. Effect of enzyme preparations yeast reproduction rate: 1 – control; 2 – protease 0.2 ed. PS/g starch; 3 – phytase 0.5 ed. FS/g starch; 4 – protease 0.2 unit's PS/g starch, phytase 0.5 ed. FS/g starch

Удельная скорость роста была максимальной в логарифмической фазе (рисунок 4), когда брожение протекает слабо и составила 0,35 млн клеток/см<sup>3</sup>·ч в опытных образцах и 0,25 млн клеток/см<sup>3</sup>·ч – в контроле.

#### Заключение

Исследовано влияние различных источников дополнительного питания и ферментных препаратов протеазы и фитазы на процесс культивирования дрожжей в спиртовом производстве.

Установлено, что максимальное накопление дрожжевых клеток наблюдается при внесении в сусло ферментного препарата нейтральной протеазы Пролайв BS Ликвид дозировкой 0,2 ед. ПС/г крахмала и ферментного препарата фитазы Кингфос дозировкой 0,5 ед. ФС/г крахмала, содержание дрожжевых клеток в зрелых дрожжах достигает 170 млн клеток/см<sup>3</sup> к 16–18 ч культивирования, дрожжи имеют высокую броидильную активность.

- 7 Fang L., Wang T., Lamsal B. Use of surfactant and enzymes in dry-grind corn ethanol fermentation improves yield of ethanol and distillers corn oil // *Industrial crops and products*. 2018. № 111. P. 329–335.
- 8 Yuan Z., Li G., Hegg, E.L. Enhancement of sugar recovery and ethanol production from wheat straw through alkaline pre-extraction followed by steam pretreatment // *Bioresource technology*. 2018. № 266. P. 194–202.
- 9 Xu Y., Zhang M., Roozeboom K., Wang, D. Integrated bioethanol production to boost low-concentrated cellulosic ethanol without sacrificing ethanol yield // *Bioresource technology*. 2018. № 250. P. 299–305.
- 10 Franco J.H., Minter S.D., de Andrade A.R. Product analysis of operating an ethanol/O<sub>2</sub> biofuel cell shows the synergy between enzymes within an enzymatic cascade // *Journal of The Electrochemical Society*. 2018. V. 165. № 9. P. H575-H579.
- 11 Łukajtis R., Kucharska K., Hołowacz I., Rybarczyk P. et al. Comparison and optimization of saccharification conditions of alkaline pre-treated triticale straw for acid and enzymatic hydrolysis followed by ethanol fermentation // *Energies*. 2018. V. 11. № 3. P. 639.

### References

- 1 Yakovlev A.N., Agafonov G.V., Yakovleva S.F., Alekseeva N.I. et al. Influence of a multi-enzyme composition on the process of fermentation of rye wort. Production of alcohol and alcoholic beverages. 2013. no. 3. pp. 26–28. (in Russian).
- 2 Yakovleva S.F., Yakovlev A.N., Korneeva O.S. Obtaining ethyl alcohol from rye using a multi-enzyme composition. *Biotechnology*. 2011. no. 6. pp. 63–69. (in Russian).
- 3 Mikulski D., Klosowski G., Rolbiecka A. Influence of phytase and supportive enzymes applied during high gravity mash preparation on the improvement of technological indicators of the alcoholic fermentation process. *Biomass and Bioenergy*. 2015. vol. 80. pp. 191–202.
- 4 Son C.K. Impacts of liquefaction time and enzymes on ethanol yield of very high gravity process for beverage ethanol production. *Vietnam Journal of Science and Technology*. 2016. vol. 54. no. 4a. pp. 242.
- 5 Faradzheva E.D., Fedorov V.A., Agafonov G.V. General technology of fermentation. Voronezh, Nauchnaya kniga, 2012. 728 p. (in Russian).
- 6 Polyakov V.A., Serba E.M., Overchenko M.B., Ignatova N.I. et al. The effect of a complex phytase-containing enzyme preparation on the process of rye wort fermentation. *Food and Raw Materials*. 2019. vol. 7. pp. no. 2. pp.221–228.
- 7 Fang L., Wang T., Lamsal B. Use of surfactant and enzymes in dry-grind corn ethanol fermentation improves yield of ethanol and distillers corn oil. *Industrial crops and products*. 2018. no. 111. pp. 329–335.
- 8 Yuan Z., Li G., Hegg, E.L. Enhancement of sugar recovery and ethanol production from wheat straw through alkaline pre-extraction followed by steam pretreatment. *Bioresource technology*. 2018. no. 266. pp. 194–202.
- 9 Xu Y., Zhang M., Roozeboom K., Wang, D. Integrated bioethanol production to boost low-concentrated cellulosic ethanol without sacrificing ethanol yield. *Bioresource technology*. 2018. no. 250. pp. 299–305.
- 10 Franco J.H., Minter S.D., de Andrade A.R. Product analysis of operating an ethanol/O<sub>2</sub> biofuel cell shows the synergy between enzymes within an enzymatic cascade. *Journal of The Electrochemical Society*. 2018. vol. 165. no. 9. pp. H575-H579.
- 11 Łukajtis R., Kucharska K., Hołowacz I., Rybarczyk P. et al. Comparison and optimization of saccharification conditions of alkaline pre-treated triticale straw for acid and enzymatic hydrolysis followed by ethanol fermentation. *Energies*. 2018. vol. 11. no. 3. pp. 639.

### Сведения об авторах

**Татьяна С. Ковалева** аспирант, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tanyakova2501@gmail.com

**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, gvagafonov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2133-5606>

**Алексей Н. Яковлев** к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vip.alex2702@mail.ru

**Светлана Ф. Яковлева** к.т.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, svetlana.yakovleva.68@mail.ru

### Вклад авторов

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

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Information about authors

**Tatyana S. Kovaleva** graduate student, technology of fermentation and sugar industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tanyakova2501@gmail.com

**Gennady V. Agafonov** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fermentation and sugar industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gvagafonov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2133-5606>

**Aleksey N. Yakovlev** Cand. Sci. (Engin.), technology of fermentation and sugar industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vip.alex2702@mail.ru

**Svetlana F. Yakovleva** Cand. Sci. (Engin.), biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, svetlana.yakovleva.68@mail.ru

### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 22/10/2019	После редакции 01/11/2019	Принята в печать 15/11/2019
Received 22/10/2019	Accepted in revised 01/11/2019	Accepted 15/11/2019

## Консервы из копчёной мойвы: перспективы, проблемы, качество

Юлия В. Аллюярова<sup>1</sup> [alloyarovayuv@mail.ru](mailto:alloyarovayuv@mail.ru)  0000-0002-3924-5887  
Владимир А. Гроховский<sup>1</sup> [v.grokhovsky@mail.ru](mailto:v.grokhovsky@mail.ru)  
Людмила К. Куранова<sup>1</sup> [kuranova@mail.ru](mailto:kuranova@mail.ru)

<sup>1</sup> Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия

**Аннотация.** Проведены маркетинговые исследования по изучению потребительских предпочтений продуктов среди респондентов, которые регулярно посещают крупные торговые сети города Мурманска. Установлено, что в настоящее время консервы пользуются устойчивым спросом, покупатель отдаёт предпочтение консервной продукции из традиционного сырья, не прошедшего жёсткую тепловую обработку, однако использование заливок приветствуется. Одним из путей удовлетворения растущего спроса является переориентирование рыбной промышленности на использование малорентабельных объектов промысла, к которым относится мойва. Был проведён анализ данных по динамике вылова мойвы. Установлено, что запасы мойвы будут увеличиваться. Разработана технология консервов из копчёной мойвы с использованием предварительной термообработки сырья при пониженных температурах (мягкие режимы копчения) по сравнению с традиционной технологией либо подсушки рыбы с последующим применением копильного геля для интенсификации цвета и придания требуемых органолептических характеристик конечному продукту. Установлены отличные органолептические достоинства и высокая пищевая ценность созданных консервов из мойвы. Изготовленные консервы из копчёной мойвы соответствовали требованиям безопасности, в частности, содержание бенз(а)пирена в изготовленных консервах из мойвы с копильным гелем в 50 раз ниже значения предельно допустимой концентрации для копчёных рыбных продуктов, которое соответствует современным требованиям безопасности продуктов питания.

**Ключевые слова:** мойва, консервы, маркетинговые исследования, режимы копчения, копильный гель, пищевая ценность, безопасность продукта

## Canned smoked capelin: prospects, problems, quality

Yulia V. Alloiarova<sup>1</sup> [alloyarovayuv@mail.ru](mailto:alloyarovayuv@mail.ru)  0000-0002-3924-5887  
Vladimir A. Grokhovskii<sup>1</sup> [v.grokhovsky@mail.ru](mailto:v.grokhovsky@mail.ru)  
Ludmila K. Kuranova<sup>1</sup> [kuranova@mail.ru](mailto:kuranova@mail.ru)

<sup>1</sup> Murmansk State Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia

**Abstract.** Marketing researches on studying of consumer preferences of products among respondents who regularly visit large trade networks of the city of Murmansk are carried out. It is established that currently canned goods are in steady demand, the buyer prefers canned products from traditional raw materials that have not undergone rigid heat treatment, but the use of fills is expected. One of the ways of satisfaction the growing demand is reorientation of the fishing industry to the use of low-profit fishing facilities, which include capelin. The analysis of data on catch capelin dynamics was carried out, it is established that stocks of capelin will increase. The technology of canned smoked capelin using pre-heat treatment of raw materials at low temperatures (soft modes of smoking) in comparison with traditional technology, or drying fish with the subsequent use of smoking gel to intensify the color and giving the required organoleptic characteristics to the final product. Established excellent organoleptic advantages and high nutritional value of canned capelin. Manufactured canned smoked capelin fit the safety requirements, in particular, the content of benzo(a)pyrene in manufactured canned capelin with smoking gel, 50 times lower than the maximum permissible concentration value for smoked fish products, and which fits the modern food safety requirements.

**Keywords:** capelin, canned food, marketing research, conditions of smoking, smoking gel, nutritional value, product safety

### Введение

Рыба и морепродукты по совокупности пищевых и биологических свойств являются уникальными продуктами питания, включающими ряд важнейших нутриентов, таких как полноценные белки, жиры, включая ПНЖК, витамины, микро- и макроэлементы. В соответствии с данными ФАО морепродукты являются источником животного белка в количестве 20% от общего потребления для 3,1 млрд человек [1].

По данным ФАО РФ занимает пятое место во всем мире по добыче гидробионтов (более 5,0 млн т за 2018 г.) [2]. По данным официальной статистики, уровень потребления морепродуктов в среднем составил 21,5 кг в год на одного гражданина России (данные 2017 г.) [3].

Для цитирования

Аллюярова Ю.В., Гроховский В.А., Куранова Л.К. Консервы из копчёной мойвы: перспективы, проблемы, качество // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 103–109. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-103-109

For citation

Alloiarova Yu.V., Grokhovskii V.A., Kuranova L.K. Canned smoked capelin: prospects, problems, quality. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 103–109. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-103-109

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

увеличения продолжительности жизни населения, содействие и стимулирование роста спроса и предложения на более качественные пищевые продукты являются приоритетными целями «Стратегии повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 года» [4].

Одним из путей решения поставленных целей является расширение ассортимента продуктов питания из морепродуктов, разработанных по инновационным технологиям.

Традиционным спросом в нашей стране пользуются рыбные консервы, среднегодовое производство которых в России составляет около 520 млн условных банок, хотя в последние годы наблюдается тенденция к снижению их объемов [5]. На российском рыбном рынке консервы занимают равные доли с неразделанной и разделанной рыбой, пресервами, полуфабрикатами и готовой продукцией (по 20% каждая из перечисленных групп).

#### Материалы и методы

Объектами исследований при выполнении экспериментальной части работы являлось мороженое сырье океанического промысла: мойва мороженая (*Mallotus villosus*), по качеству не ниже 1-го сорта, отвечающая требованиям ГОСТ 32366–2013 «Рыба мороженая. Технические условия» и ТР ЕАЭС 040/2016 консервы из мойвы копченой, изготовленные из мороженого сырья с применением в качестве ПТО дымного и бездымного копчения.

Содержание бенз(а)пирена (БП) в консервах определяли в Испытательном центре продукции, сырья и материалов ЦСМ (г. Мурманск) по ГОСТ Р 51650–2000.

#### Результаты и обсуждения

С целью выявления отношения потребителей к рыбным консервам в ходе работы были проведены социологические исследования. Анкетирование проводилось среди профессорско-преподавательского состава МГТУ, студентов, жителей, которые регулярно посещают крупные торговые сети города Мурманска (рисунок 1).

Анкетирование показало, что ключевым потенциальным потребителем являются женщины (64,0% от общего числа респондентов), состоящие в браке (56% от общего числа респондентов), без детей. Из них большинство в возрасте от 20 до 40 лет, работают (53,0% от общего числа респондентов), имеют уровень доходов средний и ниже среднего (28 и 24% от общего числа респондентов соответственно).

Проведенными исследованиями установлен высокий потребительский спрос на консервы

рыбные, 90% респондентов покупают именно эти стерилизованные продукты. Большинство респондентов (42% от их общего числа) высказало пожелание приобретать продукцию 1 раз в месяц, 22% – 1 раз в неделю, 26% опрошенных покупают реже, чем 1 раз в месяц и лишь у 10% рыбные консервы отсутствуют в рационе.

Анализ потребительских предпочтений среди производителей показал, что предпочтение отдается рыбным консервам, произведенным в России (более 68,5% опрошенных).

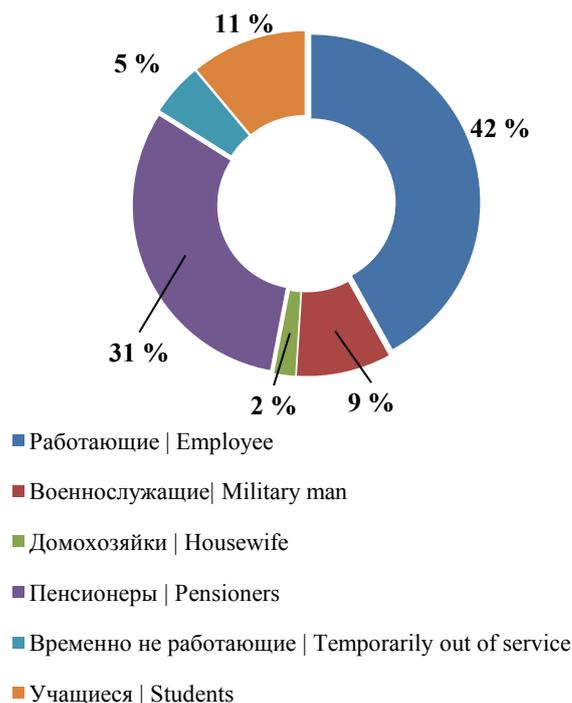


Рисунок 1. Анализ социального положения респондентов, участвующих в опросе

Figure 1. Analysis of social status of respondents participating in the survey

Результаты опроса показали, что потребители предпочитают рыбные консервы из лососевых (27,6%), скумбрии (24%), тресковых (18%) и сельди (16%). А меньшее предпочтение отдается мойве (10,5%), сайке (2,9%) и путассу (1%).

Анкета содержала вопросы, позволяющие выяснить, каким видам консервов потребители отдают предпочтение. Анализ показал (рисунок 2), что большинство опрошенных выбирают натуральные консервы (24,2%), с добавлением масла (28,6%) и столько же в различных соусах, заливках, маринаде.

В процессе опроса выясняли, какой вид разделки рыбы в консервах предпочитают потребители. Большинство респондентов предпочитает филе-кусочки (36,7%), 27% – кусочки, 16% – филе-ломтики, 16% – тушку и лишь 16% – фарш.

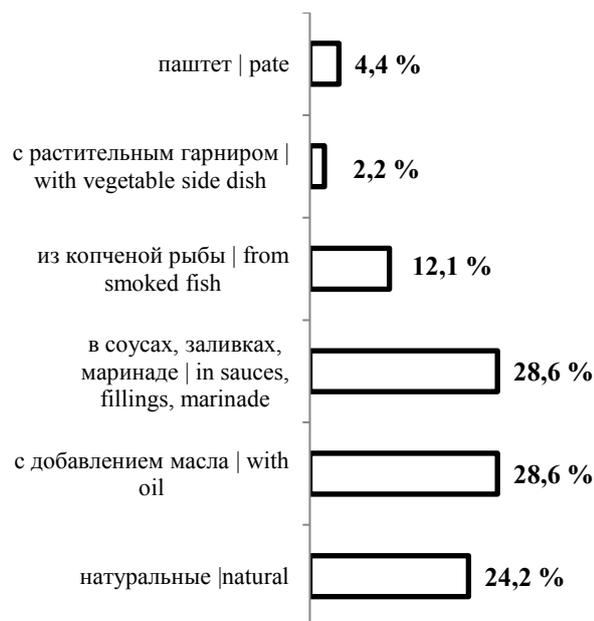


Рисунок 2. Предпочтение потребителей по видам консервов

Figure 2. Consumer preference for canned types

Выяснялись предпочтения потребителей по видам заливки в консервах. Опрос показал, что большинство респондентов (37,2%) выбирают масляную заливку (рисунок 3). По остальным видам заливок данные по предпочтениям респондентов примерно равные (от 19,2 до 21,8%).

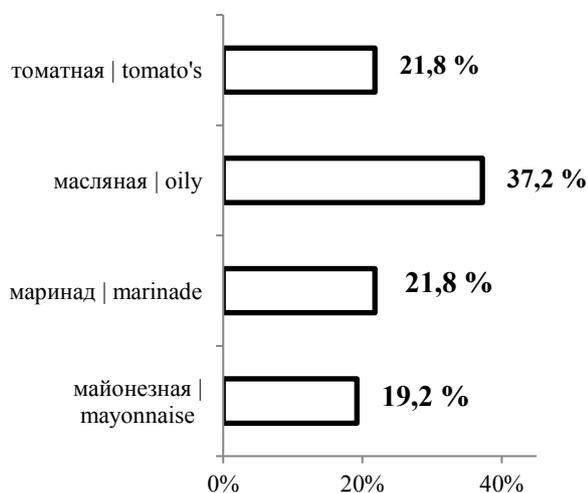


Рисунок 3. Предпочтения видов заливки в консервах

Figure 3. Fillings preferences in canned food

Отвечая на вопрос о потребительской упаковке для консервов, а точнее о материале, из которого она изготовлена, почти две третьих потребителей (56%) в своих ответах отдали предпочтение металлической таре (жестяной или алюминиевой), 27% – стеклу и 17% – полимерному пакету.

При опросе респондентов было выявлено, что три четверти потребителей предпочитают упаковку массой от 100 г. до 200 г.

При ранжировании потребителями органолептических показателей качества рыбных консервов установлено следующее: на первом месте у опрошенных респондентов позиционирован вкус, на втором – запах, на третьем – внешний вид, а на четвертом месте – консистенция, и самым незначительным показателем стал цвет (рисунок 4).

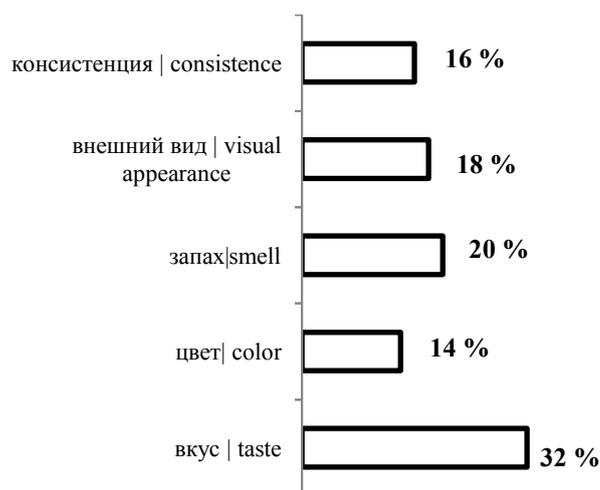


Рисунок 4. Ранжирование показателей качества потребителями

Figure 4. Consumer Quality Score

При ранжировании основных факторов, влияющих на принятие решения о покупке, установлено, что на первом месте у опрошенных респондентов (рисунок 5) зафиксированы питательная ценность и полезные свойства, на втором – состав, на третьем – внешний вид тары, на четвертом месте – цена, и на пятом – производитель.

При выявлении в процессе опроса недостатков рыбных консервов было установлено, что наибольшее значение для респондентов имеет низкое качество продукта (41,7%), следующим по значимости идет неоправданно высокая цена (20,8%), на третье место респонденты поставили фальсифицированный состав (30,2%), затем следует недостаточно широкий ассортимент (4,2%) и самым незначительным недостатком является малый срок хранения (3,1%).

Наконец, при опросе выяснялась точка зрения потребителей в отношении того, повлияла бы реклама на спрос рыбных консервов. Большинство респондентов ответили положительно (80%).

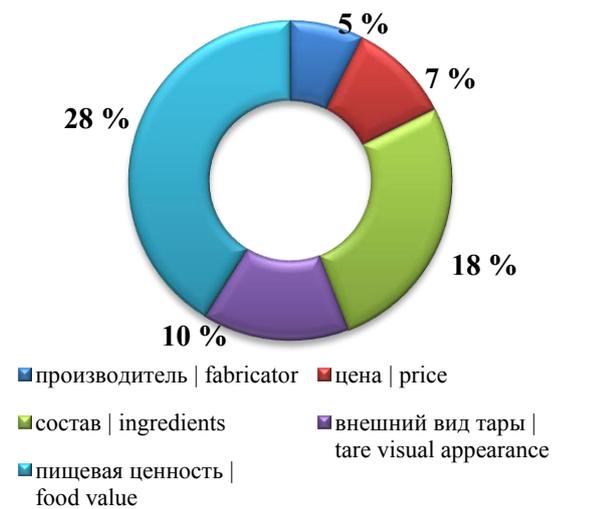


Рисунок 5. Ранжирование факторов, имеющих значение для потребителей при покупке рыбных консервов

Figure 5. Ranking of factors relevant to consumers when buying canned fish

Проведенные маркетинговые исследования (анкетирование в письменной форме) позволили установить следующее:

— ассортимент рыбных консервов, представленный в магазинах, устраивает большинство опрошенных, они употребляют рыбные консервы 1 раз в месяц и предпочитают продукты отечественного производства;

— респонденты предпочитают употреблять рыбные консервы натуральные, с добавлением масла и в различных соусах и заливках из таких видов рыб, как лососевые, скумбрия, сельдь и мойва;

— при покупке товара предпочтение отдаётся продукции в металлической таре массой от 100 г до 200 г.

Подтверждена ведущая роль рекламы при формировании потребительского спроса населения.

Таким образом, в настоящее время консервы пользуются устойчивым спросом, покупатель отдаёт предпочтение консервной продукции из традиционного сырья, не прошедшего жёсткую тепловую обработку, однако использование соусов и заливок приветствуется.

Необходимо использовать все виды рекламы с целью повышения спроса на новые виды консервов, сбалансированные по количеству жизненно важных веществ, содержащие уникальные пищевые ингредиенты (витамины, растительные волокна, пектиновые вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, минеральные и другие биологически активные вещества). Реклама должна быть направлена на формирование стойкой заинтересованности потребителей в здоровом питании, улучшающем физическое и психическое здоровье, снижающем риск возникновения многих заболеваний.

Наряду с растущим спросом на рыбопродукцию населения в последние годы уменьшился вылов традиционных объектов промысла. Одним из путей удовлетворения растущего спроса является переориентирование рыбной промышленности на использование малорентабельных объектов промысла, к которым, безусловно, относится мойва. (рисунок 6). Мойва имеет сравнительно высокое содержание рыбного жира (с большим содержанием ПНЖК и  $\omega$ -3 жирных кислот), обладающего признанным антисклеротическим, лечебным и детоксицирующим действием.

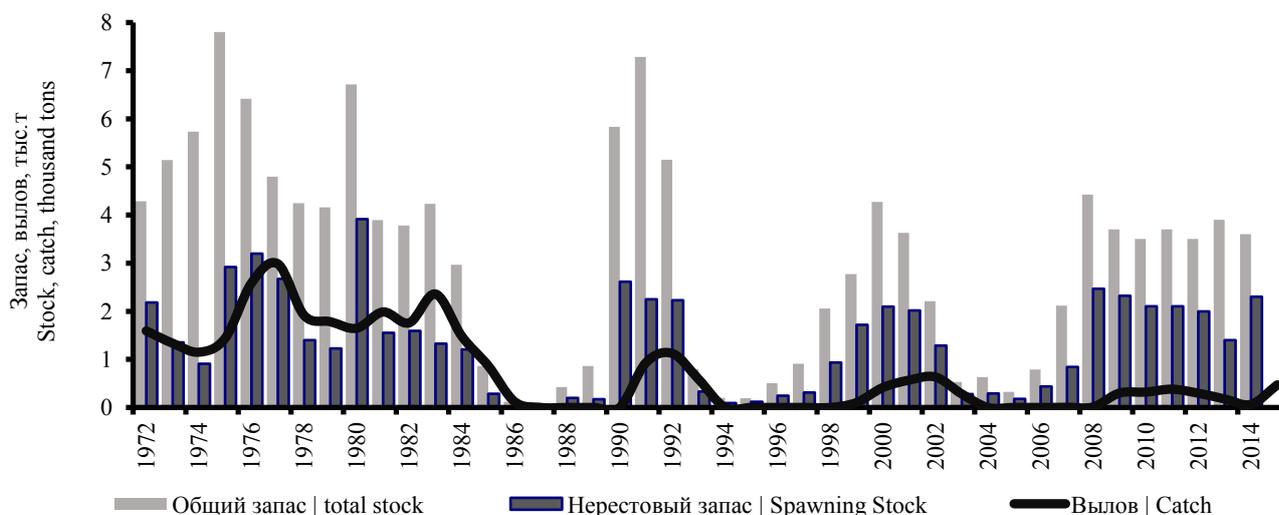


Рисунок 6. Динамика запасов и вылова мойвы

Figure 6. Dynamics of stocks and catch of capelin

Анализ данных по динамике вылова мойвы показывает, что в РФ выделяемая квота используется менее эффективно, чем, к примеру, в соседней Норвегии. По данным исследований, запасы баренцевоморской мойвы будут увеличиваться [6].

В Мурманской области большая часть мойвы реализуется в мороженом и охлажденном виде. Однако мойва в мороженом виде продается не очень активно, более привычно видеть ее в консервированном виде. Одним из направлений переработки мойвы может быть использование рыбы для производства консервов [7].

Для определения перспективных направлений обработки мойвы был проведен анализ действующего ассортимента консервов [8]. Ассортимент консервов из мойвы:

— натуральные из рыбы и нерыбных объектов с добавлением масла, свиного жира и жира печени;

— мойва натуральная с добавлением ароматизированного копильным препаратом масла «Оригинальная»;

— в желе;

— мойва жирная обжаренная в желе;

— в масле;

— мойва бланшированная в масле;

— мойва жирная бланшированная в ароматизированном масле;

— мойва жирная бланшированная в масле;

— мойва жирная обжаренная в масле;

— консервы из копченой рыбы;

— мойва жирная копченая в масле «Полярная»;

— мойва копченая в масле;

— в бульоне, маринаде, соусе и заливке;

— мойва жирная тушка, обжаренная в маринаде;

— в томатном соусе;

— мойва жирная, разделанная, обжаренная в томатном соусе;

— мойва неразделанная в томатном соусе;

— рыборастительные в масле;

— мойва жирная кусочки с крупяным гарниром в масле;

— рыборастительные в томатном соусе;

— мойва жирная с овощным гарниром в томатном соусе;

— мойва с овощным гарниром в томатном соусе;

— рыборастительные в бульоне, маринаде, соусе и заливке;

— мойва жирная, обжаренная с грибами в маринаде;

— мойва жирная, обжаренная с овощами в маринаде.

Анализируя ассортимент консервов, можно отметить, что в настоящее время мойву в основном используют для производства консервов в масле из полуфабриката, прошедшего предварительную термическую обработку (бланшированного, обжаренного, копченого), причём традиционно при изготовлении консервов из копчёной рыбы используется в качестве предварительной термообработки горячее копчение рыбы. Таким образом, расширение ассортимента и разработка технологий переработки мойвы глубокой степени обработки является актуальной задачей. Перспективным направлением переработки мойвы является ее использование для производства консервов, в том числе группы «Рыба копчёная в масле», ввиду традиционной востребованности данного вида консервов и в целом копчёных морепродуктов на потребительском рынке.

Общепризнанной проблемой производства копченой продукции является риск внесения в конечный продукт вместе с дымом полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в основном бенз(а)пирена, а также образования при высоких температурах термообработки нитрозаминов, являющихся токсичными (канцерогенными) веществами. Международная ассоциация изучения рака (МАИР), Агентство по токсическим веществам и реестру заболеваний (АТS-DR), Агентство по охране окружающей среды и ЕС упомянуло ПАУ в списке приоритетных загрязнителей из-за их канцерогенных и мутагенных свойств [9].

С учетом вышеописанной проблематики авторами с целью достижения значительного уменьшения показателей содержания канцерогенных веществ в конечном продукте разработана технология консервов из копчёной мойвы с использованием предварительной термообработки сырья при пониженных температурах (мягкие режимы копчения) по сравнению с традиционной технологией [10, 11] либо подсушки рыбы с последующим применением копильного геля для интенсификации цвета и придания требуемых органолептических характеристик конечному продукту [12–14].

Результаты исследований качественных показателей консервов «Мойва копчёная в масле», а также содержания бенз(а)пирена, одного из самых значимых показателей безопасности [11, 14] представлены в таблице 1. Данные таблицы 1 свидетельствуют о значительной пищевой ценности изготовленной стерилизованной продукции. Консервы из мойвы, изготовленные по разработанным технологиям, содержат около 30% высокоценных липидов и более 15% полноценных белковых веществ.

Результаты исследования содержания бенз(а)пирена в образцах разработанных рыбных консервов из мойвы свидетельствуют о том, что самой безопасной является стерилизованная продукция из мойвы с применением копильного геля. Содержание бенз(а)пирена в этих консервах в 50 раз меньше (0,005/0,0001)

предельно допустимого значения, установленного для стерилизованной продукции этой группы (ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции»), что соответствует современным требованиям безопасности для продуктов питания, в частности, для копченой рыбной продукции.

Таблица 1.

Химический состав консервов из мойвы, изготовленных по разработанным технологиям (с использованием холодного копчения и с применением копильного геля)

Table 1.

The chemical composition of canned capelin made using the technologies developed (using cold smoked and using smoking gel)

Показатель Index	Мойва копченая в масле (холодное копчение) Smoked capelin in oil (cold smoking)	Мойва копченая в масле (с добавлением геля) Smoked capelin in oil (with addition smoking gel)	ПДК MPC
Массовая доля воды, %   Mass fraction water, %	51,2 ± 0,5	51,5 ± 0,5	
М.д. жира, %   Fat, %	20,0 ± 0,6	29,8 ± 0,6	
М.д. белка, %   Protein, %	16,2 ± 0,3	16,4 ± 0,3	
М.д. мин. в-в, %   Ashes, %	2,6 ± 0,2	2,3 ± 0,2	
Содержание бенз(а)пирена, мг/кг   Content bezno(a)pyrene, mg/kg	Менее 0,001 Less 0.001	0,0001	0,005

По результатам исследований была подготовлена заявка на изобретение в Федеральный институт промышленной собственности, по итогам рассмотрения которой был выдан патент РФ № 2616400 «Способ приготовления консервов из мойвы».

### Заключение

1. Проведенными исследованиями установлено, что в настоящее время консервы пользуются устойчивым спросом, покупатель отдаёт предпочтение консервной продукции из традиционного сырья не прошедшего жёсткую тепловую обработку, однако использование соусов и заливок приветствуется.

2. Установлены отличные органолептические достоинства и высокая пищевая ценность созданных консервов из мойвы, вырабатываемых по режимам термообработки полуфабриката рыбы при пониженных температурах, а также с использованием копильного геля.

3. Определено содержание бенз(а)пирена в изготовленных консервах из мойвы с копильным гелем, составившее 0,0001 мг/кг, что в 50 раз ниже значения ПДК для копчёных рыбных продуктов и соответствует современным требованиям безопасности продуктов питания.

4. Изготовленные консервы из копчёной мойвы соответствовали требованиям безопасности, обладали отличными потребительскими свойствами и характеризовались высокой пищевой ценностью.

5. Получен патент РФ № 2616400 на способ приготовления консервов из мойвы, свидетельствующий об инновационности разработанной технологии.

### Благодарности

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, проект 15.11168.2017/8.9.

### Литература

- 1 World food and agriculture: Statistical Pocketbook. Rome, 2015. 231 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>
- 2 Fishery and aquaculture statistics. Rome, 2016. 104 p. URL: [http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2016\\_USBcard/booklet/web\\_i9942t.pdf](http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2016_USBcard/booklet/web_i9942t.pdf)
- 3 Потребление рыбной продукции в России сохранилось на уровне 21,5 кг на человека в год // Федеральное агентство по рыболовству. URL: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/24607-potreblenie-rybnoj-produktsii-v-rossii-sokhranilos-na-urovne-21-5-kg-na-cheloveka-v-god>
- 4 Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года: проект. URL: <http://fish.gov.ru/files/documents/files/proekt-strategiya-2030.pdf>
- 5 Обзор рынка консервов в России 2010–2017 // Грифон-Эксперт. URL: <http://grifon-expert.ru/obzory/94-proizvodstvo-myasnyh-konservov-v-rr.html>
- 6 Hop H., Gjosæter H. Polar cod (*Boreogadus saida*) and capelin (*Mallotus villosus*) as key species in marine food webs of the Arctic and the Barents Sea // Marine Biology Research. 2013. V. 9. P. 878–894. doi: 10.1080/17451000.2013.775458
- 7 Никитин В.Н. «Мойва в законе» // ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи». URL: <http://www.cfmc.ru/index.php/press-center/interviews/619-lr>
- 8 Реестр ассортиментных знаков консервов, пресервов и рыбопродукции из рыбы и нерыбных объектов. М.: Изд-во ВНИРО, 2012. 106 с.

9 Singh L., Varshney J.G., Agarwal T. Polycyclic aromatic hydrocarbons' formation and occurrence in processed food // Food Chemistry. 2016. № 199. P. 768–781.

10 Николаенко О.А., Куранова Л.К., Уманец Ю.В. Разработка технологии консервов из мойвы с использованием холодного копчения // Наука и образование – 2012: материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2–6 апреля 2012 г. Мурманск: ФГБУ ВПО «Мурманский государственный технический университет», 2012. С. 694–697.

11 Аллойрова Ю.В., Николаенко О.А., Куранова Л.К., Семёнов Б.Н. Использование мойвы для изготовления консервов из полуфабриката холодного копчения и оценка качества готового продукта // Вестник МГТУ: труды Мурманского государственного технического университета. 2013. Т. 16. № 4. С. 631–637. URL: [http://vestnik.mstu.edu.ru/v16\\_4\\_n54/631\\_637\\_alloy.pdf](http://vestnik.mstu.edu.ru/v16_4_n54/631_637_alloy.pdf)

12 Шокина Ю.В., Ершов А.М., Перетрухина И.В., Обухов А.Ю. Изучение диффузии копильных компонентов дымовоздушной смеси, вырабатываемой ИК-дымогенератором, в технологии производства подкопченной рыбы в биополимерной пленке // Вестник МГТУ. 2004. Т. 7. № 3. С. 485–493.

13 Николаенко О.А., Руснак С.В. Разработка технологии консервов с использованием копильного геля // Наука и образование 2007: Международная научно-техническая конференция. С. 926–928.

14 Аллойрова Ю.В., Аллойров К.Б., Гроховский В.А. Использование копильного геля в технологии консервов из мелких видов рыб // Рыбное хозяйство. 2019. № 2. С. 100–105.

### References

1 World food and agriculture: Statistical Pocketbook. Rome, 2015. 231 p. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>  
2 Fishery and aquaculture statistics. Rome, 2016. 104 p. Available at: [http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2016\\_USBcard/booklet/web\\_i9942t.pdf](http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2016_USBcard/booklet/web_i9942t.pdf)

3 Consumption of fish products in Russia remained at the level of 21.5 kg per person per year. Federal Agency for Fisheries. Available at: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/24607potreblenie-rybnoj-produktsii-v-rossii-sokhranilos-na-urovne-21-5kg-na-cheloveka-v-god> (in Russian).

4 The development strategy of the fishery complex of the Russian Federation for the period until 2030: project. Available at: <http://fish.gov.ru/files/documents/files/proekt-strategiya-2030.pdf> (in Russian).

5 Review of the canned food market in Russia 2010–2017. Griffin-Expert. Available at: <http://grifon-expert.ru/obzory/94-proizvodstvo-myasnyh-konservov-v-rf.html> (in Russian).

6 Hop H., Gjøsaeter H. Polar cod (*Boreogadus saida*) and capelin (*Mallotus villosus*) as key species in marine food webs of the Arctic and the Barents Sea. Marine Biology Research. 2013. vol. 9. pp. 878–894. doi: 10.1080/17451000.2013.775458

7 Nikitin V.N. “Capelin in law”. Federal State Budgetary Institution “Center for the Monitoring System of Fisheries and Communications”. Available at: <http://www.cfmc.ru/index.php/press-center/interviews/619lr> (in Russian).

8 Register of assortment marks of canned, preserves and fish products from fish and non-fish objects. Moscow, VNIRO Publishing House, 2012. 106 p. (in Russian).

9 Singh L., Varshney J.G., Agarwal T. Polycyclic aromatic hydrocarbons' formation and occurrence in processed food. Food Chemistry. 2016. no. 199. pp. 768–781.

10 Nikolaenko O.A., Kuranova L.K., Umanets Yu.V. Development of the technology of canned capelin food using cold smoking. Science and Education – 2012: international materials. scientific and technical conf. Murmansk, FSBI HPE “Murmansk State Technical University”, 2012. pp. 694–697. (in Russian).

11 Alloyarova Yu.V., Nikolaenko O.A., Kuranova L.K., Semenov B.N. The use of capelin for the manufacture of canned cold-smoked semi-finished products and the evaluation of the quality of the finished product. Vestnik MSTU: proceedings of the Murmansk State Technical University. 2013. vol. 16. no. 4. pp. 631–637. Available at: [http://vestnik.mstu.edu.ru/v16\\_4\\_n54/631\\_637\\_alloy.pdf](http://vestnik.mstu.edu.ru/v16_4_n54/631_637_alloy.pdf) (in Russian).

12 Shokina Yu.V., Ershov A.M., Peretruxhina I.V., Obukhov A.Yu. The study of the diffusion of smoke components of the smoke-air mixture produced by the IR smoke generator in the production technology of smoked fish in a biopolymer film. Vestnik MGTU. 2004. vol. 7. no. 3. pp. 485–493. (in Russian).

13 Nikolaenko O.A., Rusnak S.V. Development of canned food technology using smoke gel. Science and Education 2007: International Scientific and Technical Conference. pp. 926–928. (in Russian).

14 Alloyarova Yu.V., Alloyarov K.B., Grokhovskiy V.A. The use of smoke gel in the technology of canned food from small fish species. Fisheries. 2019. no. 2. pp. 100–105. (in Russian).

### Сведения об авторах

**Юлия В. Аллойрова** соискатель, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, [alloyarovayuv@mail.ru](mailto:alloyarovayuv@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-3924-5887>

**Владимир А. Гроховский** д.т.н., профессор, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, [v.grokhovsky@mail.ru](mailto:v.grokhovsky@mail.ru)

 <https://orcid.org/>

**Людмила К. Куранова** к.т.н., зав. НИЛ, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, [kuranova@mail.ru](mailto:kuranova@mail.ru)

 <https://orcid.org/>

### Information about authors

**Yulia V. Alloyarova** applicant, food technology department, Murmansk State Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, [alloyarovayuv@mail.ru](mailto:alloyarovayuv@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-3924-5887>

**Vladimir A. Grokhovskii** Dr. Sci. (Engin.), professor, food technology department, Murmansk State Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, [v.grokhovsky@mail.ru](mailto:v.grokhovsky@mail.ru)

 <https://orcid.org/>

**Ludmila K. Kuranova** Cand. Sci. (Engin.), Chief of laboratory, food technology department, Murmansk State Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, [kuranova@mail.ru](mailto:kuranova@mail.ru)

 <https://orcid.org/>

### Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 29/10/2019	После редакции 09/11/2019	Принята в печать 21/11/2019
Received 29/10/2019	Accepted in revised 09/11/2019	Accepted 21/11/2019

## Применение нетепловых методов обеззараживания растительного сырья в производстве пищевых продуктов

Наталья В. Науменко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:naumenko_natalya@mail.ru">naumenko_natalya@mail.ru</a>	 0000-0002-9520-3251
Ирина Ю. Потороко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:irina_potoroko@mail.ru">irina_potoroko@mail.ru</a>	 0000-0002-3059-8061
Наталья В. Попова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tef_popova@mail.ru">tef_popova@mail.ru</a>	 0000-0002-7667-9705
Ирина В. Калинина	<sup>1</sup>	<a href="mailto:9747567@mail.ru">9747567@mail.ru</a>	 0000-0002-6242-9870
Батыр К. Сатбаев	<sup>1</sup>	<a href="mailto:satbaevbatir@mail.ru">satbaevbatir@mail.ru</a>	 0000-0002-7699-1246

<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный университет, пр. т. Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия

**Аннотация.** Представлены возможные риски, связанные с накоплением и миграцией микотоксинов, при прорастивании зерновых культур. Наличие допустимого уровня поверхностной микрофлоры зерна способно при прорастивании интенсифицировать процессы накопления микотоксинов, которые в дальнейшем мигрируют в готовый продукт, делая его опасным для потребителя. Отмечается, что процесс прорастивания зерновых культур невозможно проводить без этапа обеззараживания. Даны перспективные методы обеззараживания зерна с использованием нетепловых эффектов воздействия и результаты собственных исследований. Отмечается, что концепция безопасности пищевых продуктов в мировой практике на сегодняшний день направлена на сохранение основных пищевых ингредиентов и их свойств. Тепловые воздействия приводят к эффективному снижению развития микроорганизмов, но при этом вызывают значительные потери термолabile соединений и отрицательно влияют на органолептические, физико-химические и функциональные свойства конечного продукта. Предложены в качестве обеззараживающих методов ультразвуковое воздействие, наносекундные электромагнитные импульсы и воздействие холодной плазмы. Представленные методы на сегодняшний день широко используются в мировой практике. Они позволяют не только дезактивировать плесневые грибы, но разрушить уже образовавшиеся афлатоксины в пищевых продуктах (использование холодной плазмы). На основании вышеизложенного можно сказать, что опасность попадания патогенной микрофлоры и накопления афлатоксинов в пищевых продуктах (особенно цельнозерновых) все еще присутствует, т. к. даже минимальное их количество способно нанести глобальный вред здоровью населения, поэтому поиск и разработка новых методов обеззараживания является актуальной проблемой современного производства.

**Ключевые слова:** микотоксины зерна, миграция микотоксинов, переработка зерна, обеззараживание, пищевые продукты

## Application of non-heating methods for disinfecting vegetable raw materials in the production of food

Natalia V. Naumenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:naumenko_natalya@mail.ru">naumenko_natalya@mail.ru</a>	 0000-0002-9520-3251
Irina Yu. Potoroko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:irina_potoroko@mail.ru">irina_potoroko@mail.ru</a>	 0000-0002-3059-8061
Natalya V. Popova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tef_popova@mail.ru">tef_popova@mail.ru</a>	 0000-0002-7667-9705
Irina V. Kalinina	<sup>1</sup>	<a href="mailto:9747567@mail.ru">9747567@mail.ru</a>	 0000-0002-6242-9870
Batir K. Satbaev	<sup>1</sup>	<a href="mailto:satbaevbatir@mail.ru">satbaevbatir@mail.ru</a>	 0000-0002-7699-1246

<sup>1</sup> South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia

**Abstract.** Possible risks associated with the accumulation and migration of mycotoxins during germination of crops are presented. The presence of an acceptable level of surface microflora of grain can, during germination, intensify the accumulation of mycotoxins, which later migrate into the finished product, making it dangerous for the consumer. It is noted that the process of germination of grain crops cannot be carried out without the stage of disinfection. Promising methods of grain disinfection using non-thermal effects of exposure and the results of our own research are given. It is noted that the concept of food safety in world practice today is aimed at preserving the main food ingredients and their properties. Thermal effects lead to an effective reduction in the development of microorganisms, but at the same time cause significant losses of thermolabile compounds and adversely affect the organoleptic, physicochemical and functional properties of the final product. Ultrasonic exposure, nanosecond electromagnetic pulses and exposure to cold plasma are proposed as disinfecting methods. The methods presented today are widely used in world practice. They allow not only to deactivate molds, but also to destroy the already formed aflatoxins in food products (use of cold plasma). Based on the foregoing, it can be said that the danger of pathogenic microflora ingress and aflatoxin accumulation in food products (especially whole grains) is still present, since even a minimal amount of them can cause global harm to public health, therefore, the search and development of new disinfection methods is an urgent problem modern production.

**Keywords:** grain mycotoxins, mycotoxin migration, grain processing, disinfection, food

### Введение

Зерновые культуры подвергаются загрязнению в поле, во время выращивания, сбора урожая, хранения и транспортировки. Наиболее распространенная микрофлора включают бактерии (*Bacillus subtilis* (сенная палочка), *Bacillus mesentericus* (картофельная палочка),

а также *Pseudomonadaceae*, *Micrococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *Bacillaceae*), дрожжи (*Candida*, *Cryptococcus*, *Pichia*, *Sporobolomyces*, *Rhodotorula*, *Trichosporon*) и грибы (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Claviceps*). Кроме того, потенциальное повторное загрязнение может возникнуть после сбора урожая. Зерно может

Для цитирования

Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Попова Н.В., Калинина И.В., Сатбаев Б.К. Применение нетепловых методов обеззараживания растительного сырья в производстве пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 110–116. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-110-116

For citation

Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Popova N.V., Kalinina I.V., Satbaev B.K. Application of non-heating methods for disinfecting vegetable raw materials in the production of food. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 110–116. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-110116

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

быть загрязнено во время процессов очистки, измельчения, сортировки или упаковки.

По степени воздействия на сохранность и безопасность зерна наиболее опасными представителями микрофлоры являются грибы. Наиболее распространен леечный гриб *Aspergillus*, приспособленный к жизни в условиях низкой влажности и активизирующийся при ее повышении, что является наиболее опасным при производстве продуктов из пророщенного сырья.

Большинство микроорганизмов присутствуют в околоплоднике зерна, и только несколько видов могут находиться во внутренней части злаков, в основном проникновение происходит через зародыш или в результате механических повреждений оболочечных частей. Эти микроорганизмы достаточно прочно удерживаются на поверхности зерна и не могут быть полностью удалены простым промыванием. Хотя необходимо отметить, что путем проведения данного технологического этапа снижается 85–87% от общего микробного загрязнения. Остальное же количество микроорганизмов остается на поверхности и способно продуцировать микотоксины.

В последние годы все большую популярность приобретает использование процесса

проращивания зерновых культур с целью получения обогащенных пищевых продуктов с добавленной стоимостью. Использование таких сырьевых компонентов позволяет обогатить пищевой рацион населения витаминами А и Е, а также группы В; микро- и макроэлементами: фосфор, железо, магний, калий и др. При этом редко обращается внимание на то, что микробиологическая загрязненность и токсикологические факторы воздействия могут сделать зерно непригодным для проращивания или привести к резкому образованию и накоплению микротоксинов и тяжелых металлов в процессе проращивания. Еще в 1982 г. Andrews с коллегами в своих исследованиях отмечал десятикратное увеличение количества колоний *Aspergillus glaucus*, *Penicillium cyclopium* and *Alternaria* в течение 2 сут проращивания зерна.

Афлатоксины имеют большую устойчивость к стандартным способам обеззараживания, применяемым при производстве пищевых продуктов или кормов [4, 7]. Поэтому меры, направленные на предотвращение загрязнения зерна, особенно наиболее токсичным соединением афлатоксина В1, имеют важное значение во всей производственной цепочке (рисунок 1).

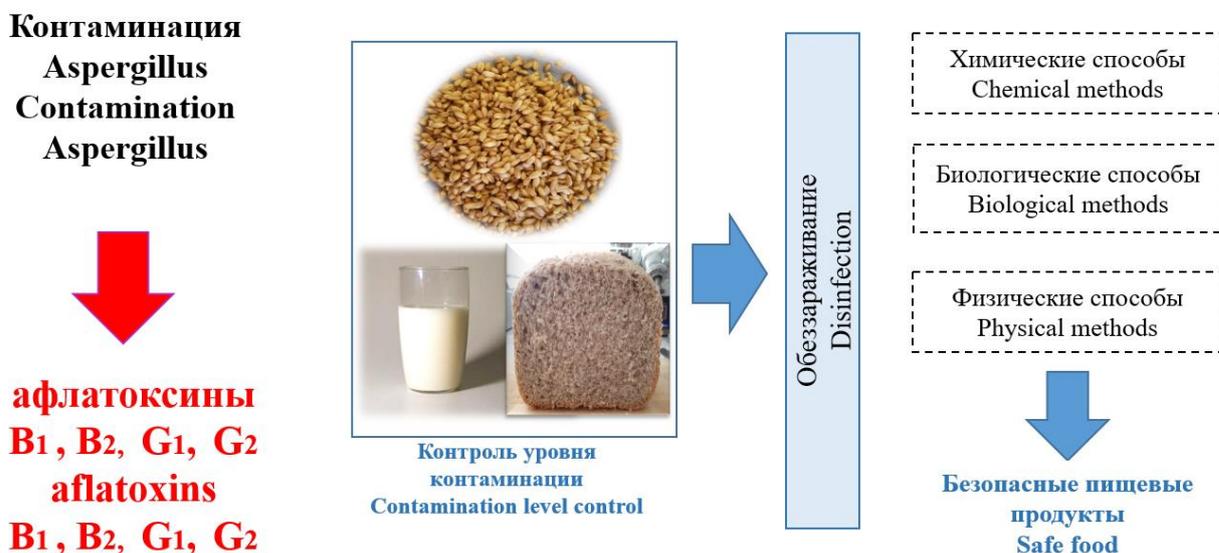


Рисунок 1. Возможные риски миграции микотоксинов при производстве хлеба и хлебобулочных изделий

Figure 1. Possible risks of migration of mycotoxins in the production of bread and bakery products

Концепция безопасности пищевых продуктов в мировой практике на сегодняшний день направлена на сохранение основных пищевых ингредиентов и их свойств. Тепловые воздействия приводят к эффективному снижению развития микроорганизмов, но при этом вызывают значительные потери термочувствительных соединений и отрицательно влияют на органолептические,

физико-химические и функциональные свойства конечного продукта [1, 3, 5–11]. Следовательно, исследование нетепловых физических методов воздействия (импульсное электрическое поле, ультразвук, ультрафиолетовый свет, холодная плазма и др.) получают на мировом рынке все большее распространение в течение последних десятилетий (рисунок 2).

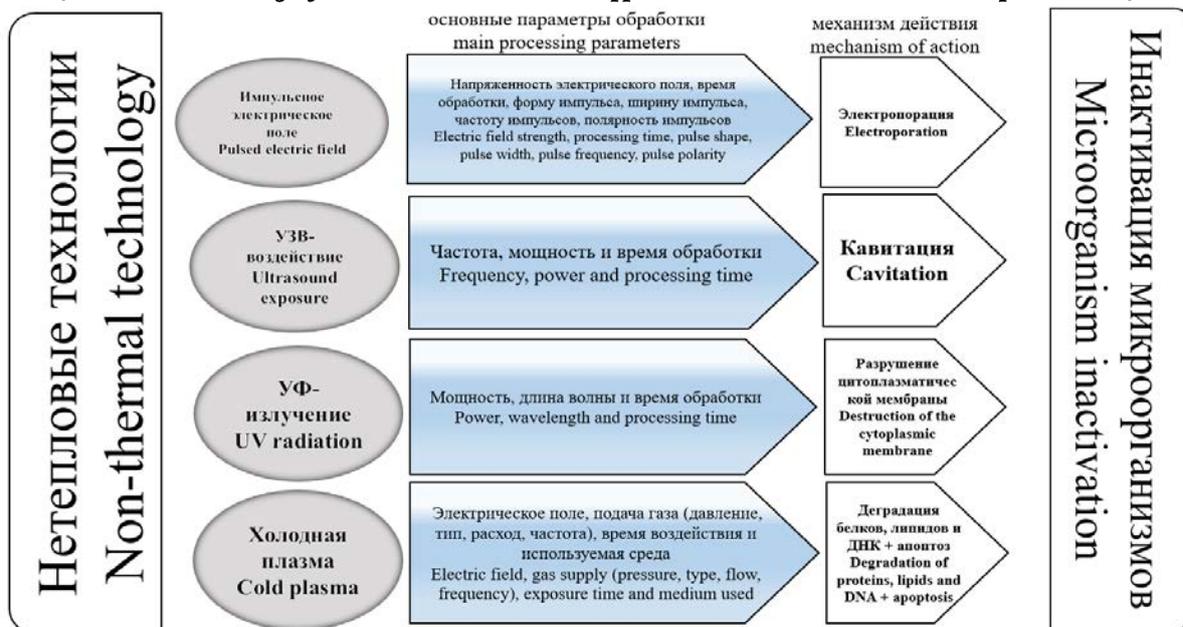


Рисунок 2. Наиболее распространенные нетепловые методы обеззараживания растительного сырья, встречаемые в мировой практике [5, 6]

Figure 2. The most common non-thermal methods of disinfection of plant raw materials encountered in world practice [5, 6]

**Материалы и методы**

В качестве объекта исследований было определено зерно пшеницы сорта Любава. С целью выявления наибольшего обеззараживающего эффекта использовалось заведомо интенсивно загрязненное зерно Уральского региона.

Отбор проб зерна проводили согласно ГОСТ 13586.3–2015.

КМАФАнМ определяли по ГОСТ 10444.15, БГКП – ГОСТ 31747 и ГОСТ Р 52816–2007, количество дрожжей и плесневых грибов – по ГОСТ 10444.12.

Качественное определение наличия афлотоксинов проводили согласно международной

методике ААСС 45–15.01. Для создания провоцирующих условий развития плесневых грибов в зерне пшеницы увеличивали температуру воздуха до 25–30 °С и повышали влажность зерна до 16–18%. Контроль микробиологических показателей проводили через 1, 3 и 5 сут.

Количественное определение афлотоксинов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно ГОСТ 34140.

Для проведения процесса обеззараживания использовали следующие способы воздействия (рисунок 3).

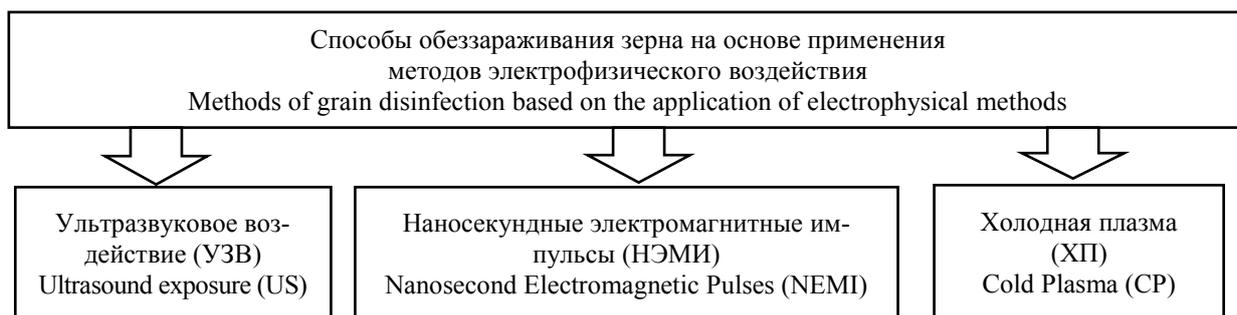


Рисунок 3. Способы обеззараживания зерна

Figure 3. Methods of disinfection of grain

В качестве источника УЗВ был использован акустический источник упругих колебаний ультразвуком – прибор «Волна» модель УЗТА–0,63/22–ОМ, работающий на частоте 22 ± 1,65 кГц и выходной мощности 630 Вт.

В качестве источника НЭМИ применялся генератор ГНИ-01–1–6, разработанный

и изготовленный в Южно-Уральском государственном университете [2]. Для обработки использовали рупорный излучатель при частоте следования НЭМИ 1000 Гц, раскрыве рупора 90×120 мм длиной 240 мм.

Для генерации XII применялась установка, разработанная в Южно-Уральском государственном университете. Генерация холодной плазмы осуществлялась за счет отрицательного коронного разряда при импульсном напряжении с параметрами: разность потенциалов составляла 10 кВ, частота 50 Гц, плазмообразующее вещество – воздух при нормальных условиях.

Для всех типов воздействия длительность обработки составляла 5 мин.

### Результаты и обсуждение

Наибольшее опасение вызывает направление, связанное с проращиванием зерновых культур и использованием их при производстве пищевых продуктов. Даже начальная поверхностная микрофлора зерна пшеницы, имеющая допустимый уровень микроорганизмов, в процессе проращивания способна активно увеличивать количество колоний плесневых грибов, что в конечном счете приведет к накоплению микотоксинов в готовом продукте (таблица 1).

Таблица 1.

#### Поверхностная микрофлора зерна

Table 1.

#### Surface microflora of grain

Наименование образца Sample Name	Количество микроорганизмов на поверхности зерна, КОЕ/г The number of microorganisms on the surface of the grain, CFU/g			
	КМАФАнМ, не более KMAFAnM, no more	БГКП, не более BGKP, no more	Плесени, не более Mold, no more	Дрожжи, не более Yeast, no more
Допустимый уровень, согласно ТР ТС 021/211 Permissible level, according to TR TS 021/211	$5 \cdot 10^4$	0,1	50	100
Исходное зерно Source grain	$5,6 \cdot 10^3$	Не обнаружено Not detected	36	40
Зерно после проращивания (без обеззараживания) Grain after germination (without disinfection)	$2,6 \cdot 10^5$	Не обнаружено Not detected	140	720

Представленные данные свидетельствуют о значительной интенсификации развития патогенной микрофлоры во время проращивания, что подтверждает наличие потенциальных рисков накопления афлотоксинов в зерновой массе при проведении данного процесса, даже несмотря на тот факт, что их количество в сухом зерне

колебалось в пределах 0,001–0,003 мг/кг, т. к. в большинстве случаев в пророщенном зерне отмечалось наличие грибов рода *Aspergillus*.

Для успешного проведения процесса проращивания и получения безопасного сырьевого ингредиента были использованы электрофизические методы воздействия (таблица 2).

Таблица 2.

#### Эффективность электрофизических методов обеззараживания зерна

Table 2.

#### The efficiency of electro-physical methods of disinfection of grain

Наименование показателей The name of indicators	Способ обеззараживания The method of disinfection			
	Контроль The control	УЗВ Member	НЭМИ NEMI	XII
КМАФАнМ, КОЕ/г KMAFAnM, CFU / g	$1,3 \cdot 10^6$	$3,8 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^3$	20
БГКП (колиформы) PGP (coliforms)	Не обнаружено   Not detected			
Дрожжи, КОЕ/г Yeast, CFU/g	900	400	320	Менее 10
Плесени, КОЕ/г Mold, CFU/g	400	140	80	Менее 10

На основании полученных данных можно сказать, что наибольший обеззараживающий эффект наблюдался при использовании воздействия ХП, который позволял свести показатели КМАФАнМ, количество дрожжей и плесневых грибов до минимальных значений. Полная стерилизация зерна является практически невыполнимой задачей в связи с наличием неровностей биологического объекта.

НЭМИ занимают промежуточное положение. Так, количество дрожжей и плесневых грибов сокращалось в 2,8 и 5,0 раз соответственно. Минимальный обеззараживающий эффект можно отметить при использовании УЗВ. Количество дрожжей и плесневых грибов сокращалось в 2,2 и 2,8 раз и оставалось выше регламентируемых значений. Характерный вид результатов качественного определения наличия афлатоксинов представлен на рисунке 4.

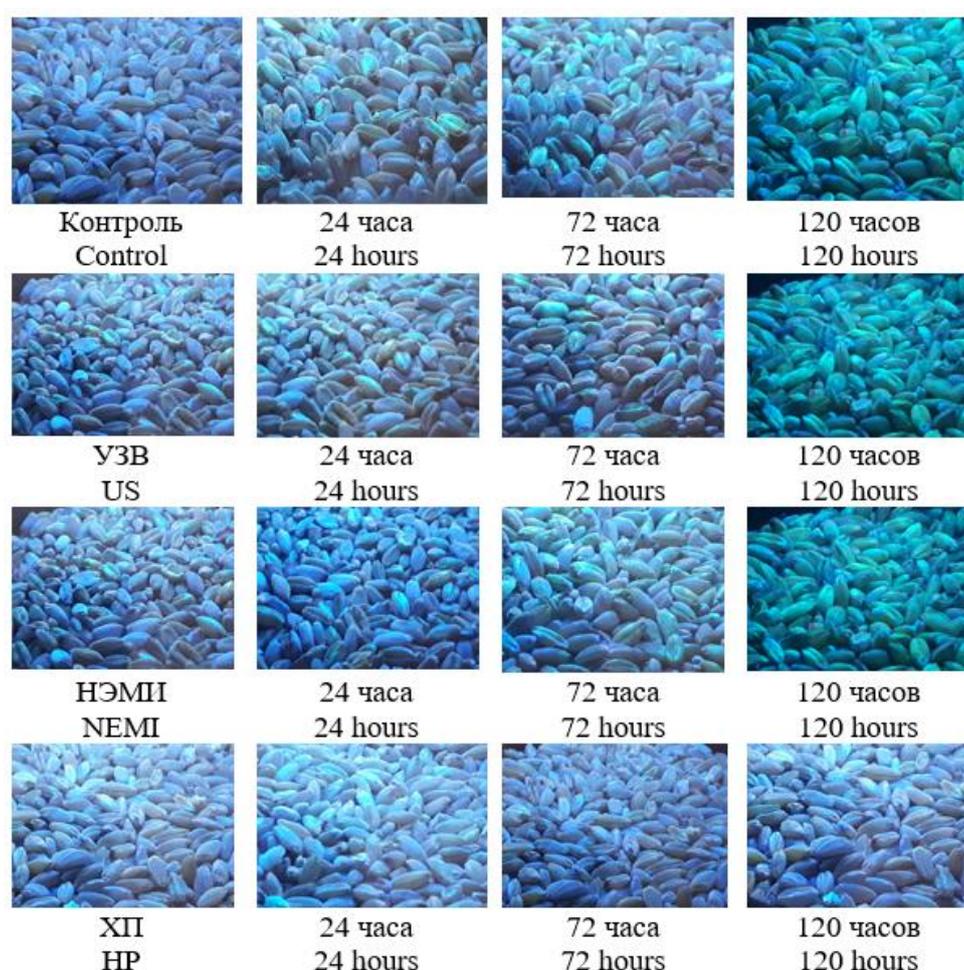


Рисунок 4. Характерный вид результатов качественного определения наличия афлатоксинов согласно ААСС 45–15.01  
Figure 4. Characteristic view of the results of qualitative determination of the presence of aflatoxins according to ААСС 45-15. 01

В контрольном образце уже через 24 ч хранения в провокационных условиях наблюдались единичные флуоресцирующие желто-зеленые зерна пшеницы. Их количество увеличивалось к 72 ч, а через 120 ч хранения большая часть (более 70% зерен) имела данный вид свечения, также визуализировалось наличие развитого мицелия плесневых грибов.

Интенсивность желто-зеленого свечения у исследуемых образцов после УЗВ обработки незначительно отличалась от контрольного образца. После 72 ч хранения можно отметить более чем у 40% зерен, а через 120 ч – 50%

наличие характерной люминесценции, что может свидетельствовать о слабовыраженном обеззараживающем эффекте данного способа обеззараживания.

Интенсивность желто-зеленого свечения у исследуемых образцов после воздействия НЭМИ также незначительно отличалась от контрольного образца. После 72 ч хранения можно отметить более чем у 30% зерен, а через 120 ч – 90% наличие характерной люминесценции, что может свидетельствовать о накоплении плесневых грибов *A. flavus* или *A. parasiticus*.

У образцов зерна, обработанных холодной плазмой, увеличение количества флуоресцирующих зерен не наблюдалось, значит данный способ обеззараживания наиболее эффективный.

### Заключение

Представленные методы на сегодняшний день являются инновационными и широко используются в мировой практике. Они позволяют не только дезактивировать плесневые грибы, но разрушить уже образовавшиеся афлатоксины в пищевых продуктах (использование холодной плазмы).

На основании вышеизложенного можно сказать, что опасность попадания и накопления афлатоксинов в пищевых продуктах (особенно цельнозерновых) все еще присутствует и является актуальной проблемой мирового масштаба, т. к. даже минимальное их количество способно нанести глобальный вред здоровью населения.

### Благодарности

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011 и при финансовой поддержке государственных заданий № 40.8095.2017/БЧ и гранта РФФИ 18–53–45015.

### Литература

- 1 Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Кретова Ю.И., Калинина И.В. и др. К вопросу интенсификации процесса проращивания зерна // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 4 (48). С. 109–115.
- 2 Пат. № 2181106, RU, C02F 1/46, 1/48. Способ электрохимической обработки водосодержащих сред и устройство для его осуществления / Плитман В.Л.; Крымский В.В.; Смолко В.А.; Шатин А.Ю. № 2000108604/12; Заявл. 05.04.2000; Оpubл. 10.04.2002, Бюл. № 10.
- 3 Потороко И.Ю., Науменко Н.В. Исследование возможностей регулирования состава микрофлоры продовольственных товаров электрофизическими методами воздействия // Товаровед продовольственных товаров. 2011. № 2. С. 6–9.
- 4 Хмелев В.Н., Попова О.В. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: монография. Барнаул: Изд. АлтГТУ, 1997. 160 с.
- 5 Хосни Р.К. Зерно и зернопродукты; пер. с англ. под общ. ред. к.т.н., проф. Н.П. Черняева. СПб.: Профессия, 2006. 330 с.
- 6 Andrews W.H., Mislivec P.B., Wilson C.R., Bruce V.R. et al. Microbial hazards associated with bean sprouting // J. Assoc. Off. Anal. Chem. 1982. № 65. P. 241–248.
- 7 Ashokkumar M. Applications of ultrasound in food and bioprocessing // Ultrason. Sonochem. 2015. № 25. P. 17–23.
- 8 Lacombe A., Niemira B.A., Gurtler J.B., Fan X. et al. Atmospheric cold plasma inactivation of aerobic microorganisms on blueberries and effects on quality attributes // Food Microbiol. 2015. V. 46. P. 479–484.
- 9 Morales-de la Peña M., Welti-Chanes J., Martín-Belloso O. Novel technologies to improve food safety and quality // Current Opinion in Food Science. 2019. V. 30. P. 1–7.
- 10 Misra N.N., Patil S., Moiseev T., Bourke P. et al. Cullen In-package atmospheric pressure cold plasma treatment of strawberries // J. Food Eng. 2014. V. 125. P. 131–138.
- 11 Ziuzina D., Patil S., Cullen P.J., Keener K.M. Atmospheric cold plasma inactivation of Escherichia coli, Salmonella enterica serovar Typhimurium and Listeria monocytogenes inoculated on fresh produce // Food Microbiol. 2014. V. 42. P. 109–116.

### References

- 1 Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Kretova Yu.I., Kalinina I.V. et al. On the issue of intensification of the process of grain germination. Far Eastern Agrarian Bulletin. 2018. no. 4 (48). pp. 109–115. (in Russian).
- 2 Plitman V.L., Krymsky V.V., Smolko V.A., Shatin A.Yu. Method for the electrochemical treatment of aqueous media and a device for its implementation. Patent RF, no. 2181106, 2002.
- 3 Potoroko I.Yu., Naumenko N.V. Study of the possibilities of regulating the composition of the microflora of food products by electrophysical methods of influence. Commodity expert on food products. 2011. no. 2. pp. 6–9. (in Russian).
- 4 Khmelev V.N., Popova O.V. Multifunctional ultrasonic devices and their use in small industrial, agricultural and household conditions: monograph. Barnaul, ed. Altai State Technical University, 1997. 160 p. (in Russian).
- 5 Hosni R.K. Grain and grain products. St. Petersburg, Profession, 2006. 330 p. (in Russian).
- 6 Andrews W.H., Mislivec P.B., Wilson C.R., Bruce V.R. et al. Microbial hazards associated with bean sprouting. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 1982. no. 65. pp. 241–248.
- 7 Ashokkumar M. Applications of ultrasound in food and bioprocessing. Ultrason. Sonochem. 2015. no. 25. pp. 17–23.
- 8 Lacombe A., Niemira B.A., Gurtler J.B., Fan X. et al. Atmospheric cold plasma inactivation of aerobic microorganisms on blueberries and effects on quality attributes. Food Microbiol. 2015. vol. 46. pp. 479–484.
- 9 Morales-de la Peña M., Welti-Chanes J., Martín-Belloso O. Novel technologies to improve food safety and quality. Current Opinion in Food Science. 2019. vol. 30. pp. 1–7.
- 10 Misra N.N., Patil S., Moiseev T., Bourke P. et al. Cullen In-package atmospheric pressure cold plasma treatment of strawberries. J. Food Eng. 2014. vol. 125. pp. 131–138.
- 11 Ziuzina D., Patil S., Cullen P.J., Keener K.M. Atmospheric cold plasma inactivation of Escherichia coli, Salmonella enterica serovar Typhimurium and Listeria monocytogenes inoculated on fresh produce. Food Microbiol. 2014. vol. 42. pp. 109–116.

**Сведения об авторах**

**Наталья В. Науменко** к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, naumenko\_natalya@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9520-3251>

**Ирина Ю. Потороко** к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, irina\_potoroko@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3059-8061>

**Наталья В. Попова** к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, tef\_popova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7667-9705>

**Ирина В. Калинина** к.т.н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет, пр-т Ленина, 85, г. Челябинск, 454080, Россия, 9747567@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6242-9870>

**Батыр К. Сатбаев** аспирант, кафедра пищевые и биотехнологии Южно-Уральского государственного университета, пр-т Ленина, 76, г. Челябинск, 454080, Россия, satbaevbatir@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7699-1246>

**Вклад авторов**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Natalia V. Naumenko** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, naumenko\_natalya@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9520-3251>

**Irina Yu. Potoroko** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, irina\_potoroko@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3059-8061>

**Natalya V. Popova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, tef\_popova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7667-9705>

**Irina V. Kalinina** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, 9747567@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6242-9870>

**Batyr K. Satbaev** graduate student, food and biotechnology department, South Ural State University, Lenin Av., 76. Chelyabinsk, 454080, Russia, satbaevbatir@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7699-1246>

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 08/11/2019	<b>После редакции</b> 20/11/2019	<b>Принята в печать</b> 29/11/2019
<b>Received</b> 08/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 20/11/2019	<b>Accepted</b> 29/11/2019

## Технология производства купажных плодово-ягодных вин

Наталья Е. Назарова <sup>1</sup>	<a href="mailto:nazarova-nnsaa@mail.ru">nazarova-nnsaa@mail.ru</a>	 0000-0003-3373-3270
Татьяна В. Залетова <sup>1</sup>	<a href="mailto:tanya.zaletova@mail.ru">tanya.zaletova@mail.ru</a>	 0000-0001-6037-6892
Елена В. Зубова <sup>1</sup>	<a href="mailto:zelena111@ya.ru">zelena111@ya.ru</a>	 0000-0003-3141-1761
Ксения А. Кулагина <sup>1</sup>	<a href="mailto:kerichevalove@mail.ru">kerichevalove@mail.ru</a>	 0000-0002-3200-6357

<sup>1</sup> Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, Россия

**Аннотация.** Плоды и ягоды содержат большое количество биологически активных соединений: витаминов, минеральных веществ, органических кислот. Вина, изготовленные из плодово-ягодного сырья, по биологической ценности не уступают виноградным, а иногда и превосходят их. В настоящее время значительные объемы плодово-ягодных вин импортируются на российский потребительский рынок из других стран. Производство плодово-ягодных вин в основном ограничено европейской частью России, что негативно сказывается на ценообразовании напитков в других регионах. В связи с этим перспективой развития винодельческой промышленности может стать производство купажных плодово-ягодных вин, которые обеспечат население качественной продукцией, изготовленной из местного плодово-ягодного сырья по доступным ценам. Представлены технология производства и результаты исследования полученных образцов плодово-ягодных купажных вин из плодов Санберри и рябины обыкновенной, ягод земляники с разным содержанием сахара в рецептуре. Образцы плодово-ягодных купажных вин готовили по классической технологии. Физико-химические показатели качества исследуемых образцов вина определяли в межфакультетской учебно-аналитической лаборатории Нижегородской ГСХА. По результатам оценки органолептических и физико-химических показателей разработанных образцов плодово-ягодных вин образец № 3 оказался лучшим, так как отличался ярко выраженным гармоничным ароматом, приятным вкусом, имел наибольшее содержание витамина С и сухих веществ и набрал наибольшее количество баллов. По результатам балльной оценки органолептических показателей качества исследуемых образцов купажных плодово-ягодных вин меньше всего баллов у образца №1 (5,25 баллов). В связи с обнаружением всеми дегустаторами отклонения от нормы.

**Ключевые слова:** технология производства, плодово-ягодные вина, Санберри, земляника, рябина обыкновенная, показатели качества

## Technology of production of blended fruit and berry wines

Natalia E. Nazarova <sup>1</sup>	<a href="mailto:nazarova-nnsaa@mail.ru">nazarova-nnsaa@mail.ru</a>	 0000-0003-3373-3270
Tatiana V. Zaletova <sup>1</sup>	<a href="mailto:tanya.zaletova@mail.ru">tanya.zaletova@mail.ru</a>	 0000-0001-6037-6892
Elena V. Zubova <sup>1</sup>	<a href="mailto:zelena111@ya.ru">zelena111@ya.ru</a>	 0000-0003-3141-1761
Ksenia A. Kulagina <sup>1</sup>	<a href="mailto:kerichevalove@mail.ru">kerichevalove@mail.ru</a>	 0000-0002-3200-6357

<sup>1</sup> Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** Fruits and berries contain a large number of biologically active compounds: vitamins, minerals, organic acids. Wines made from fruit and berry raw materials are not inferior to grape ones in biological value, and sometimes even surpass them. Currently, significant volumes of fruit wines are imported into the Russian consumer market from other countries. The production of fruit and berry wines is mainly limited to the European part of Russia, which negatively affects the pricing of drinks in other regions. In this regard, the development of the wine industry may be the production of blending fruit and berry wines, which will provide the population with quality products made from local fruit and berry raw materials at affordable prices. The production technology and research results of the obtained samples of fruit and berry blend wines from the fruits of Sunberry and mountain ash, wild strawberries with different sugar content in the recipe are presented. Samples of fruit blending wines were prepared according to classical technology. Physico-chemical quality indicators of the studied wine samples were determined in the interdepartmental educational and analytical laboratory of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. According to the results of evaluating the organoleptic and physico-chemical parameters of the developed samples of fruit wines, sample No. 3 turned out to be the best, as it had a pronounced harmonious aroma, pleasant taste, had the highest content of vitamin C and dry substances, and scored the most points. According to the results of a scoring of the organoleptic quality indicators of the studied samples of blending fruit wines, the least points were observed for sample No. 1 (5.25 points). In connection with the detection by all tasters of deviations from the norm.

**Keywords:** production technology, fruit wines, Sunberry, wild strawberries, common mountain ash, quality indicators

### Введение

Выращивание в больших количествах плодово-ягодного сырья культурных, а также сбор сырья дикорастущих растений хозяйствами всех категорий способствует совершенствованию и разработке новых технологий производства плодово-ягодных вин и быстрому развитию винодельческой отрасли в стране.

Развитие плодово-ягодного виноделия является актуальным направлением промышленной переработки плодов и ягод, а применение и оптимизация известных традиционных способов получения вин направлены на регулирование качественных показателей плодово-ягодных вин [1, 4, 5]. Учитывая особенности химического состава, биологическую ценность плодов и

Для цитирования

Назарова Н.Е., Залетова Т.В., Зубова Е.В., Кулагина К.А. Технология производства купажных плодово-ягодных вин // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 117–121. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-117-121

For citation

Nazarova N.E., Zaletova T.V., Zubova E.V., Kulagina K.A. Technology of production of blended fruit and berry wines. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 117–121. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-117-121

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

ягод назрела необходимость разработки технологии производства купажных плодово-ягодных вин из местного сырья, что представляет интерес со стороны производителей и востребовано со стороны потребителей.

Для приготовления купажных плодово-ягодных вин использовался виноматериал из сока свежих плодов паслена Санберри и рябины, ягод земляники. Плоды паслена Санберри – одна из ценных, но малораспространенных и малоизученных культур, однако благодаря своей высокой урожайности, экологической пластичности, высокой питательной ценности и лечебным свойствам паслен стал популярным растением во многих странах мира. По причине уникального биохимического и минерального состава плоды паслена Санберри используются в профилактике и лечении гипертонии, язвы желудка, ревматизма, бронхиальной астмы и других заболеваний. Плоды Санберри при употреблении в пищу благотворно влияют на остроту зрения, обладают слабительными и мочегонными свойствами, а за счет высокого содержания селена замедляют процесс старения [2, 3, 6–9].

**Цель исследования** – разработать рецептуру и технологию производства купажных плодово-ягодных вин из ранее не используемого исследователями плодово-ягодного сырья.

#### **Материалы и методы**

Вино готовили по классической технологии в лабораторных условиях.

Плоды и ягоды тщательно сортировали, удаляли недозрелые, поврежденные и пораженные болезнями. Затем плодово-ягодное сырье промывали и дробили. Полученную мезгу нагревали до температуры 50 °С, выдерживали 20 мин. После этого охлаждали до 30 °С и прессовали для получения сока. Полученный сок осветляли отстаиванием при температуре 8 °С в течение суток.

Для приготовления суслу осветленный сок смешивали в необходимых пропорциях согласно рецептуре (таблица 1), добавляли воду для снижения кислотности, сахар, необходимый для начала процесса сбраживания. Также вносили азотистое питание в виде водного раствора аммиака (концентрация 25%) в количестве 0,2 мл/л и разводку чистой культуры винных дрожжей в количестве 3% от объема суслу. Сахар вносили в 2 этапа, в начале производства и через 2 недели. Сбраживание вели до остаточного содержания сахара не более 0,5%.

После сбраживания полученный виноматериал снимали с осадка, осветляли отстаиванием при температуре 5 °С в течение 10 дней. Затем по истечении 7 дней фильтровали через несколько слоев стерильной марли, разливали по бутылкам горячим способом (предварительно нагревая до 50 °С) и укупуривали пробками.

Готовое вино оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям качества (содержание сахара, витамина С, титруемая кислотность, абсолютно сухое вещество).

Органолептическую оценку образцов готового купажного плодово-ягодного вина проводили по ГОСТ 32051–2013 «Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа» в помещении, имеющем естественное равномерное освещение. Методы органолептического анализа включают в себя определение внешнего вида (прозрачность, наличие осадка), цвета, букета, вкуса посредством органов чувств человека. Оценку органолептических показателей качества проводили эксперты в количестве 9 человек из числа профессорско-преподавательского состава кафедр «Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства», «Товароведение и переработка продукции животноводства» Нижегородской ГСХА по 10-балльной шкале с учетом максимальных значений баллов: прозрачность – 0,5, цвет – 0,5, букет – 3,0, типичность – 1,0, вкус – 5,0.

Физико-химические показатели качества исследуемых образцов вина определяли в межкафедральной учебно-аналитической лаборатории Нижегородской ГСХА.

Содержание сахаров определяли по ГОСТ 13192–73 «Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров»; массовую концентрацию титруемых кислот – по ГОСТ 32114–2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот»; витамин С – по ГОСТ 24556–89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С» титриметрическим методом; абсолютно сухое вещество в исследуемых образцах вина определяли рефрактометрическим методом по ГОСТ 6687.2–90 «Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ (с поправкой)».

#### **Результаты и обсуждение**

По результатам органолептической оценки качества установлено, что наилучшим, с точки зрения экспертов, был образец № 3, который получил наибольшее количество баллов (таблица 2). По внешнему виду вино прозрачное, с наличием блеска; цвет красный с кирпичным оттенком. Вино отличается ярко выраженным гармоничным ароматом, по вкусу приятное с привкусом рябины. У образца № 1 дегустаторы отметили во вкусе наличие отклонений – винного, резкого, неприятного, кислого с горечью оттенков, поэтому общая сумма баллов составила – 5,25. Образец № 2 в сумме набрал 9 баллов. По внешнему виду вино прозрачное без мути, осадка. Цвет – красный с кирпичным оттенком. Аромат вина ярко выражен, гармоничный, земляничный. Вкус – приятный, с привкусом рябины.

По данным, представленным на рисунке 1 видно, что образец № 3 содержит большее количество витамина С – на 6,1% больше по сравнению с образцом № 2 и на 7,2% больше по сравнению с образцом № 1. Это объясняется химическим составом и количественным содержанием рябины обыкновенной в рецептуре вина образца № 3.

По содержанию массовой концентрации титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту исследуемые образцы вина практически не отличались между собой (7,9–8,1 г/дм<sup>3</sup>).

Большим содержанием сахаров (10,82%) отличался образец № 3, у которого дегустаторы отметили наиболее приятный и выраженный вкус. В образце № 1 массовая доля сахаров составила 0,53%, что повлияло на образование кислого вкуса с горьким оттенком.

Содержание абсолютно сухого вещества в винах характеризует наличие в нем минеральных веществ, сахаров и других компонентов. Наибольшее значение данного показателя установлено в образце № 3– 10,48%, наименьшее – в образце № 1 (4,5%).

Таблица 1.

Рецептура купажных плодово-ягодных вин из расчета на 1 л суслу

Table 1.

Recipe blended of fruit and berry wines at the rate of 1 liter of wort

Вид плодово-ягодного сырья	Type of fruit and berry raw materials	Масса ягод, г на 1 л суслу Weight of berries, g per 1 liter of wort	Сок, мл Juice, ml	Вода, мл Water, ml	Дрожжи, кг Yeast, kg	Сахар, г Sugar, g
Плоды паслена Санберри (400 г), земляника (400 г), рябина (200 г) (образец № 1)	The fruits of Solanum of Canberra (400 g), strawberry (400 g), rowan (200 g) (sample № 1)	514,3	360	100	0,03	150
		553,8	360			
		160	80			
Плоды паслена Санберри (400 г), земляника (350 г), рябина (250 г) (образец № 2)	The fruits of Solanum of Canberra (400 g), strawberry (350 g), rowan (250 g) (sample № 2)	514,3	360,0	100	0,03	200
		485,0	315,0			
		200,0	100,0			
Плоды паслена Санберри (400 г), земляника (300 г), рябина (300 г) (образец № 3)	The fruits of Solanum of Canberra (400 g), strawberry (300 g), rowan (300 g) (sample № 3)	514,3	360,0	100	0,03	250
		415,0	270,0			
		240,0	120,0			

Таблица 2.

Результаты балльной оценки органолептических показателей качества исследуемых образцов купажного плодово-ягодного вина

Table 2.

The results of the score assessment of organoleptic quality indicators of the studied samples of blended fruit and berry wine

Показатель   Index	Образец   Sample		
	1	2	3
Прозрачность Transparency	0,5	0,5	0,5
Цвет   Color	0,5	0,5	0,5
Букет   Aroma	1,5	2	3
Типичность Typicality	0,25	1	1
Вкус   Taste	2,5	5	5
Итого   Subtotal	5,25	9	10

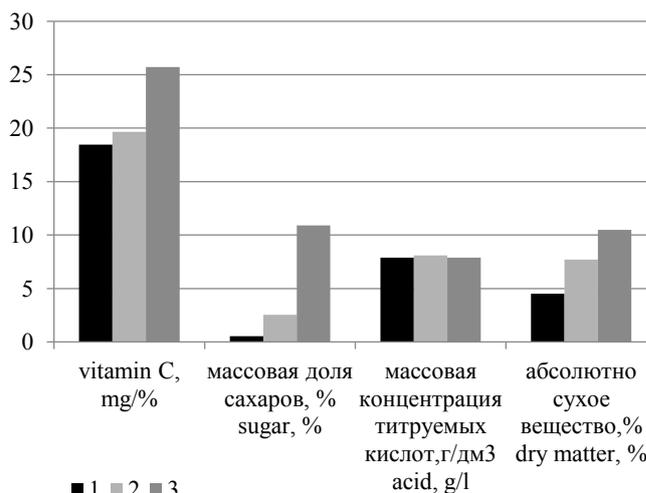


Рисунок 1. Физико-химические показатели купажных плодово-ягодных вин

Figure 1. Physico-chemical parameters of blended fruit and berry wines

### Заключение

На основании проведенных исследований установлено, что образец № 3 купажного плодово-ягодного вина из плодов паслена Санберри и рябины обыкновенной, ягод земляники в рецептуре (400, 300 и 300 г сырья соответственно) отличался прозрачностью, наличием блеска, выраженным гармоничным ароматом, приятным вкусом с рябиновым оттенком, содержал большее количество абсолютно сухого вещества,

витамина С и сахаров. Для производства винодельческой продукции на основе предложенного плодово-ягодного сырья можно рекомендовать образцы № 3 и 2.

### Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания Минсельхоза России за счёт средств федерального бюджета в 2019 году (рег. номер НИР в ЕГИСУ НИОКТР номер АААА-А19-119102990037-8)

### Литература

- 1 Барабаш И.П., Романенко Е.С., Сосюра Е.А., Нуднова А.Ф. и др. Отечественное виноделие: перспективы развития // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=8346>
- 2 Акишин Д.В., Винницкая В.Ф., Ветров М.Ю. Функциональная и пищевая ценность свежих и переработанных плодов паслена Санберри // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2017. № 2. С. 41–48.
- 3 Винницкая В.Ф., Акишин Д.В., Неуймин Д.С., Ветров М.Ю. Новые продукты питания функционального назначения из паслена Санберри // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 169–174.
- 4 Clark J.R., Finn C.E. Blackberry breeding and genetics // *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 2011. № 5. P. 27–43.
- 5 Okafor N. The technology of passion fruit and Pawpaw wines // *American Journal of Enology and Viticulture*. 2007. V. 17. P. 27.
- 6 Lonvaud A. Science and Technology of Fruit Wine Production // *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 2018. V. 8. P. 4–5.
- 7 Tomic A., Mihaljevic Zulj M., Andabaka Z, Tomaz I. et al. Influence of Pectolytic Enzymes and Selected Yeast Strains on the Chemical Composition of Blackberry Wines // *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2018. V. 68. № 3. P. 263–272.
- 8 Pongkan S., Tilarux P., Charoensuk K., Ochaikul D. et al. Production and quality improvement of the tropical fruit tamarind (*Tamarindus indica* Linn.) wine // *International Journal of Agricultural Technology*. 2018. V. 14. № 3. P. 341–349.
- 9 Hai U.U., Yi O.U., Shunqiao L.I.U. Analysis of Physical and Chemical Indices and Quality of Blueberry Wines from Gardenblue and Baldwin // *Agricultural Biotechnology*. 2018. V. 7. № 4. P. 200–202.
- 10 Panesar P.S., Joshi V.K., Bali V., Panesar R. Chapter 9 – Technology for Production of Fortified and Sparkling Fruit Wines // *Science and Technology of Fruit Wine Production*. 2017. P. 487–530. doi: 10.1016/B978-0-12-800850-8.00009-0

### References

- 1 Barabash I.P., Romanenko E.S., Sosyura E.A., Nudnova A.F. and other Domestic winemaking: development prospects. Modern problems of science and education. 2013. no. 1. Available at: <http://science-education.ru/en/article/view?id=8346> (in Russian).
- 2 Akishin D.V., Vinnitskaya V.F., Vetrov M.Yu. Nightshade Sunberry. Technologies of the food and processing industry AIC products of healthy nutrition 2017. no. 2. pp. 41–48. (in Russian).
- 3 Vinnitskaya V.F., Akishin D.V., Neumin D.S., Vetrov M.Yu. New functional foods from nightshade Sunberry. Innovative food technologies in the storage and processing of agricultural raw materials: fundamental and applied aspects: materials of the V Intern. scientific-practical conf. 2015. pp. 169–174. (in Russian).
- 4 Clark J.R., Finn C.E. Blackberry breeding and genetics. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 2011. no. 5. pp. 27–43.
- 5 Okafor N. The technology of passion fruit and Pawpaw wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2007. vol. 17. pp. 27.
- 6 Lonvaud A. Science and Technology of Fruit Wine Production. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 2018. vol. 8. pp. 4–5.
- 7 Tomic A., Mihaljevic Zulj M., Andabaka Z, Tomaz I. et al. Influence of Pectolytic Enzymes and Selected Yeast Strains on the Chemical Composition of Blackberry Wines. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2018. vol. 68. no. 3. pp. 263–272.
- 8 Pongkan S., Tilarux P., Charoensuk K., Ochaikul D. et al. Production and quality improvement of the tropical fruit tamarind (*Tamarindus indica* Linn.) wine. *International Journal of Agricultural Technology*. 2018. vol. 14. no. 3. pp. 341–349.
- 9 Hai U.U., Yi O.U., Shunqiao L.I.U. Analysis of Physical and Chemical Indices and Quality of Blueberry Wines from Gardenblue and Baldwin. *Agricultural Biotechnology*. 2018. vol. 7. no. 4. pp. 200–202.
- 10 Panesar P.S., Joshi V.K., Bali V., Panesar R. Chapter 9 – Technology for Production of Fortified and Sparkling Fruit Wines. *Science and Technology of Fruit Wine Production*. 2017. pp. 487–530. doi: 10.1016/B978-0-12-800850-8.00009-0

### Сведения об авторах

**Наталья Е. Назарова** к.т.н., доцент, кафедра технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, [nazarova-nnsaa@mail.ru](mailto:nazarova-nnsaa@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0003-3373-3270>

### Information about authors

**Natalia E. Nazarova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of production, storage and processing of crop products department, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, [nazarova-nnsaa@mail.ru](mailto:nazarova-nnsaa@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0003-3373-3270>

**Татьяна В. Залетова** к.с.-х.н., доцент, кафедра технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, tanya.zaletova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6037-6892>

**Елена В. Зубова** к.с.-х.н., доцент, кафедра технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, zelena111@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3141-1761>

**Ксения А. Кулагина** аспирант, кафедра технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, kerichevalove@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3200-6357>

**Tatiana V. Zaletova** Cand. Sci. (Agric.), associate professor, technology of production, storage and processing of crop products department, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, tanya.zaletova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6037-6892>

**Elena V. Zubova** Cand. Sci. (Agric.), associate professor, technology of production, storage and processing of crop products department, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, zelena111@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3141-1761>

**Ksenia A. Kulagina** graduate student, technology of production, storage and processing of crop products department, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, kerichevalove@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3200-6357>

**Вклад авторов**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 13/11/2019	<b>После редакции</b> 21/11/2019	<b>Принята в печать</b> 02/12/2019
<b>Received</b> 13/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 21/11/2019	<b>Accepted</b> 02/12/2019

## Влияние яблочного порошка на потребительские свойства хлебцев хрустящих

Анна Е. Ковалева	1	<a href="mailto:a.e.kovaleva@ya.ru">a.e.kovaleva@ya.ru</a>	 0000-0001-7807-1755
Эльвира А. Пьяникова	1	<a href="mailto:alia1969@ya.ru">alia1969@ya.ru</a>	 0000-0003-4424-7323
Екатерина И. Быковская	1	<a href="mailto:ekaterina.bykovskaya@inbox.ru">ekaterina.bykovskaya@inbox.ru</a>	
Елена В. Овчинникова	2	<a href="mailto:e.ov4innikova2011@ya.ru">e.ov4innikova2011@ya.ru</a>	 0000-0001-6755-2764

1 Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия

2 Курский институт кооперации (филиал) АНО ВО Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Радищева, 116 А, Курск, 305004, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты влияния сухого порошка, полученного из яблок сорта «Антоновка», произрастающих в Курской области, на потребительские свойства хлебцев хрустящих, в которых частично заменяли пшеничную цельнозерновую и ржаную муку порошком яблок в количестве 10, 15 и 20%. Оптимальное содержание порошка из сушеных яблок в выпеченных образцах хлебцев хрустящих было определено в ходе эксперимента по результатам исследования органолептических и физико-химических показателей качества образцов. Для оценивания качества разработанных образцов хлебцев хрустящих был использован экспертный метод определения коэффициентов весомости показателей качества продукции. В ходе произведенных расчетов для экспертов наиболее весомым показателем получился вкус; вторым по весомости – внешний вид; третьим – запах; четвертым – форма; пятым – цвет; шестым – вид в изломе. В ходе исследования органолептических показателей с использованием балльной шкалы наибольшую сумму баллов (28,8 балла) набрал образец хлебцев с добавлением 20% яблочного порошка (в нем заменялось по 10% пшеничной цельнозерновой и ржаной муки соответственно). Данный образец имел внешний вид с вкраплениями вкусовых добавок и наличием незначительных пузырей; приятные вкус и запах, свойственные яблокам; однородный цвет; прямоугольную форму; слоистый, с равномерной пористостью, без вздутий, закала, следов непромеса вид в изломе. Исследование физико-химических показателей позволило установить, что с увеличением количества вносимой добавки (порошка яблок сорта «Антоновка») массовая доля влаги и кислотность увеличиваются за счет пищевых волокон и кислот, входящих в состав яблочного порошка.

**Ключевые слова:** порошок яблок, сорт «Антоновка», хлебцы хрустящие, органолептические показатели, физико-химические показатели

## The effect of apple powder on the consumption of crispbread

Anna E. Kovaleva	1	<a href="mailto:a.e.kovaleva@ya.ru">a.e.kovaleva@ya.ru</a>	 0000-0001-7807-1755
Elvira A. Pyanikova	1	<a href="mailto:alia1969@ya.ru">alia1969@ya.ru</a>	 0000-0003-4424-7323
Ekaterina I. Bykovskaya	1	<a href="mailto:ekaterina.bykovskaya@inbox.ru">ekaterina.bykovskaya@inbox.ru</a>	
Elena V. Ovchinnikova	2	<a href="mailto:e.ov4innikova2011@ya.ru">e.ov4innikova2011@ya.ru</a>	 0000-0001-6755-2764

1 South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia

2 Kursk Institute of Cooperation (branch) ANO VO Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Radishchev str., 116A, Kursk, 305004, Russia

**Abstract.** The results of the influence of a dry powder obtained from Antonovka apples growing in the Kursk region on the consumer properties of crispbreads in which whole wheat and rye flour were partially replaced with apple powder in the amount of 10, 15 and 20% are presented. The optimal content of dried apple powder in baked samples of crispbread was determined during the experiment by the results of a study of organoleptic and physico-chemical quality indicators of samples. To assess the quality of the developed samples of crispbreads, an expert method was used to determine the weighting factors of product quality indicators. In the course of the calculations for experts, the most significant indicator was taste; the second by weight - appearance; the third is smell; fourth is form; fifth – color; the sixth is a view in kink. During the study of organoleptic indicators using a point scale, the largest amount of points (28.8 points) was gained by a sample of bread with the addition of 20% apple powder (it replaced 10% whole wheat and rye flour, respectively). This sample had an appearance interspersed with flavors and the presence of minor bubbles; pleasant taste and smell characteristic of apples; uniform color; rectangular shape; layered, with uniform porosity, without swelling, hardening, traces of an unbreakable appearance in a kink. The study of physical and chemical parameters made it possible to establish that with an increase in the amount of the additive (Antonovka apple powder), the mass fraction of moisture and acidity increase due to dietary fiber and acids that make up the apple powder.

**Keywords:** apple powder, Antonovka variety, crispbread, organoleptic characteristics, physico-chemical indicators

Для цитирования

Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Быковская Е.И., Овчинникова Е.В. Влияние яблочного порошка на потребительские свойства хлебцев хрустящих // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 122–130. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-122-130

For citation

Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Bykovskaya E.I., Ovchinnikova E.V. The effect of apple powder on the consumption of crispbread. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 122–130. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-122-130

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Исследования в области диетологии показывают, что увеличению продолжительности жизни человека способствует замена части несбалансированных продуктов питания полноценными пищевыми продуктами на основе растительного сырья, в том числе и применением функциональных ингредиентов в производстве изделий [1].

В связи с формированием в последнее время системы здорового питания населения необходима разработка технологии производства изделий с введением в их состав функциональных ингредиентов, не изменяющих органолептических свойств, однако способствующих снижению калорийности пищевого продукта [2].

Одним из перспективных направлений повышения биологической ценности мучных изделий является расширение ассортимента за счет использования нетрадиционных видов сырья [3].

Яблоки (*Malus domestica* Borkh) широко выращиваются в умеренных регионах земного шара [4–6]. Мировое производство яблок составляет около 58 млн т с площади около 5,26 млн га.

Около 71% яблок потребляется в свежем виде, а около 20% перерабатывается в продукты с добавленной стоимостью, из которых 65% перерабатывается в концентрат яблочного сока, а остальное количество – в другие продукты, которые включают упакованный натуральный готовый к употреблению яблочный сок, яблочный сидр, вино и вермут, яблочные пюре и джемы и сушеные яблочные продукты [7, 8].

Эпидемиологические исследования связали потребление яблок с уменьшением риска некоторых видов рака, сердечно-сосудистых заболеваний, астмы и диабета. В лабораторных условиях было обнаружено, что яблоки обладают сильной антиоксидантной активностью, ингибируют пролиферацию раковых клеток, снижают окисление липидов и уровень холестерина. Яблоки содержат различные фитохимические вещества, в том числе кверцетин, катехин, хлорогеновую кислоту, все из которых являются сильными антиоксидантами [9].

В связи с этим яблоки являются перспективным сырьем для использования в производстве различных продуктов питания, а яблочные порошки – сырьем, богатым питательными веществами, с неизменными сенсорными свойствами [10] и удобными в использовании ингредиентами для производства детского питания, закусок и других продуктов [11].

## Материалы и методы

Выпечка модельных образцов хлебцев хрустящих с использованием порошка яблок сорта «Антоновка», произрастающего в Курской области, осуществлялась в лабораторных условиях по технологии, представленной на рисунке 1 [12].

Сушеные яблоки и семена льна, кунжута и подсолнечника предварительно измельчали до порошкообразной консистенции на мельнице универсальной режущей VLM-6, предназначенной для измельчения различных образцов в лабораториях и небольших производствах. Результат измельчения зависит от продолжительности помола (от 5 с до 1 мин).

Размер частиц имеет большое значение, так как влияет в значительной мере на скорость протекания в тесте биохимических и коллоидных процессов и в следствие этого на свойства теста, качество и выход хлебцев. Так как размеры частиц муки колеблются в пределах от нескольких микрометров до 180–190 мкм, в обычной хлебопекарной пшеничной муке этих сортов примерно половина частиц имеет размеры менее 40–50 мкм, а остальные – в пределах от 45–50 до 190 мкм [13]. Хлебцы лучшего качества получаются из муки и яблочного порошка с оптимальным размером и крупностью частиц. Таким образом, в условиях лаборатории экспериментальным путем было установлено, что размер частиц порошка яблок и зерновой смеси должен составлять 0,1–0,2 мм. Полученный порошок просеивали через сито с размером ячеек 0,28 мм.

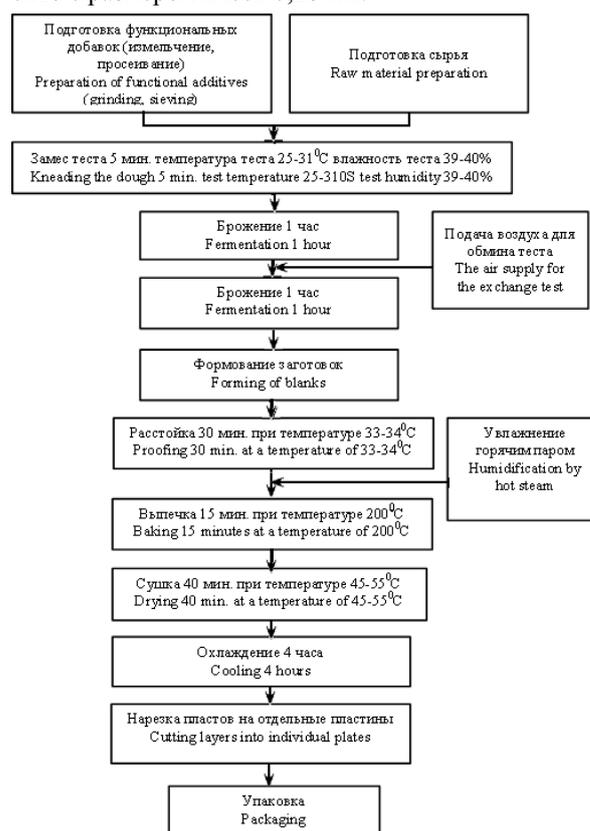


Рисунок 1. Технологический процесс производства хлебцев хрустящих

Figure 1. The technological process of production of bread crispy

Остальные ингредиенты, предусмотренные рецептурой, подготавливали в обычном порядке. Дозирование муки, яблочного порошка, соли, дрожжей проводили в сухом состоянии. Для всех хлебцев тесто готовили безопасным способом.

Безопасный способ приготовления включает в себя одну стадию. Перед замесом любого вида теста подготавливают сырье. Муку перед употреблением обязательно просеивают через сито для насыщения кислородом. Воду подогревают до 30–40 °С, учитывая, что при соединении с мукой и другими продуктами, температура теста будет в пределах 26–32 °С. Если мука имеет более низкую температуру, то воду нагревают выше 40 °С.

Замешивают тесто в течение 5–8 мин, чтобы получилось однородное, без комков, не очень крутое тесто. В конце замеса (за 2–3 мин до окончания) добавляют подогретое растительное масло.

Для приготовления теста используется тестомес непрерывного действия. Соединяются оба вида муки, яблочный порошок, соль, сухие быстродействующие дрожжи, предварительно смешанные с мукой.

Затем добавляется вода по рецептуре и перемешивается с мукой. После получения однородной консистенции добавляется измельченная зерновая смесь и растительное масло. Вымешивание теста осуществляется в течение 5 мин. Тесто должно получиться мягким и эластичным.

Температура и влажность теста для изготовления ржано-пшеничных хлебцев составляет 25–31 °С и 39–40%. После замеса тесто помещается на 1 ч во вращающийся бункер из нержавеющей стали с конусовидным дном. После 1 ч брожения в бункер из компрессионной установки подается воздух, благодаря которому тесто обминается, после чего процесс брожения продолжается еще 1 ч, сокращение процесса происходит за счет введения яблочного порошка на 30 мин.

Обминку необходимо производить для того, чтобы тесто частично освободилось от углекислого газа, дрожжи и молочно-кислые бактерии равномерно распределились в толще теста и переместились бы на более питательные участки и чтобы набухшие сгустки клейковины растянулись и образовали мелкоячеистую сетку.

После обминки скорость брожения теста возрастает, и оно вновь быстро увеличивается в объеме. Можно производить от 1 до 3 обминок.

После 1-й обминки брожение продолжается еще примерно 40–50 минут и считается законченным, когда после максимального подъема тесто начинает опускаться. Тогда надо сделать 2-ю обминку готового теста. Внешние признаки окончания брожения таковы: выбродившее тесто увеличивается в объеме в 2,5 раза; при надавливании на тесто оно медленно выравнивается; поверхность теста выпуклая; тесто приобретает приятный спиртовой запах.

Далее тесто подается в промежуточный бункер, а оттуда в воронку формовальной машины. Из нее тесто направляется на 2 горизонтальных металлических вала, которые выполняют функцию скалки. С их помощью происходит раскатка теста в тонкую ленту толщиной 3–4 мм. Чтобы на готовых изделиях не было вздутий, тесто в нескольких местах прокалывают.

Затем лента направляется под резальное устройство, ножи которого способны резать и вдоль, и поперек. В результате получаются плитки прямоугольной формы.

Далее идет процесс расстойки хлебцев, от которого зависит пышность и легкость готовых изделий. Расстойка осуществляется при повышенной температуре 33–34 °С. В результате происходит увеличение теста в объеме. Полуфабрикаты для расстойки помещаются на 30 мин в специальную камеру. Тесто поднимается до толщины 5,5–6,5 мм. Перед выпечкой поверхность полуфабрикатов увлажняется или ошпаривается с помощью горячего пара. Выпекают хлебцы в печах с сетчатым подом и электрическим обогревом. Хлебцы выпекают при температуре 200 °С. Длительность выпечки составляет 15 мин.

Выпеченные хлебцы подаются на сушильный шкаф (температура в нем составляет 45–55 °С), где происходит постепенное остывание изделий, а также уменьшение и равномерное распределение влажности. Длительность сушки составляет 40 мин. После сушки происходит охлаждение изделий в течение 4 ч для уменьшения влажности в изделии и обеспечения оптимальных потребительских показателей, в том числе органолептических свойств и срока хранения.

После охлаждения плиты распиливаются резальной машиной на готовые изделия прямоугольной формы, по размеру упаковочной машины. Заключительный этап производства – автоматическая фасовка хлебцев в пластиковые контейнеры. Они должны быть герметично закрыты во избежание попадания влаги при хранении. Срок хранения обыкновенных хлебцев с добавками составляет от 1,5 до 3 мес.

Выбор определяющих показателей является первым и основополагающим этапом в общей методике оценки качества хлебцев. Определяющими считаются те показатели, по которым принимаются решения по оценке качества продукции.

Метод выбора определяющих показателей качества сводится к нахождению коэффициентов весомости отдельных показателей в общей оценке качества продукции. На практике чаще всего используется экспертный метод определения коэффициентов весомости показателей качества продукции.

Коэффициент весомости показателей качества хлебцев хрустящих определялся методом ранжирования. Ранжирование применяют при необходимости снижения трудоемкости операций, выполняемых экспертами, и в том случае если процедура оценивания вызывает у экспертов затруднения. Ранжирование используется также для разделения показателей на группы в соответствии с их значимостью. При ранжировании целесообразно, чтобы число показателей не превышало 10, при этом ранг 1 присваивается самому значимому показателю, ранг 2 следующему по значимости.

Экспертный опрос на основе метода ранговой корреляции основан на том, что каждый из пяти экспертов, участвующих в опросе, присваивает каждому из 6 критериев какую-то оценку. При этом наиболее важный критерий получает ранг 1, следующий – 2 и т. д. в порядке убывания значимости.

## Результаты

Оценка показателей качества хлебцев представлена в таблице 1.

Таблица 1.

## Экспертная оценка показателей качества хлебцев

Table 1.

## Expert assessment of quality indicators crispbreads'

Эксперты Experts	Ранговая оценка показателей качества   Ranking assessment of quality indicator					
	Внешний вид Appearance	Цвет   Color	Вкус   Taste	Запах   Smell	Форма   Form	Вид в изломе View of the fracture
1	2	3	1	1	4	4
2	1	2	3	3	2	4
3	1	4	2	3	2	2
4	4	3	1	2	4	3
5	3	2	2	2	1	4

Для первого эксперта ранг 1 повторяется 2 раза, т. к. он присвоен 3-му и 4-му показателю (вкус и запах). Следовательно, нормированный ранг будет равен  $(1 + 2) / 2 = 1,5$ . Это значение будет стоять в новой нормированной матрице на третьей и четвертой ячейках в первой строке.

Ранги 2, 3 повторяются 1 раз, и в новой нормированной матрице им присваивается место 3, 4-е соответственно. Ранг 4 повторяется 2 раза, т. к. он присвоен 5-му и 6-му показателю. Следовательно, нормированный ранг будет равен  $(5 + 6) / 2 = 5,5$ . Это значение будет стоять в новой нормированной матрице на пятой и шестой ячейках в первой строке.

Для второго эксперта ранг 1 встречается 1 раз и значение его не изменяется. Ранг 2 и 3 повторяется 2 раза. Ранг 2 присвоен 2-му и 5-му показателю. Следовательно, нормированный ранг будет равен  $(2 + 3) / 2 = 2,5$ . Это значение будет стоять в новой нормированной матрице на второй и пятой ячейках во второй строке. Ранг 3 присвоен 3-му и 4-му показателю. Следовательно, нормированный ранг будет равен  $(4 + 5) / 2 = 4,5$ . Это значение будет стоять в новой нормированной матрице на третьей и четвертой ячейках во второй строке.

Ранг 4 повторяется 1 раз и в новой нормированной матрице ему присваивается место 6.

Для третьего эксперта ранг 1 повторяется 1 раз и значение не изменяется. Ранг 2 повторяется 3 раза, т. к. он присвоен 3, 5 и 6 показателю. Следовательно, нормированный ранг будет равен  $(2 + 3 + 4) / 3 = 3$ . Это значение будет стоять в новой нормированной матрице на третьей, пятой и шестой ячейки в третьей строке.

Ранги 3 и 4 повторяются 1 раз и в новой нормированной матрице им присваивается место 5, 6 соответственно.

Для четвертого эксперта ранг 1 встречается 1 раз и значение остается неизменным. Ранг 2 встречается 1 раз и значение остается

неизменным. Ранг 3, 4 повторяются 2 раза. Ранг 3 присвоен 2-му и 6-му показателю. Следовательно, нормированный ранг будет равен  $(3 + 4) / 2 = 3,5$ . Это значение будет стоять в новой нормированной матрице на второй и шестой ячейках в четвертой строке. Ранг 4 присвоен 1 и 5 показателю. Следовательно, нормированный ранг будет равен  $(5 + 6) / 2 = 5,5$ . Это значение будет стоять в новой нормированной матрице на первой и пятой ячейках четвертой строки.

Для пятого эксперта ранг 1 встречается 1 раз и значение остается неизменным. Ранг 2 повторяется 3 раза, т. к. он присвоен 2, 3 и 4 показателю. Следовательно, нормированный ранг будет равен  $(2 + 3 + 4) / 3 = 3$ . Это значение будет стоять в новой нормированной матрице на второй, третьей и четвертой ячейках в пятой строке.

Ранги 3, 4 повторяются 1 раз, и в новой нормированной матрице им присваивается место 5, 6 соответственно.

Новая нормированная матрица представлена в таблице 2. В полученную матрицу вводится столбец  $T_i$ , который будет далее использован для оценки достоверности полученных результатов. Величины  $T_i$  рассчитываются по формуле

$$T_i = \sum(t_j^3 - t_j),$$

где  $t_j$  – число повторений  $j$ -го рангового числа в  $i$ -й строке.

$$T_1 = (1^3 - 1) + (1^3 - 1) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) = 12;$$

$$T_2 = (1^3 - 1) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (1^3 - 1) = 12;$$

$$T_3 = (1^3 - 1) + (1^3 - 1) + (3^3 - 3) + (1^3 - 1) = 24;$$

$$T_4 = (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (1^3 - 1) + (1^3 - 1) = 12;$$

$$T_5 = (1^3 - 1) + (3^3 - 3) + (1^3 - 1) + (1^3 - 1) = 24.$$

Поскольку более важный критерий имеет меньший ранг, то наиважнейшему критерию будет соответствовать минимальная сумма нормированных рангов, т. е. все эксперты оценили этот критерий относительно небольшим числом.

Таблица 2.

## Экспертная оценка показателей качества хлебцев

Table 2.

## Expert assessment of quality indicators crispbreads

Эксперты Experts	Ранговая оценка показателей качества   Ranking assessment of quality indicator						T <sub>i</sub>
	Внешний вид Appearance	Цвет   Color	Вкус   Taste	Запах   Smell	Форма Form	Вид в изломе View of the fracture	
1	3	4	1,5	1,5	5,5	5,5	12
2	1	2,5	4,5	4,5	2,5	6	12
3	1	6	3	5	3	3	24
4	5,5	3,5	1	2	5,5	3,5	12
5	5	3	3	3	1	6	24
Σ	15,5	19	13	16	17,5	24	84

Как видно из вышеприведенного примера, первое место и наибольшее предпочтение должно быть отдано третьему объекту, второе место – первому, третье место – четвертому, четвертое место – пятому, пятое место – второму, шестое место – шестому и т. д.

Рассчитаем коэффициент весомости для каждого показателя  $Z_i$  по формуле

$$Z_i = \frac{m \cdot n - S}{0,5m \cdot n(n-1)};$$

$$Z_1 = 5 - 15,5 \cdot 0,5 \cdot 2 = 0,19,$$

$$Z_2 = 5 - 19 \cdot 0,5 \cdot 2 = 0,12,$$

$$Z_3 = 5 - 13 \cdot 0,5 \cdot 2 = 0,24,$$

$$\frac{25-13}{0,5 \cdot 25 \cdot 4} Z_4 = 5 - 16 \cdot 0,5 \cdot 2 = 0,18,$$

$$Z_5 = 5 - 17,5 \cdot 0,5 \cdot 2 = 0,15,$$

$$Z_6 = 5 - 24 \cdot 0,5 \cdot 2 = 0,02.$$

Из произведенных расчетов видно, что наиболее весомым показателем является для экспертов вкус. Второй по весомости – внешний вид. Третий – запах, четвертый – форма, пятый – цвет, шестой – вид в изломе.

Из органолептических показателей качества в хлебцах определяют: внешний вид, цвет, вкус, запах, форма, вид в изломе.

Внешний вид: поверхность свойственная данному виду изделий с вкраплениями вкусовых добавок и наличием пузырей. На изломе должен быть пропечен, без следов непромеса, с вкраплениями или без вкраплений вкусовых добавок.

Форма: прямоугольная, круглая или фигурная.

Цвет, вкус и запах: свойственные данному наименованию изделия с учетом вкусовых добавок, без посторонних привкусов и запахов.

Консистенция: слоистая и хрупкая.

Для органолептической оценки была разработана шкала балльной оценки качества хлебцев, в которой на каждый показатель отводилось максимальное количество баллов – 5, общая сумма составляет 30 баллов.

**Обсуждение**

При разработке рецептуры хлебцев ржано-пшеничных хрустящих была использована стандартная технология их производства с изменением временных режимов. За основу была выбрана рецептура приготовления цельнозерновых хлебцев (таблица 3) [14].

Таблица 3.

## Рецептура цельнозерновых хлебцев, норма закладки сырья

Table 3.

## Recipe whole grain bread, the quantity of raw materials

Сырье Raw	Норма закладки (нетто) на 1 порцию, г Bookmark rate (net) per serving, g	Норма закладки (нетто) на 100 кг Bookmark rate (net) per 100 kg
Мука цельнозерновая   Whole wheat flour	75	15
Мука ржаная   Rye flour	25	5
Вода   Water	75	15
Дрожжи сухие быстрые   Yeast dry fast	1,1	1,5
Порошок молотых листьев стевии   Powder, ground stevia leaf	5	1
Растительное масло   Vegetable oil	17,5	3,5
Соль   Salt	2,5	0,5
Семена кунжута   Sesame seeds	0,75	2,5
Семена льна   Flax seed	0,75	2,5

Такая рецептура цельнозерновых хлебцев переключается по вкусу с хлебцами Финн Крисп / FinnCrisp. Добавление семян льна или кунжута делает хлебцы полезными и вкусными. В результате пробных выработок хлебцев по представленной рецептуре в ходе оценки по органолептическим показателям установили, что хлебцы были прямоугольной формы, светло-серого цвета с шероховатой поверхностью с незначительной мучнистостью, со вздутиями, сверху посыпанные семенами льна и кунжута, по вкусовым показателям – приторно-сладкие, с преобладающим привкусом подсолнечного масла.

Так как основной целью исследования являлась разработка рецептуры хлебцев функционального назначения с заданными структурно-механическими свойствами, с улучшенным витаминно-минеральным составом и пониженной калорийностью в качестве функциональной

добавки было принято использовать порошок сушеных яблок и измельченные в порошок семена льна, кунжута и подсолнечника.

В связи с этим было предложено изменить рецептуру. Вывести из рецептуры порошок молотых листьев стевии, заменив его на порошок сушеных яблок сорта «Антоновка», и уменьшить в рецептуре количество муки ржаной и цельнозерновой в одинаковом соотношении на величину вводимого порошка, а также уменьшить количество подсолнечного масла.

Оптимальное содержание порошка из сушеных яблок в выпеченных хлебцах определялось экспериментально. В результате эксперимента при выпекании опытных партий образцов по органолептическим и физико-химическим показателям были установлены оптимальные соотношения компонентов (таблица 4).

Таблица 4.

## Рецептура хлебцев хрустящих

Table 4.

## Recipe of crispybread

Ингредиент   Ingredient	Норма сырья на опытную партию, % The rate of raw materials for the pilot batch, %		
	Образец   Sample		
	№ 1	№ 2	№ 3
Пшеничная цельнозерновая мука   Whole wheat flour	37,08	35,68	34,43
Ржаная мука   Rye flour	10,6	9,3	7,95
Яблочный порошок   Apple powder	5,3	8,0	10,6
Вода   Water	39,7	39,7	39,7
Дрожжи сухие быстрые   Yeast dry fast	0,6	0,6	0,6
Соль   Salt	1,32	1,32	1,32
Растительное масло   Vegetable oil	4,6	4,6	4,6
Зерновая смесь (семена льна, кунжута, подсолнечника) Grain mixture (flax, sesame, sunflower seeds)	0,8	0,8	0,8

Примечание: Образец № 1 – с внесением 10% яблочного порошка; образец № 2 – с внесением 15% яблочного порошка; образец № 3 – с внесением 20% яблочного порошка.

В первом образце была произведена замена по 5% пшеничной цельнозерновой и ржаной муки соответственно на 10% яблочного порошка, во втором образце по 7,5% пшеничной цельнозерновой и ржаной муки соответственно на 15% яблочного порошка и в третьем образце по 10% пшеничной цельнозерновой и ржаной муки соответственно на 20% яблочного порошка. Остальные компоненты в рецептуре не изменялись. Данные соотношения были выбраны, т. к. не наблюдалось ухудшения потребительских

свойств хлебцев хрустящих; при этом изделиям придавались функциональные свойства и улучшались их вкусовые качества (изделия приобрели сладкий с кислинкой вкус, светло-коричневый золотистый цвет, хрупкость).

Исследуемые образцы хлебцев предоставлялись на дегустационное совещание. Каждый дегустатор заполнил дегустационные карты, которые затем были обработаны и по результатам составлен протокол испытаний (таблица 5).

Таблица 5.

## Средние значения органолептических показателей качества хлебцев

Table 5.

## Average values of organoleptic indicators of bread quality

Образцы Samples	Баллы   Points						Сумма баллов Sum of points
	Внешний вид Appearance	Вкус Taste	Запах Smell	Цвет Color	Форма Form	Вид в изломе View of the fracture	
№ 1	4	4,4	4,6	4,6	4,4	4,4	26,4
№ 2	4	4,8	4,8	4,6	4,4	4,6	27,4
№ 3	5	4,8	4,8	5	4,6	4,6	28,8

Как показали результаты исследований, наибольшую сумму баллов (28,8 балла) набрал образец № 3 – хлебцы с добавлением 20% яблочного порошка. Данный образец имел внешний вид с вкраплениями вкусовых добавок и наличием незначительных пузырей; приятные вкус и запах, свойственные яблокам; однородный цвет; прямоугольную форму; слоистый, с равномерной пористостью, без вздутий, закала, следов непромеса.

Физико-химические показатели качества продукции характеризуют качество проведения технологических процессов, поэтому их определение является неотъемлемой частью экспертизы качества готовой продукции.

Для контроля физико-химических показателей отбирают лабораторные образцы в количестве 10–15 плиток хрустящих хлебцев каждого вида.

Основные физико-химические показатели для хлебцев нормируются ГОСТ 9846–88, в соответствии с которым нормируется влажность хлебцев, которая должна быть не более 8,5%, кислотность – не более 6 град, хрупкость не более 3,5 кг/см<sup>2</sup>, массовая доля сахара в перерасчете на сухое вещество 8,5 ± 1,5%, массовая доля жира в перерасчете на сухое вещество 8,5 ± 1,0% [15].

Влажность связана с пищевой ценностью, т. к. при увеличении влажности уменьшается доля питательных веществ в изделиях. Повышенная влажность снижает калорийность и ухудшает качество хлебцев. Они хуже усваиваются организмом, быстрее подвергаются плесневению и заболеваниям. Низкая влажность хлебцев приводит к тому, что они становятся сухими и ломкими.

Кислотность принято выражать в условных единицах – градусах. Градус кислотности соответствует 1 мл нормального раствора едкой щелочи, расходуемой на нейтрализацию кислот и других кислых соединений в 100 г мякиша. Кислотность в некоторой степени характеризует вкусовые достоинства хлебцев. Недостаточно и излишне кислые хлебцы неприятны на вкус.

В результате проведения физико-химических испытаний получили следующие данные, указанные в таблице 6.

По физико-химическим показателям разработанные хлебцы по показателям влажности удовлетворяют требованиям ГОСТ 9846–88,

по показателям кислотности образец № 1 с добавлением 10% яблочного порошка, образец № 2 с добавлением 15% яблочного порошка и образец № 3 с добавлением 20% порошка превышают норму по ГОСТ.

Таблица 6.

Результаты проведения физико-химических испытаний для разработанных хлебцев с добавлением яблочного порошка

Table 6.

Results of physical and chemical tests for the developed loaves with the addition of Apple powder

Показатели качества Quality indicator	Образец   Sample		
	№ 1	№ 2	№ 3
Влажность, % не более Humidity, % no more	7,0	8,0	8,5
Кислотность, град, не более Acidity, deg., no more	8,8	9,6	10,8

В продуктах из яблок преобладает яблочная кислота. Она составляет 72–82% от общей суммы кислот. На долю лимонной кислоты приходится примерно 2–4, янтарной 6–9%. Летучие кислоты в количестве 1–4% обнаружены в яблочном порошке. Очевидно, при приготовлении этих продуктов они частично улетучиваются. В тесте с продуктами из яблок повышается начальная кислотность и незначительно увеличивается содержание летучих кислот.

### Заключение

В результате проведенных исследований: — установлено, что внесенный вместо стевии порошок яблок сорта «Антоновка», которым заменялась частично пшеничная цельнозерновая и ржаная мука, оказывает благоприятное влияние на цвет и аромат готового продукта – он становится светло-коричневатого цвета и приобретает легкий аромат внесенной добавки;

— установлено, что с увеличением количества порошка яблок сорта «Антоновка» массовая доля влаги и кислотность увеличиваются;

— определено, что для получения хлебцев с кислотностью, не превышающей значения ГОСТ, необходимо уменьшить время брожения на 30 мин;

— выявлено, что оптимальная дозировка порошка яблок «Антоновка» в рецептуре хлебцев составляет 20%.

### Литература

- 1 Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А. Влияние порошка плодов черноплодной рябины на потребительские свойства бисквитов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 139–146.
- 2 Канарская З.А., Хузин Ф.К., Ивлева А.Р., Гематдинова В.М. Тенденции развития технологии кондитерских изделий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 195–204.

- 3 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E. Sales Management Mechanism and Methodologies for Solving the Problems of Special-Purpose Product Management and Sales // Emerging Issues in the Global Economy: International Economics Conference in Sibiu (IECS). 2017. P. 333–340.
- 4 Agrahari P.R., Khurdiya D.S. Studies on preparation and storage of RTS beverage from pulp of culled apple pomace // Indian Food Packer. 2003. V. 57. № 2. P. 56–61.
- 5 Kaushal N.K., Joshi V.K. Preparation and evaluation of apple pomace based cookies // Indian Food Packer. 1995. V. 49. № 5. P. 17–24.
- 6 Kaushal N.K., Joshi V.K., Sharma R.C. Effect of stage of apple pomace collection and the treatment on the physical-chemical and sensory qualities of pomacepapad (fruit cloth) // J Food Sci Technol. 2002. P. 388–393.
- 7 Downing D.L. Apple cider // In: Processedapple product. West Port: AVI Publ, 1989. P. 168–186.
- 8 Joshi V.K. Fruit wines. Directorate of Extension Education: 2nd edn. Solan: Dr YS Parmar University of Horticulture and Forestry, 1997.
- 9 Boyer J., Liu R.H. Apple phytochemicals and their health benefits // Nutrition Journal. 2004. P. 132–136.
- 10 Uchoa A.M.A., da Costa J.M.C., Maia G.A., Meira T.R. et al. Formulation and Physicochemical and Sensorial Evaluation of Biscuit-Type Cookies Supplemented with Fruit Powders // Plant Foods for Human Nutrition. 2009. V. 64. № 2. P. 153–159. doi: 10.1007/s11130-009-0118-z
- 11 De Marco I., Miranda S., Riemma S., Iannone R. Environmental assessment of drying methods for the production of apple powders // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2015. V. 20. № 12. P. 1659–1672.
- 12 Технология приготовления хрустящих хлебцов и диетических изделий // Кондитерское и хлебопекарное производство. URL: <http://www.breadbranch.com/techno/view/23.html>
- 13 Иванова М.В., Легостаева Е.А., Кузьмина С.С. Гранулометрический состав дезинтегрированной муки // Ползуновский альманах. 2011. № 4/2. С. 194–195.
- 14 Пат. № 28160, KZ. Способ производства хрустящих хлебцов / Асрандина С.Ш., Кенжебаева Ш, Сарсенбаев Б.А., Витавская А.В., Баймуханова Д.Б. Заяв. 14.01.2013; Оpubл. 17.02.2014. Бюл. № 2.
- 15 ГОСТ 9846–88. Хлебцы хрустящие. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2009. 5 с.

#### References

- 1 Kovaleva A.E., Pyanikova E.A. Influence of aronia fruit powder on consumer properties of biscuits. Proceedings of VSUET. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 139–146. (in Russian).
- 2 Kanarskaya Z.A., Huzin F.K., Ivleva A.R., Gematdinova V.M. Trends in the development of confectionery technology. Proceedings of VSUET. 2016. no. 3. pp. 195–204. (in Russian).
- 3 Pyanikova E.A., Kovaleva A.E. Sales Management Mechanism and Methodologies for Solving the Problems of Special-Purpose Product Management and Sales. Emerging Issues in the Global Economy: International Economics Conference in Sibiu (IECS). 2017. pp. 333–340.
- 4 Agrahari P.R., Khurdiya D.S. Studies on preparation and storage of RTS beverage from pulp of culled apple pomace. Indian Food Packer. 2003. vol. 57. no. 2. pp. 56–61.
- 5 Kaushal N.K., Joshi V.K. Preparation and evaluation of apple pomace based cookies. Indian Food Packer. 1995. vol. 49. no. 5. pp. 17–24.
- 6 Kaushal N.K., Joshi V.K., Sharma R.C. Effect of stage of apple pomace collection and the treatment on the physical-chemical and sensory qualities of pomacepapad (fruit cloth). J Food Sci Technol. 2002. pp. 388–393.
- 7 Downing D.L. Apple cider. In: Processedapple product. West Port: AVI Publ, 1989. pp. 168–186.
- 8 Joshi V.K. Fruit wines. Directorate of Extension Education: 2nd edn. Solan: Dr YS Parmar University of Horticulture and Forestry, 1997.
- 9 Boyer J., Liu R.H. Apple phytochemicals and their health benefits. Nutrition Journal. 2004. pp. 132–136.
- 10 Uchoa A.M.A., da Costa J.M.C., Maia G.A., Meira T.R. et al. Formulation and Physicochemical and Sensorial Evaluation of Biscuit-Type Cookies Supplemented with Fruit Powders. Plant Foods for Human Nutrition. 2009. vol. 64. no. 2. pp. 153–159. doi: 10.1007/s11130-009-0118-z
- 11 De Marco I., Miranda S., Riemma S., Iannone R. Environmental assessment of drying methods for the production of apple powders. The International Journal of Life Cycle Assessment. 2015. vol. 20. no. 12. pp. 1659–1672.
- 12 Technology for the preparation of crispbread and dietary products. Confectionery and bakery. Available at: <http://www.breadbranch.com/techno/view/23.html> (in Russian).
- 13 Ivanova M.V., Legostaeva E.A., Kuzmina S.S. Granulometric composition of disintegrated flour. Polzunovsky Almanac. 2011. no. 4/2. pp. 194–195. (in Russian).
- 14 Asrandina S.Sh., Kenzhebaeva Sh., Sarsenbaev B.A., Vitavskaya A.V., Baimukhanova D.B. Method for the production of crispbread. Patent KZ, no. 28160, 2014.
- 15 State Standard 9846–88. Crispbread Technical conditions. Moscow, Standartinform, 2009. 5 p. (in Russian).

#### Сведения об авторах

**Анна Е. Ковалева** к.х.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, a.e.kovaleva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

#### Information about authors

**Anna E. Kovaleva** Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, a.e.kovaleva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

**Эльвира А. Пьяникова** к.т.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, alia1969@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

**Екатерина И. Быковская** студент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, ekaterina.bykovskaya@inbox.ru

**Елена В. Овчинникова** к.э.н., доцент, кафедра товароведно-технологических дисциплин, Курский институт кооперации (филиал) АНО ВО Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Радищева, д.116А, г. Курск, 305004, Россия, e.ov4innikova2011@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6755-2764>

**Вклад авторов**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Elvira A. Pyanikova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, alia1969@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

**Ekaterina I. Bykovskaya** student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, ekaterina.bykovskaya@inbox.ru

**Elena V. Ovchinnikova** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, commodity science and technology disciplines department, Kursk Institute of Cooperation (branch) ANO VO Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Radishchev str., 116A, Kursk, 305004, Russia, e.ov4innikova2011@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6755-2764>

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 14/11/2019	<b>После редакции</b> 23/11/2019	<b>Принята в печать</b> 02/12/2019
<b>Received</b> 14/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 23/11/2019	<b>Accepted</b> 02/12/2019

## Качество и биологическая ценность вина из ягод крыжовника, малины и черной смородины с использованием растительного сахарозаменителя

Наталья Е. Назарова <sup>1</sup>	<a href="mailto:nazarova-nnsaa@mail.ru">nazarova-nnsaa@mail.ru</a>	 0000-0003-3373-3270
Татьяна В. Залетова <sup>1</sup>	<a href="mailto:tanya.zaletova@mail.ru">tanya.zaletova@mail.ru</a>	 0000-0001-6037-6892
Елена В. Зубова <sup>1</sup>	<a href="mailto:zelena111@ya.ru">zelena111@ya.ru</a>	 0000-0003-3141-1761
Ксения А. Кулагина <sup>1</sup>	<a href="mailto:kerichevalove@mail.ru">kerichevalove@mail.ru</a>	 0000-0002-3200-6357

<sup>1</sup> Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты исследования внесения натурального сахарозаменителя из стевии на качество двух видов столового полусладкого фруктового купажного вина – из ягод крыжовника и малины, крыжовника и черной смородины – в сравнении с классической рецептурой, предусматривающей внесение сахара. Представлены рецептуры и технология производства столового фруктового вина с применением экстракта стевии в качестве сахарозаменителя. Экстракт стевии и сахар (контрольный вариант) добавляли после полного сбраживания сахаров в сухой виноматериал. Доза внесения экстракта составила 1,4 мл на 1 л виноматериала. Органолептическая и дегустационная оценка готового продукта показала, что вино с добавлением экстракта стевии обладает хорошими показателями качества, приятным вкусом без посторонних привкусов. При этом содержание сахаров было практически на нуле – составило 0,25 г/л в вине из ягод крыжовника и малины, 0,28 г/л – в вине из ягод крыжовника и черной смородины. По классической технологии содержание сахара составило 70,30 и 71,10 г/л соответственно. Титруемая кислотность вина была в пределах требований нормативного документа и варьировала от 9,0 до 10,9 г/дм<sup>3</sup>. Содержание витамина С и бета-каротина в большей степени зависело от вида используемого плодово-ягодного сырья. Более высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено в купажном вине из ягод крыжовника и черной смородины – на уровне 26,88–27,02 мг, бета-каротина – в вине из ягод крыжовника и малины. Внесение сахара или экстракта стевии практически не повлияло на значения данных показателей. По результатам проведенных исследований при изготовлении купажных фруктовых вин с целью снижения их калорийности и использования в качестве продукта функционального назначения рекомендуется добавление экстракта стевии.

**Ключевые слова:** технология производства, купажное вино, экстракт стевии, дегустационная оценка, показатели качества, биологическая ценность

## Quality and biological value of wine from gooseberries, raspberries and black currants using vegetable sweetener

Natalia E. Nazarova <sup>1</sup>	<a href="mailto:nazarova-nnsaa@mail.ru">nazarova-nnsaa@mail.ru</a>	 0000-0003-3373-3270
Tatiana V. Zaletova <sup>1</sup>	<a href="mailto:tanya.zaletova@mail.ru">tanya.zaletova@mail.ru</a>	 0000-0001-6037-6892
Elena V. Zubova <sup>1</sup>	<a href="mailto:zelena111@ya.ru">zelena111@ya.ru</a>	 0000-0003-3141-1761
Ksenia A. Kulagina <sup>1</sup>	<a href="mailto:kerichevalove@mail.ru">kerichevalove@mail.ru</a>	 0000-0002-3200-6357

<sup>1</sup> Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** The results of the study of the natural sweetener effect from Stevia on the quality of two types of table semisweet fruit blended wine - from gooseberries and raspberries, gooseberries and black currants - in comparison with the classical recipe with sugar, are presented in the article. The recipes and the production technology of table blended fruit wine with Stevia extract as a sweetener were presented in the work. Stevia extract and sugar (control sample) were added after complete fermentation of sugars into dry wine material. The extract dose was 1.4 ml per 1 liter of wine material. Organoleptic and tasting evaluation of the finished product showed that wine with the addition of Stevia extract has good quality indicators, a pleasant taste without extraneous smacks. The sugar content was practically at zero point - 0.25 g / l in wine from gooseberries and raspberries, 0.28 g / l in wine from gooseberries and black currants. In the wine made by classical technology, the sugar content was 70.30 g / l and 71.10 g / l, respectively. The titrated acidity of the wine was within the requirements of the regulatory document and ranged from 9.0 to 10.9 g / dm<sup>3</sup>. The content of vitamin C and beta-carotene depended to a greater extent on the type of fruit and berry raw materials used. A higher content of ascorbic acid was noted in blended wine from gooseberries and black currants - at the level of 26.88–27.02 mg, beta-carotene - in wine from gooseberries and raspberries. The introduction of sugar or Stevia extract did not affect the values of these indicators much. According to the results of studies in the manufacture of blended fruit wines in order to reduce their calorie content and use as a functional product, the addition of Stevia extract is recommended

**Keywords:** production technology, blended fruit wine, stevia extract, tasting evaluation, quality indicators, biological value

Для цитирования

Назарова Н.Е., Залетова Т.В., Зубова Е.В., Кулагина К.А. Качество и биологическая ценность вина из ягод крыжовника, малины и черной смородины с использованием растительного сахарозаменителя // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 131–137. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-131-137

For citation

Nazarova N.E., Zaletova T.V., Zubova E.V., Kulagina K.A. Quality and biological value of wine from gooseberries, raspberries and black currants using vegetable sweetener. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 131–137. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-131-137

## Введение

Значительную долю на российском рынке натуральных вин занимают вина виноградные. Виноград – прекрасное сырье для виноделия, в нем в оптимальном количестве содержится сахар и органические кислоты. Но на большей территории России основным сырьем для виноделия являются плоды и ягоды различных культур. Во фруктовых винах, изготовленных из натурального сырья, как и в соках, содержатся органические кислоты, микроэлементы, минеральные и ароматические вещества, витамины и другие полезные человеку вещества. Наибольшую ценность представляют биологически активные вещества, среди которых особое место занимают полифенолы, витамины и минеральные вещества. Хорошо известны лечебные свойства многих плодовых и ягодных культур. Эти свойства сохраняются и в вине.

Особую значимость, на наш взгляд, имеют купажные вина (из двух и более видов плодово-ягодного сырья), где в качестве основного компонента используются более доступные и недорогие ягоды. К нему в меньшем количестве добавляется более ценное сырье, богатое биологически активными веществами. Этим обусловлен выбор сырья для производства купажных фруктовых вин – в качестве основного компонента используется сок из ягод крыжовника, дополнительного – сок из ягод малины и черной смородины.

Исторически сложилось, что российский потребитель предпочитает полусладкие вина, но в них содержится достаточно высокое количество сахара – от 30 до 80 г/дм<sup>3</sup>, а это примерно одна столовая ложка в бокале напитка. Однако установлено, что в настоящее время в организм человека с пищей поступает избыточное количество сахара относительно рекомендуемых норм.

В связи с этим при разработке технологии производства нового вида фруктового вина основным условием эксперимента была замена сахарозы в рецептуре растительным сахарозаменителем.

В качестве сахарозаменителя авторами был использован натуральный подсластитель (экстракт стевии концентрированный), обладающий энергетической ценностью 18 ккал в 100 мл, 1 л которого заменяет 50 кг сахара. Фруктовое вино без содержания сахарозы может быть рекомендовано лицам с нарушениями обмена веществ в организме, эндокринными заболеваниями, в том числе сахарным диабетом, а также потребителям, соблюдающим диетический режим питания и следящим за своим здоровьем.

Некоторые исследователи отмечают, что активные соединения стевии (стевиозид и стевиол) улучшают реакцию инсулина на высокий уровень сахара в крови [9]. Стевия также содержит сильные антиоксиданты – фенолы самого растения, – которые борются с окислительными повреждениями, сопровождающими ожирение и другие нарушения обмена веществ [6, 7].

По литературным данным, стевия как натуральный сахарозаменитель нашла свое применение во многих отраслях пищевой промышленности: в производстве безалкогольных напитков функционального назначения [1, 3], производстве хлебобулочных и кондитерских изделий [4, 8]. Был получен положительный опыт использования стевии в производстве портвейнов [5]. Употребление пищевых продуктов со стевией оказывает более благоприятное действие на организм, чем продуктов на основе сахара [2, 10].

## Материалы и методы

Вино готовили по классической технологии в лабораторных условиях (рисунок 1). Ягоды тщательно сортировали, удаляли недозрелые, поврежденные и пораженные болезнями. Ягоды крыжовника и черной смородины промывали, дробили. Малину раздавливали. Мезгу нагревали до температуры 50 °С, выдерживали 20 мин. Затем охлаждали до 30 °С и прессовали для получения сока. Полученный сок осветляли отстаиванием при температуре 8 °С в течение суток.

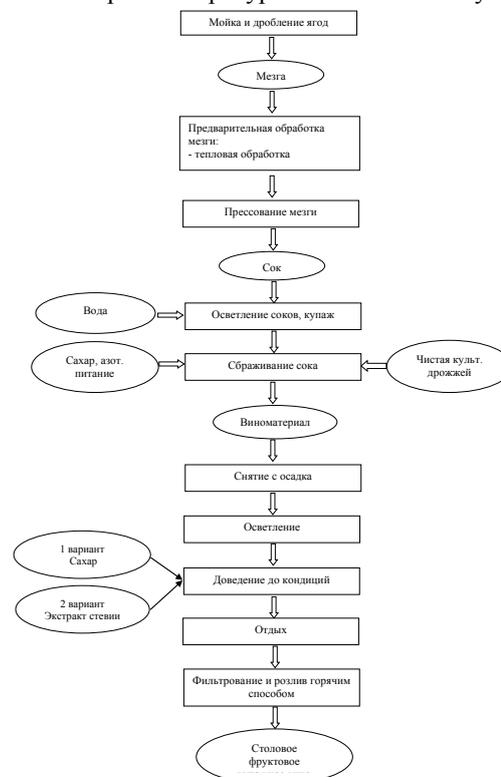


Рисунок 1. Технологический процесс производства купажного фруктового вина

Figure 1. Technological process of production of blended fruit wine

Для приготовления суслу прозрачный сок смешивали в необходимых пропорциях согласно рецептуре, добавляли воду для снижения кислотности, сахар, необходимый для начала процесса сбраживания (таблица 1). Также вносили азотистое питание в виде водного раствора аммиака (концентрация 25%) в количестве 0,2 мл/л, и разводку чистой культуры винных дрожжей в количестве 3% от объема суслу. Сахар вносили в 2 этапа, в начале производства и через 2 недели. Сбраживание вели до остаточного содержания сахара не более 0,5%.

Таблица 1.  
Рецептура столовых купажных фруктовых вин  
из расчета на 1 л суслу

Table 1.  
Recipe table blended fruit wines at the rate  
of 1 liter of wort

Сырье Raw	Сок, мл Juice, ml	Вода, мл Water, ml	Сахар, г Sugar, g
Крыжовник, черная смородина Gooseberry, blackcurrant	420 120	290	212
Крыжовник, малина Gooseberry, raspbery	420 210	200	209

После сбраживания полученный виноматериал снимали с осадка, осветляли отстаиванием при температуре 5 °С в течение 10 дней.

Затем для доведения вина до категории полусладкого в первом варианте вносили 70 г сахара на 1 л готового вина, во втором варианте добавляли экстракт стевии концентрированный из расчета 1,4 мл на 1 л готового напитка, по истечении 7 дней фильтровали через несколько слоев стерильной марли, разливали по бутылкам горячим способом (предварительно нагревая до 50 °С) и укупоривали пробками.

Готовое вино оценивали по органолептическим, физико-химическим показателям качества (содержание сахара, титруемая кислотность), проводили дегустационную оценку, определяли содержание витамина С и бета-каротина.

Органолептическую и дегустационную оценку образцов готового купажного фруктового вина проводили по ГОСТ 32051–2013 «Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа» в помещении, имеющем естественное равномерное освещение. Методы органолептического анализа включают в себя определение внешнего вида (прозрачность, наличие осадка), цвета, аромата (букета), вкуса посредством органов чувств человека. Прозрачность, цвет, наличие осадка определяли в проходящем свете, на световом экране. Для определения аромата в специальный дегустационный бокал наливали

50 см<sup>3</sup> вина, подносили бокал к носу и интенсивным прерывистым вдыханием воздуха определяли аромат сначала у ободка бокала, затем глубже, в чаше бокала. Для определения вкуса 5 см<sup>3</sup> анализируемого вина брали в рот на 5 с, затем проглатывали.

Дегустационную оценку проводили по 10-балльной шкале. Оценивали внешний вид (прозрачность и цвет), аромат (букет), типичность и вкус. Максимальное количество баллов за прозрачность и цвет – 0,5, за аромат – 3,0 балла, типичность – 1,0, вкус – 5,0 баллов.

Физико-химические показатели качества, содержание витамина С и бета-каротина определяли в межлабораторной учебно-аналитической лаборатории Нижегородская ГСХА.

Содержание сахаров определяли по ГОСТ 13192–73 «Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров». Метод основан на восстановлении инвертным сахаром окисной формы меди в растворе Фелинга в закисную. Закисную форму меди переводят в окисную с помощью сернокислой окиси железа. Образовавшуюся закись железа определяют перманганатометрическим титрованием.

Титруемую кислотность определяли по ГОСТ 32114–2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот». Метод основан на кислотно-щелочном титровании определенного объема продукта в присутствии индикатора бромтимолового синего и с применением потенциометра до получения нейтральной реакции.

Витамин С определяли по ГОСТ 24556–89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С» титриметрическим методом. Метод основан на экстрагировании витамина С раствором соляной кислоты с последующим титрованием визуальным раствором 2,6 – дихлорфенолиндофенолята натрия до установления светло-розовой окраски.

Содержание бета-каротина определяли путем его экстрагирования из продукта органическим растворителем с последующим анализом экстракта спектрофотометрическим методом.

### Результаты и обсуждение

В первую очередь были определены органолептические показатели – цвет, прозрачность и наличие осадка, аромат (букет) и вкус (таблица 2).

По данным таблицы 2 видно, что замена сахара экстрактом стевии не отразилась на внешнем виде, прозрачности, аромате и вкусе готового напитка. Несмотря на то что основным компонентом в рецептуре выступал сок крыжовника, во вкусе и аромате в большей степени чувствовался аромат плодово-ягодного сырья, добавляемого в меньшем количестве (малины или черной смородины).

Таблица 2.

Органолептические показатели качества исследуемых образцов вина

Table 2.

## Organoleptic quality indicators of the studied wine samples

Показатель Indicator	Тип винодельческой продукции   Type of wine production			
	Крыжовник, малина (сахар) Gooseberries, raspberries (sugar)	Крыжовник, малина (экстракт стевии) Gooseberries, raspberries (stevia extract)	Крыжовник, черная смородина (сахар) Gooseberry, blackcurrant (sugar)	Крыжовник, черная смородина (экстракт стевии) Gooseberry, blackcurrant (stevia extract)
Цвет Color	Розово-малиновый Pink raspberry		Темно-бордовый Maroon	
Прозрачность Transparency	Прозрачное, без осадка и посторонних включений Transparent, without sediment and impurities			
Аромат Aroma	Выраженный аромат малины с оттенком крыжовника Pronounced aroma of raspberries with a touch of gooseberry		Выраженный аромат черной смородины Pronounced aroma of black currant	
Вкус Taste	Гармоничный, с тонами крыжовника и малины Harmonious, with tones of gooseberries and raspberries		Гармоничный, черной смородины Harmonious, black currant	

По результатам дегустационной оценки экспертами установлено, что все исследуемые образцы купажного фруктового вина по показателям внешний вид, аромат, вкус получили

достаточно высокие оценки (таблица 3). Чуть ниже максимальной оценки получили образцы вина с добавлением экстракта стевии по показателю «Типичность».

Таблица 3.

Дегустационная оценка исследуемых образцов вин, баллы

Table 3.

## Tasting evaluation of the studied wine samples, points

Показатель Indicator	Тип винодельческой продукции   Type of wine production			
	Крыжовник, малина (сахар) Gooseberries, raspberries (sugar)	Крыжовник, малина (экстракт стевии) Gooseberries, raspberries (stevia extract)	Крыжовник, черная смородина (сахар) Gooseberry, blackcurrant (sugar)	Крыжовник, черная смородина (экстракт стевии) Gooseberry, blackcurrant (stevia extract)
Внешний вид: прозрачность цвет	0,4	0,4	0,4	0,4
Appearance: transparency color	0,5	0,5	0,5	0,5
Аромат   Aroma	2,5	2,5	2,5	2,5
Вкус   Taste	5,0	5,0	4,5	4,5
Типичность   Typicality	1,0	0,7	1,0	0,7
Сумма баллов   Sum of points	9,4	9,1	8,9	8,6

Результаты определения физико-химических показателей полученных образцов купажных фруктовых вин представлены в таблице 4.

Установлено, что содержание сахаров в винах, изготовленных с применением растительного сахарозаменителя, минимально, а необходимую сладость вину придает экстракт стевии, который добавляли в готовое сухое вино, преобразуя его в полусладкое вино. Массовая концентрация титруемых кислот в образцах вин с экстрактом стевии несколько выше – на 1,8–1,9 г/дм<sup>3</sup>, но в пределах требований стандарта (не менее 4,0 г/дм<sup>3</sup>).

Показатели содержания витамина С и бета-каротина (рисунки 2, 3) не регламентируются требованиями нормативных документов, однако характеризуют биологическую ценность купажных фруктовых вин.

Как видно из рисунка 2, более высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено в купажном вине из ягод крыжовника и черной смородины – на уровне 26,88–27,02 мг. Это не зависело от того, какой ингредиент вносили для подслащивания (разница в пределах ошибки опыта).

Бета-каротин – это растительный пигмент – каротиноид, встречающийся во многих продуктах растительного происхождения. Он является мощным антиоксидантом, дополнительно проявляющим иммуностимулирующую и адаптогенную активность. Больше всего его содержится

в овощах, имеющих ярко-оранжевую окраску (морковь, тыква). Встречается в плодах и ягодах другого цвета, листьях растений. На рисунке 3 представлено содержание бета-каротина в исследуемых образцах вина.

Таблица 4.

Физико-химические показатели исследуемых образцов вина

Table 4.

Physical and chemical parameters of wine samples under study

Показатель Indicator	Тип винодельческой продукции   Type of wine production			
	Крыжовник, малина (сахар) Gooseberries, raspberries (sugar)	Крыжовник, малина (экстракт стевии) Gooseberries, raspberries (stevia extract)	Крыжовник, черная смородина (сахар) Gooseberry, blackcurrant (sugar)	Крыжовник, черная смородина (экстракт стевии) Gooseberry, black currant (stevia extract)
Массовая концентрация сахаров, г/дм <sup>3</sup> Mass concentration of sugars, g/dm <sup>3</sup>	70,30	0,25	71,10	0,28
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту, г/дм <sup>3</sup> Mass concentration of titrated acids in terms of malic acid, g/dm <sup>3</sup>	9,0	10,9	9,0	10,8

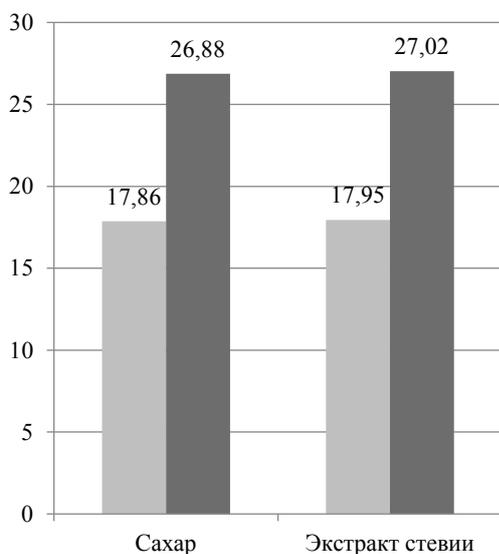


Рисунок 2. Содержание витамина С в исследуемых образцах вина, мг

Figure 2. The content of vitamin C in the studied samples of wines, mg

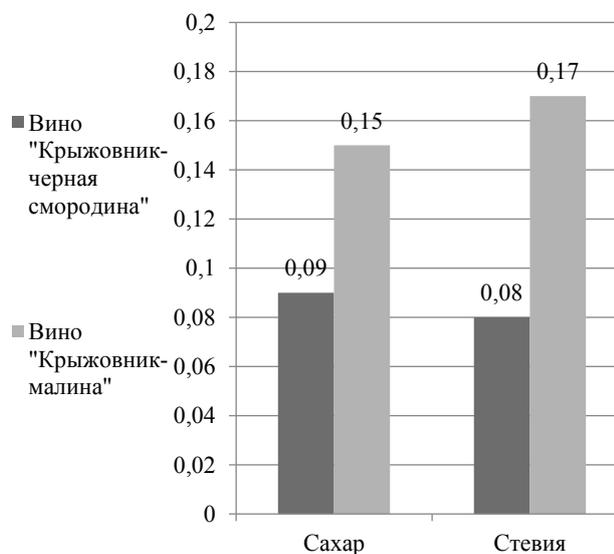


Рисунок 3. Содержание бета-каротина в исследуемых образцах вина, мг

Figure 3. The content of beta-carotene in the investigated wine samples, mg

Согласно данным рисунка 3 содержание бета-каротина в большей степени зависит от вида используемого плодово-ягодного сырья. В вине из ягод крыжовника и малины его содержится на 0,06–0,09 мг больше, чем в вине из ягод крыжовника и черной смородины. Внесение

сахара или экстракта стевии не повлияло на значения данного показателя.

**Заключение**

На основании проведенных исследований можно утверждать, что применение экстракта стевии концентрированного в качестве природного

низкокалорийного сахарозаменителя в производстве столовых фруктовых купажных вин является целесообразным. Готовая винодельческая продукция обладает приятным вкусом и ароматом, практически не содержит калорий, может быть рекомендована для лиц, страдающих ожирением и с заболеваниями эндокринной системы, в том числе сахарным диабетом. В образцах вина из ягод крыжовника и черной смородины отмечено более высокое содержание витамина С, а в вине из ягод крыжовника и малины –

бета-каротина, что характеризует биологическую ценность полученных напитков. В производство можно рекомендовать оба вида фруктового купажного вина.

### Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания Минсельхоза России за счёт средств федерального бюджета в 2019 году (рег. номер НИР в ЕГИСУ НИОКТР номер АААА-А19-119102990037-8)

### Литература

- 1 Жуковская С.В. Исследование возможности применения натуральных сахарозаменителей в напитках для диабетиков // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2015. № 7 (20). С. 100–103.
- 2 Каххорова С.И.К., Кароматов И.Д. Пищевое и лекарственное растение стевия (обзор литературы) // Биология и интегративная медицина. 2017. № 11. С. 107–125. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pischevoe-i-lekarstvennoe-rastenie-steviya-obzor-literatury>.
- 3 Матвеева Н.А., Тоскаев А.А., Краснов А.М. Функциональный напиток специального назначения для профилактики сахарного диабета // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: материалы конференции. 2015. С. 332–336.
- 4 Потороко И.Ю., Паймулина А.В. Применимость стевииозидов в обеспечении функциональных свойств сдобных булочных изделий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3. № 3. С. 63–68.
- 5 Цугкиева В.Б., Дзантиева Л.Б., Тохтиева Л.Х. Технология производства специального крепкого вина с использованием подсластителя из стевии // Достижения науки – сельскому хозяйству: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (заочной). Горский государственный аграрный университет, 2017. С. 207–210.
- 6 Pigatto A. Is There a Diet Drink Made With Stevia? URL: <https://www.livestrong.com/article/296851-is-there-a-diet-drink-made-with-stevia/>
- 7 Stanton B. Stevia vs. Artificial Sweeteners. 2018. URL: <https://www.zevia.com/blog/stevia-vs-artificial-sweeteners>
- 8 Esaulko N.A. et al. Quality improvement and shelf life extension of functional bakery products with the use of stevia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. V. 315. № 2. P. 022019.
- 9 Kobus-Moryson M., Gramza-Michałowska A. Directions on the use of stevia leaves (*Stevia rebaudiana*) as an additive in food products // Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. 2015. V. 14. № 1. P. 5–13.
- 10 Momtazi-Borojeni A.A., Esmaili S.A., Abdollahi E., Sahebkar A.A. Review on the Pharmacology and Toxicology of Steviol Glycosides Extracted from *Stevia rebaudiana* // Current Pharmaceutical. 2017. V. 23. № 11. P. 1616–1622. doi: 10.2174/1381612822666161021142835.

### References

- 1 Zhukovskaya S.V. Investigation of the possibility of using natural sweeteners in drinks for diabetics. Modern science: actual problems and ways to solve them. 2015. no. 7 (20). pp. 100–103. (in Russian).
- 2 Kahhorova S.I.K., Karomatov I. The Dzhuraevich. Food and medicinal plant stevia (literature review). Biology and integrative medicine. 2017. no. 11. pp. 107–125. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/pischevoe-i-lekarstvennoe-rastenie-steviya-obzor-literatury>. (in Russian).
- 3 Matveeva N.A., Toskaev A.A., Krasnov A.M. Functional drink for special purposes for the prevention of diabetes mellitus. Low-temperature and food technologies in the XXI century: conference proceedings. 2015. pp. 332–336. (in Russian).
- 4 Potoroka I.Yu., Paulina A.B. Applicability of stevioside in providing the functional properties of sweet bakery products. Bulletin of the South Ural state University. Series: Food and biotechnology. 2015. vol. 3. no. 3. pp. 63–68. (in Russian).
- 5 Tsugkueva V.B., Dzantieva L.B., Tokhtieva L.Kh. The production technology of special strong wine using a sweetener from stevia. Achievements of science – to agriculture: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (in absentia). Mountain State Agrarian University, 2017. pp. 207–210. (in Russian).
- 6 Pigatto A. Is There a Diet Drink Made With Stevia? Available at: <https://www.livestrong.com/article/296851-is-there-a-diet-drink-made-with-stevia/>
- 7 Stanton B. Stevia vs. Artificial Sweeteners. 2018. Available at: <https://www.zevia.com/blog/stevia-vs-artificial-sweeteners>
- 8 Esaulko N.A. et al. Quality improvement and shelf life extension of functional bakery products with the use of stevia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. vol. 315. no. 2. pp. 022019.
- 9 Kobus-Moryson M., Gramza-Michałowska A. Directions on the use of stevia leaves (*Stevia rebaudiana*) as an additive in food products. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. 2015. vol. 14. no. 1. pp. 5–13.
- 10 Momtazi-Borojeni A.A., Esmaili S.A., Abdollahi E., Sahebkar A.A. Review on the Pharmacology and Toxicology of Steviol Glycosides Extracted from *Stevia rebaudiana*. Current Pharmaceutical. 2017. vol. 23. no. 11. pp. 1616–1622. doi: 10.2174/1381612822666161021142835.

**Сведения об авторах**

**Наталья Е. Назарова** к.т.н., доцент, кафедра технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, nazarova-nnsaa@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3373-3270>

**Татьяна В. Залетова** к.с.-х.н., доцент, кафедра технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, tanya.zaletova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6037-6892>

**Елена В. Зубова** к.с.-х.н., доцент, кафедра технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, zelena111@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3141-1761>

**Ксения А. Кулагина** аспирант, кафедра технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 97, kerichevalove@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3200-6357>

**Вклад авторов**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Natalia E. Nazarova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of production, storage and processing of crop products department, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, nazarova-nnsaa@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3373-3270>

**Tatiana V. Zaletova** Cand. Sci. (Agric.), associate professor, technology of production, storage and processing of crop products department, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, tanya.zaletova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6037-6892>

**Elena V. Zubova** Cand. Sci. (Agric.), associate professor, technology of production, storage and processing of crop products department, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, zelena111@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3141-1761>

**Ksenia A. Kulagina** graduate student, technology of production, storage and processing of crop products department, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, kerichevalove@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3200-6357>

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 13/11/2019	<b>После редакции</b> 22/11/2019	<b>Принята в печать</b> 01/12/2019
<b>Received</b> 13/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 22/11/2019	<b>Accepted</b> 01/12/2019

## Применение второго закона термодинамики в оценке эффективности БАД

Наталья С. Родионова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:rodionovast@mail.ru">rodionovast@mail.ru</a>	 0000-0002-6940-7998
Александр Б. Вишняков	<sup>2</sup>	<a href="mailto:vishnyakovab@gmail.com">vishnyakovab@gmail.com</a>	 0000-0002-9379-5556
Евгений С. Попов	<sup>1</sup>	<a href="mailto:e_s_popov@mail.ru">e_s_popov@mail.ru</a>	 0000-0003-3303-3434
Елена В. Белокурова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:zvezdamal@mail.ru">zvezdamal@mail.ru</a>	 0000-0002-1955-8376
Наталья А. Родионова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:pastukhova_na@mail.ru">pastukhova_na@mail.ru</a>	 0000-0002-8127-6986
Игорь В. Ефременко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:ddff9657@gmail.com">ddff9657@gmail.com</a>	 0000-0002-9904-2475

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

<sup>2</sup> ООО «Пулат», ул. Пионерская, ¼, пом. III, мкр. Юбилейный, г. Королев, Московская обл., 141090, Россия

**Аннотация.** Важнейшее направление любых биофизических исследований – изучение поступления и преобразования энергии в биологических системах – биоэнергетика, являющаяся основой жизнеобеспечения организма. Анализ возможностей стабилизации гомеостаза организма человека с позиций биотермодинамики является тем путем, который позволит более полно и правильно оценивать влияние не только биологически активных добавок к пище, но и в целом пищевого статуса на здоровье человека. Анализируя результаты экспериментальных исследований и теоретические предпосылки биотермодинамики, авторы пришли к идее позиционирования биологически активных добавок к пище по энтропийной составляющей, основной задачей которых является не лечение той или иной патологии организма человека (эту задачу должны решать лекарственные препараты или хирургия), а повышение устойчивости организма к любым воздействиям (уменьшение хаоса, а следовательно, уменьшение энтропии). Важным для понимания термодинамического подхода к оценке биологически активных добавок к пище является то, что они не увеличивают энтропию системы. Авторы убеждены в необходимости пересмотра парадигмы оценки биологической активности (биоэффективности, биокорректирующих свойствах, функциональности) природных веществ на основе перехода от дифференциальных количественных характеристик к интегральной качественной оценке общей эффективности окислительных процессов в организме. Данная работа направлена на привлечение внимания специалистов в области питания к возможностям, которые открывают основные законы термодинамики: первый закон термодинамики как количественная характеристика пищевого статуса; второй закон термодинамики как качественная характеристика пищевого статуса.

**Ключевые слова:** энтропия, биотермодинамика, пищевой статус, биокорректоры

## Application of the second law of thermodynamics in assessing the effectiveness of dietary supplements

Natalya S. Rodionova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:rodionovast@mail.ru">rodionovast@mail.ru</a>	 0000-0002-6940-7998
Alexander B. Vishnyakov	<sup>2</sup>	<a href="mailto:vishnyakovab@gmail.com">vishnyakovab@gmail.com</a>	 0000-0002-9379-5556
Evgeny S. Popov	<sup>1</sup>	<a href="mailto:e_s_popov@mail.ru">e_s_popov@mail.ru</a>	 0000-0003-3303-3434
Elena V. Belokurova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:zvezdamal@mail.ru">zvezdamal@mail.ru</a>	 0000-0002-1955-8376
Natalya A. Rodionova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:pastukhova_na@mail.ru">pastukhova_na@mail.ru</a>	 0000-0002-8127-6986
Igor V. Efremenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:ddff9657@gmail.com">ddff9657@gmail.com</a>	 0000-0002-9904-2475

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

<sup>2</sup> CJ Pulat, st. Pioneer, ¼, room III, md. Anniversary, Korolev, Moscow Region, 141090, Russia

**Abstract.** The most important area of any biophysical research is the study of the influx and conversion of energy in biological systems - bioenergy, which ensures the vital activity of the body. Analysis of the possibilities of stabilization of the human body from the standpoint of biothermodynamics is that it allows you to more fully and correctly assess the impact not only on biologically active substances, but also on human health. Analysis of the results of experimental and theoretical sources of biothermodynamics, the authors came up with the idea of positioning biologically active additives to the entropy component, which consists in the fact that drugs or surgery are required to treat a person. to any effect (reduction of chaos, therefore, a decrease in entropy). Important for understanding the thermodynamic approach to evaluating dietary supplements is that they do not increase the entropy of the system. The authors are convinced of the need to revise the paradigm for assessing biological activity (bioeffectiveness, biocorrective properties, functional capabilities) and the substances that underlie the transition from differential quantitative characteristics to an integral qualitative assessment of the overall effectiveness of oxidative processes in the body. This pattern of thermodynamics: a quantitative sign of nutritional status; the second law of thermodynamics as a qualitative characteristic of nutritional status

**Keywords:** entropy, biothermodynamics, nutritional status, biocorrectors

Для цитирования

Родионова Н.С., Вишняков А.Б., Попов Е.С., Белокурова Е.В., Родионова Н.А., Ефременко И.В. Применение второго закона термодинамики в оценке эффективности БАД // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 138–146. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-138-146

For citation

Rodionova N.S., Vishnyakov A.B., Popov E.S., Belokurova E.V., Rodionova N.A., Efremenko I.V. Application of the second law of thermodynamics in assessing the effectiveness of dietary supplements. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 138–146. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-138-146

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Второй закон термодинамики сформулирован эмпирически, в его основу положено очевидное всем природное явление, впервые констатированное Р. Клаузиусом в 1850 г.: «Теплота не может самопроизвольно переходить от более холодного тела к более нагретому». Основы второго закона термодинамики были заложены ранее, чем был сформулирован первый закон термодинамики. Французский военный инженер С. Карно в 1824 г. выпустил научную работу «Размышление о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Размышления С. Карно о том, как происходит трансформация теплоты в работу, в последующем своем развитии и привело к созданию второго закона термодинамики.

Основополагающим при этом было положение, что движущая сила теплоты не зависит от агентов, используемых для ее реализации, а количество этой силы фиксируется только температурами тел, между которыми она реализуется, в конечном итоге – передачей тепла. Р. Клаузиус в 1865 г. ввел понятие «энтропия». По сути дела, энтропия явилась новой физической величиной столь же фундаментальной и универсальной, как и энергия.

В организме человека температура постоянна, изменение объема невелико, поэтому при рассмотрении многих жизненных процессов можно пользоваться понятием свободной энергии Гельмгольца (F), то есть практический интерес представляет не абсолютное значение свободной энергии, а ее изменение:

$$\Delta F = \Delta U - T\Delta S.$$

Каждый совершающийся в замкнутой системе процесс сопровождается увеличением энтропии. Это положение, которое часто называют «законом возрастания энтропии», по своему значению и точности формулировки становится рядом с первым законом термодинамики – законом сохранения энергии и успешно применимо не только для тепловых машин, но и для биологических живых систем.

Возрастание энтропии является импульсом всего происходящего непосредственно в окружающем нас мире, в том числе и в организме человека. Если выразиться образно – жизнь человека является постоянной борьбой

с возрастанием энтропии. В природе не существует реальной системы, которая могла бы пройти цикл операций и вернуться в начальное состояние, не увеличивая энтропию внешней среды.

При нарушении замкнутости системы, как в случае с биообъектами, это тепловое состояние будет непрерывно изменяться с возрастанием энтропии. Более перспективным для оценки влияния энтропии на жизнедеятельность организма человека является подход к пониманию энтропии как величины, характеризующей беспорядочность системы. Р. Максвелл в 1860 г. на основе кинетической теории газов установил основной закон классической статистической механики, определяющий наиболее вероятное распределение молекул по различным возможным энергетическим уровням при статистическом равновесии в системе с неизменной общей энергией – Максвеллово распределение, в результате – понятие энтропии как характеристики беспорядка (или порядка) в настоящее время используется очень широко во многих отраслях науки и техники – в кибернетике, экономике, социологии, истории, химии и т. д.

Для установления взаимосвязи второго закона термодинамики с воздействием на организм биологически активных добавок важны два постулата интерпретации энтропии.

1. Энтропия характеризует устойчивость или неустойчивость организма человека или его адаптационный ресурс.

2. Изменение энтропии является характеристикой энергии, поступающей с пищей в организм человека.

В онтогенезе человека постоянство энтропии в основном подтверждается. У эмбриона основной обмен (а именно он отображает продукцию энтропии в организме), действительно, понижается к рождению, но через 3–4 дня начинает возрастать, достигая максимума ( $300 \text{ Кдж м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$ ) к 10–12 дням постнатальной жизни. Затем в течение жизни основной обмен понижается до  $150 \text{ Кдж м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$  в 20–25 лет и до  $120 \text{ Кдж м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$  – к 70–80 годам.

Человек получает энергию в результате биотермодинамической трансформации пищи. При питании мы используем химическую энергию пищевых продуктов, при этом следует отметить, что изменение энтропии в зависимости от качества пищи может колебаться в довольно широких пределах (рисунок 1).

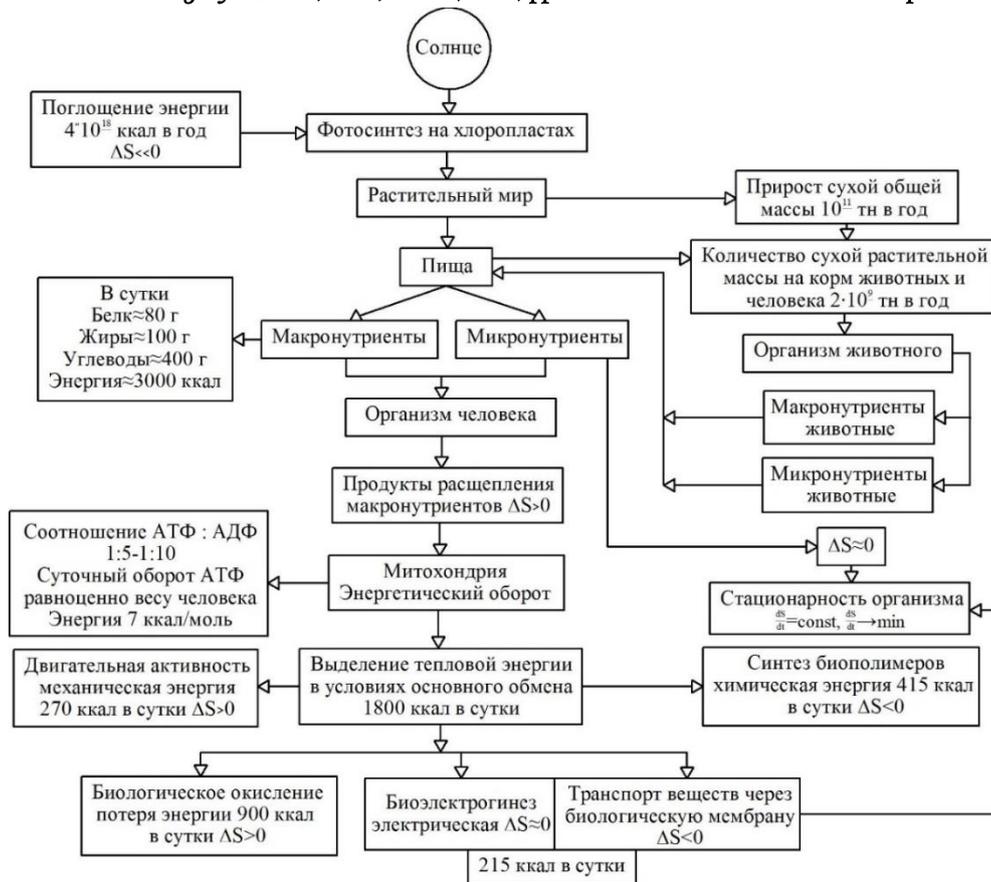


Рисунок 1. Принципиальная схема энергетической трансформации пищи человека с учетом энтропийной составляющей

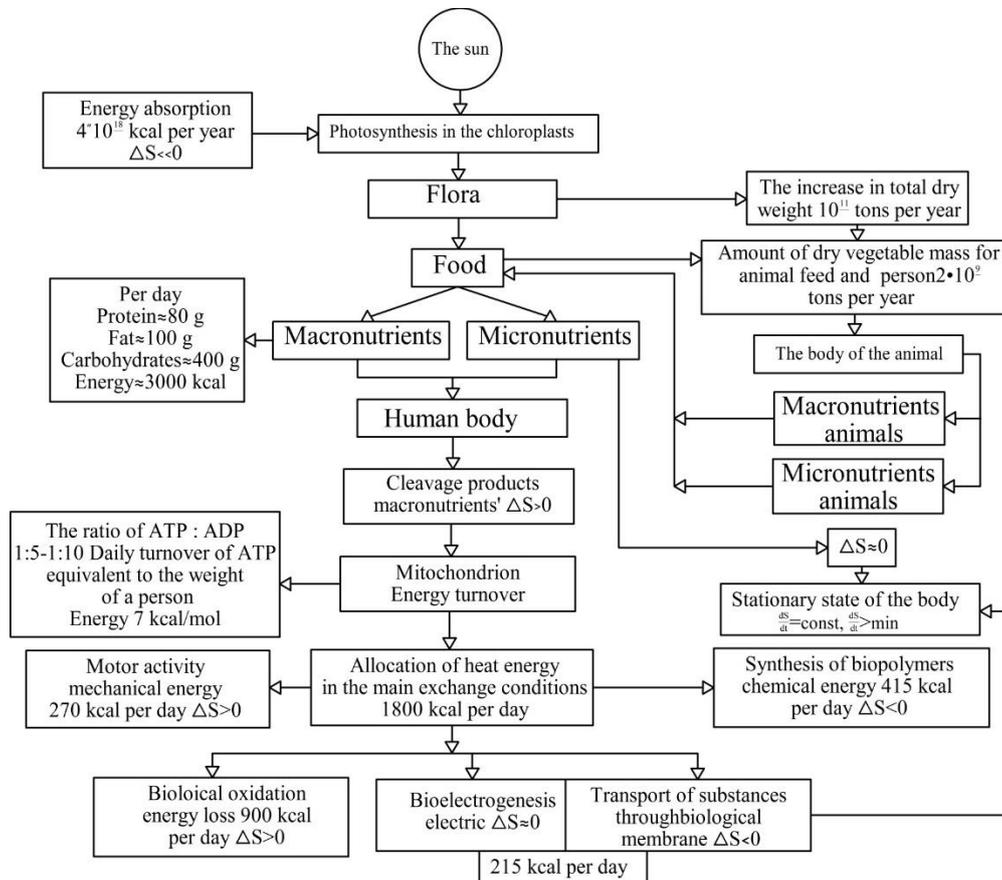


Figure 1. Schematic diagram of the energy transformation of human food taking into account the entropy component

Для поддержания жизни необходимо непрерывное поступление в организм свободной энергии из окружающей среды, чтобы восполнять постоянную убыль свободной энергии самого организма, идущей на выполнение работы в различных видах, и поддерживать энтропию организма постоянной. В простом понимании энтропия – хаос, саморазрушение и саморазложение. Соответственно «поток отрицательной энтропии» – движение к упорядочиванию и к организации системы. По отношению к человеку, для того чтобы не погибнуть, организм его неустанно борется с хаосом путем организации и поддержания порядка за счет поступления потока отрицательной энтропии из продуктов питания растительного и животного происхождения, что исследуется в настоящее время с помощью «омиксных» подходов. При этом надо четко

осознавать, что когда говорится об оценке влияния энтропии на пищевой статус человека, то речь идет не об абсолютном значении энтропии продуктов питания, а об изменении энтропии («потоке энтропии») при трансформации пищи. Основоположник современной кибернетики Н. Винер однозначно связывал влияние энтропии на организм человека с биологически активными продуктами: «Ферменты и витамины в организме человека являются метастабильными демонами Максвелла, уменьшающими энтропию».

Чтобы привести в соответствие второй закон термодинамики с парадоксом постоянства или снижения энтропии в живом организме, в биотермодинамику было введено понятие «равновесного и стационарного состояния» (таблица 1).

Таблица 1.

Отличительные признаки стационарного и равновесного состояний

Table 1.

## Distinctive features of stationary and equilibrium States

Равновесное состояние Equilibrium state	Стационарное состояние Stationary state
1. Свободная энергия и работоспособность системы минимальны. 2. Энтропия в системе максимальна. 3. Отсутствие градиентов в системе. 1. Free energy and system performance are minimal. 2. The entropy in the system is maximum. 3. The lack of gradients in the system.	1. Свободная энергия и работоспособность системы постоянны, но не минимальны. 2. Энтропия в системе постоянна за счет равенства продукции и потока энтропии. 3. Наличие постоянных градиентов в системе. 1. Free energy and system performance are constant, but not minimal. 2. Entropy in the system is constant due to the equality of production and the flow of entropy. 3. The presence of constant gradients in the system.

В состоянии равновесия в системе прекращаются все процессы, кроме теплового движения молекул, выравниваются все градиенты.

В стационарном состоянии идут химические реакции, диффузия, перенос ионов и другие процессы, но они так сбалансированы, что состояние системы в целом не изменяется. В стационарном состоянии существуют постоянные градиенты между отдельными частями системы. Это возможно только при условии, что система из окружающей среды получает вещества и свободную энергию, а отдает продукты реакций и выделяющееся тепло. Именно данное состояние и есть – физическое здоровье биообъекта. По образному выражению И.Р. Пригожина: «Энтропия выносит смертный приговор человеку в день его рождения, но откладывает его исполнение во времени на период его жизни». Любой биологический объект, в том числе и организм человека, представляет собой термодинамически открытую стационарную систему, способную обмениваться с окружающей средой энергией и веществом. Именно в окружающей

среде открытая система черпает свободную энергию, необходимую для поддержания стационарного состояния. Для сохранения термодинамического равновесия ей не нужно затрачивать свободную энергию.

Биологически активные вещества – это вещества, имеющие активные группы, предназначенные для участия в процессах, требующих переноса электрона. Чем большая лабильность вещества к электронному возбуждению, тем в большей степени выражена их биологическая активность.

Предпосылкой анализа биологически активных добавок к пище с позиций биотермодинамики является то, что основная задача БАД – улучшение пищевого статуса в плане повышения устойчивости организма человека к негативным факторам внешней среды.

В анализе пищевого статуса с позиций биотермодинамики важно, как энергия трансформируется, неважно – физиологические или биохимические параметры определяют характер этой трансформации (рисунок 2).



Рисунок 2. Основные направления использования активных корректоров пищевого статуса с позиций биотермодинамики

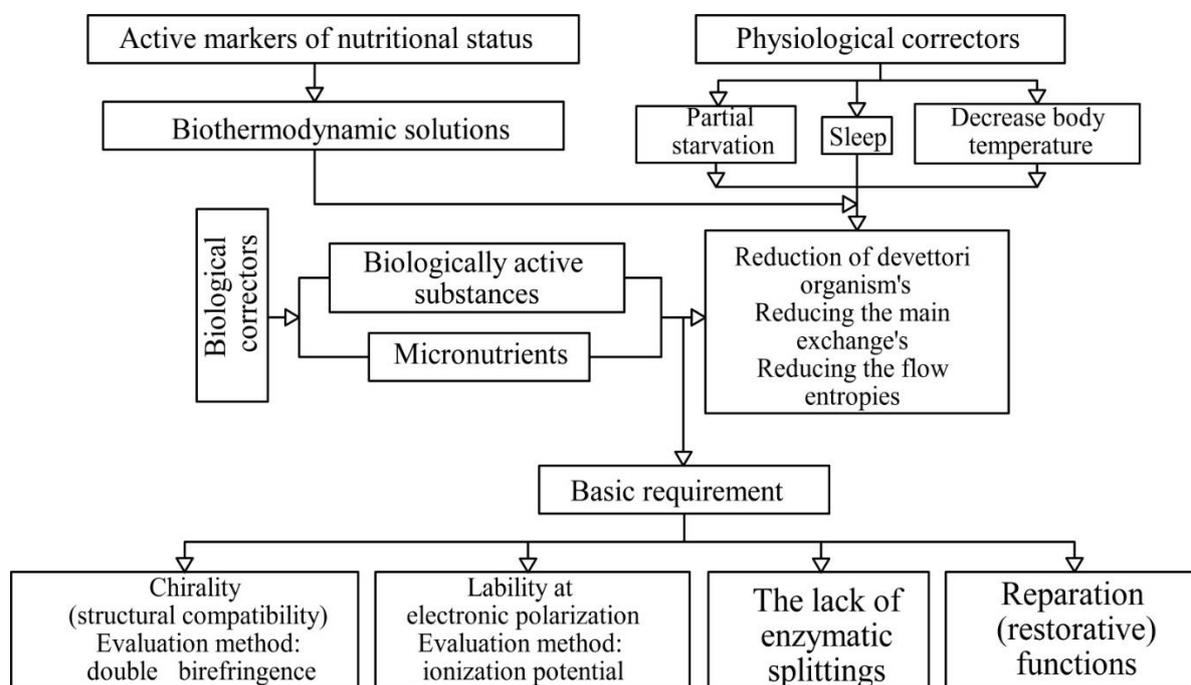


Figure 2. The main directions of the use of active correctors of nutritional status from the standpoint of biothermodynamics

В настоящее время рацион современного человека вполне достаточен по калорийности (около 2,2–2,5 тыс. ккал), но он не в состоянии удовлетворить потребность организма в витаминах, минералах и других эссенциальных биологически активных веществах. Значительный

вклад в снижение ценности биохимического состава пищевых продуктов вносят современные агротехнологии и технологические процессы: рафинирование, обработка высокими температурами, обработка СВЧ, сублимирование, криогенные технологии и т. д. [4-6].

В целом для структуры питания в экономически развитых странах характерно избыточное потребление животных жиров и дефицит полиненасыщенных жирных кислот, полноценных белков, большинства витаминов, минеральных веществ (кальция, железа), микроэлементов (йода, фтора, селена, цинка) и пищевых волокон [7-10].

Другими словами, в питании сложилась парадоксальная ситуация – люди, переедая и обеспечивая избыточность энергии, недоедают с позиций обеспечения биологически активными веществами, т. е. в итоге жертвуют своим здоровьем. Эта общая тенденция отмечается и при кормлении сельскохозяйственных животных.

Существующая в настоящее время градация потребляемых человеком субстанций на пищевые продукты, биологически активные вещества и лекарственные препараты не совсем корректна. Так, для пищевых продуктов и лекарственных препаратов существует определенная система и обоснование. Для пищевых продуктов – это в основном энергетическая ценность. Для лекарственных препаратов – это точечное фиксирование агонистов на рецепторах. Для БАД на современном этапе отсутствует обобщающая характеристика и научно-теоретическое обоснование, позволяющие позиционировать их в качестве биологически активного продукта, а порой, и отличать их от пищи или лекарства. Основной задачей БАД является не лечение той или иной патологии организма человека (эту задачу должны

решать лекарственные препараты или хирургия), а повышение адаптационного потенциала, устойчивости организма к любым воздействиям (уменьшать хаос, что означает в конечном итоге уменьшать энтропию). Неполнота и противоречивость знаний как о составе БАД, так и о трансформации пищи в организме человека требует применения обобщающего подхода для их оценки и систематизации.

Таким обобщающим подходом, широко и успешно используемым в различных отраслях науки и техники, является анализ с позиций второго закона термодинамики. Результат анализа определяется единственным критерием – знаком изменения энтропии. Определив его, исследователь получает информацию о направлении интересующего процесса. Такой путь не только упрощает решение трудных задач, но и приводит к вскрытию единой природы явлений и механизмов, протекающих в организме человека при различных его состояниях.

Термодинамический анализ трансформации пищи в организме человека лучше всего проводить методом прямой калориметрии. Однако, данный метод является весьма сложным и дорогостоящим. Авторами был проведен ряд исследований по оценке влияния БАД путем анализа термодинамических параметров (прежде всего, энтропии) на биообъектах по схеме, представленной ниже (рисунок 3).

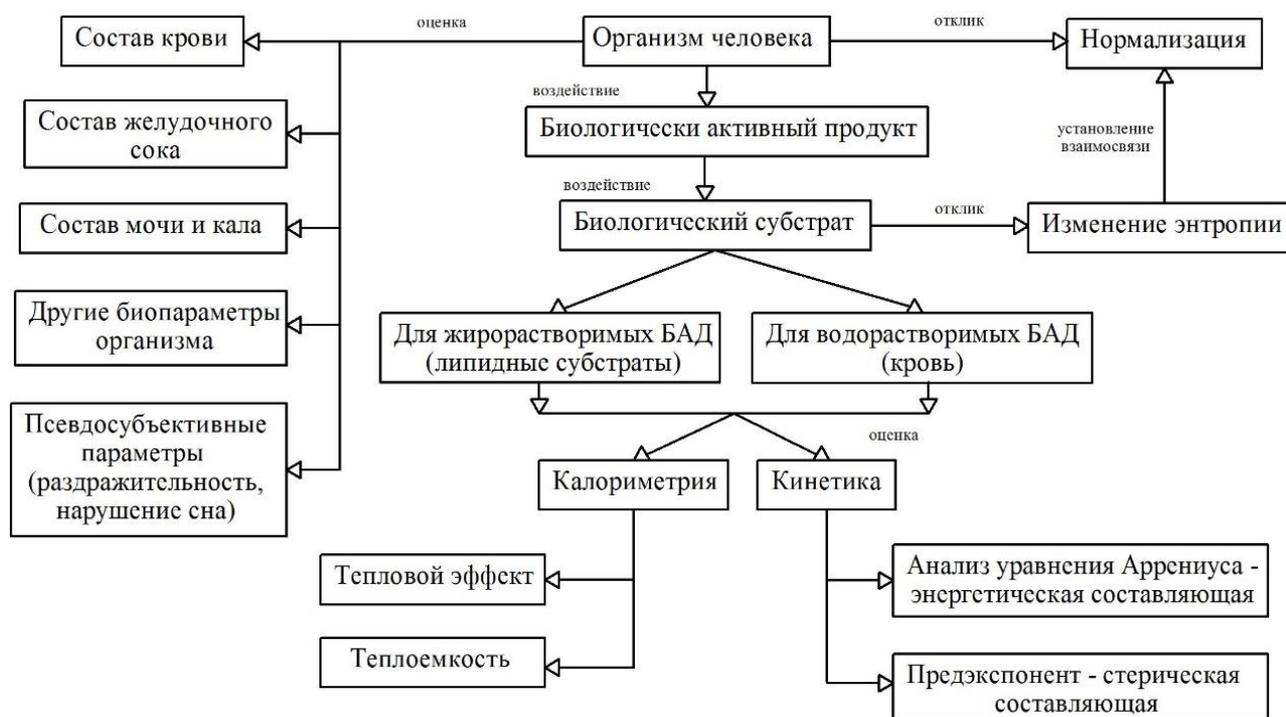


Рисунок 3. Схема анализа биологически активного продукта

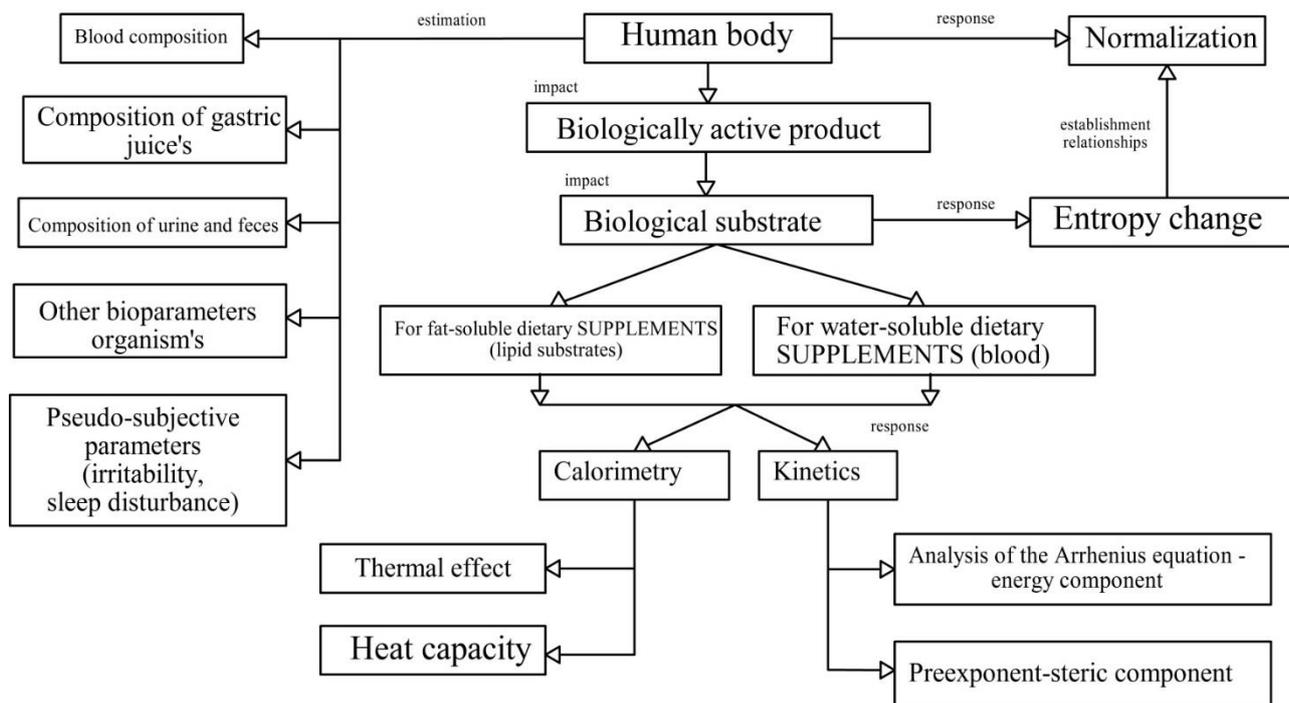


Figure 3. Scheme of analysis of biologically active product

Такая схема анализа эффекта действия БАД была разработана учеными ВГУИТ и опробована при исследованиях БАД липидного происхождения [3]. Была установлена определенная тенденция: уменьшение масляности растительного сырья приводит, как правило, к увеличению в липидной части таких классических биологически активных веществ, как стабилизаторы окисления (токоферолы, каротиноиды, аскорбаты, фенольные соединения и длинноцепочечные стеролы), ненасыщенные соединения ( $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 жирные кислоты, стерины, стеролы, ненасыщенные углеводороды). Анализ полученных результатов и применение положений биотермодинамики дали основание выдвинуть гипотезу возможности объективного анализа эффективности БАД по его энтропийной составляющей при вводе ее в рацион питания в виде комбинаций БАД-субстрат. В качестве субстратов-носителей БАД был исследован широкий спектр пищевых форм [1]. Снижение энтропийной составляющей и энергии активации явились теоретической основой для создания липидных пробиотических пищевых форм, применимых в технологиях широкого спектра пищевых продуктов [2].

Процесс оценки продукта как «Функционального» или «Биологически активной добавки» состоит из нескольких этапов.

1. «Предварительный» – исследование биохимического состава.

2. «Обосновывающий» – определение термодинамических функций на биосубстрате.

3. «Окончательный» – подтверждение эффективности на человеке.

Анализ возможностей стабилизации гомеостаза организма человека и повышения его адаптационных ресурсов с позиций биотермодинамики является тем путем, который позволит более полно и правильно оценивать влияние не только БАД, но и в целом пищевого статуса на здоровье человека. Первый закон термодинамики дает основание для количественной характеристики пищевого статуса. Второй закон термодинамики позволяет оценить его качественную характеристику.

### Заключение

Можно сделать вывод о целесообразности и перспективности разработки новой парадигмы оценки эффективности биокорректоров на основе измерения эффективности энергообмена, изменения коэффициента потребления кислорода и его максимальных значений, уровня оксигенации гемоглобина крови. Принятые в настоящее время положения омиксных технологий в отношении оценки БАД дают основание для разработки системы их классификации и направленного проектирования целевых функций с учетом персонализированного подхода к биообъектам, главный из которых – человек.

## Литература

- 1 Алексеева Т.В., Попов Е.С., Белокурова Е.В., Калгина Ю.О. Исследование влияния фумаровой кислоты на липазу жмыха зародышей пшеницы // 19-я Международная многопрофильная научная геоконференция SGEM 2019. 2019. С. 897–903.
- 2 Исаев В.А., Родионова Н.С., Белокурова Е.В. Медико-биологические аспекты проектирования пищевых продуктов для здоровьесбережения // Продовольственная безопасность: научное, кадровое, информационное обеспечение: сборник научных статей и докладов. Воронеж, 2019. С. 368–371.
- 3 Соколова О.А. Новая БАД «Флавовит»: получение, свойства и применение для кондитерских изделий функционального назначения: дис. канд. техн. наук. Воронеж: ВГУИТ, 2017. 172 с.
- 4 Rajendran A., Sudeshraj R., Sureshkumar S. Phytonutrients: Stress and relaxation dietary health food supplements // The Pharma Innovation Journal. 2019. V. 8. № 5. P. 799–802.
- 5 Rautiainen S., Manson J.E., Lichtenstein A.H., Sesso H.D. Dietary supplements and disease prevention — a global overview // Nature Reviews Endocrinology. 2016. V. 12. P. 407–420.
- 6 Dwyer J.T., Coates P.M., Smith M.J. Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources // Nutrients. 2018. V. 10. № 1. P. 41. doi: 10.3390/nu10010041
- 7 Rawson E.S., Miles M.P., Enette Larson-Meyer D. Dietary Supplements for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2018. V. 28. № 2. P. 188–199. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0340
- 8 Navarro V.J., Khan I., Björnsson E., Seff L.B. Liver injury from herbal and dietary supplements // Hepatology. 2016. V. 65. № 1. doi: 10.1002/hep.28813
- 9 Ronis M.J.J., Pedersen K.B., Watt J. Adverse Effects of Nutraceuticals and Dietary Supplements // Annual Review of Pharmacology and Toxicology. 2018. V. 58. P. 583–601. doi: 10.1146/annurev-pharmtox-010617-052844
- 10 Kubachka K.M., Hanley T., Mantha M., Wilson R.A. et al. Evaluation of selenium in dietary supplements using elemental speciation // Food Chemistry. 2017. V. 218. P. 313–320.

## References

- 1 Alekseeva T.V., Popov E.S., Belokurova E.V., Kalgina Yu.O. Investigation of the effect of fumaric acid on the lipase of cake of wheat germ cake. 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2019; 2019. pp. 897–903. (in Russian).
- 2 Isaev V.A., Rodionova N.S., Belokurova E.V. Biomedical aspects of the design of food products for health conservation. Food Security: Scientific, Personnel, Information Support: A Collection of Scientific Articles and Reports, Voronezh, 2019. pp. 368–371. (in Russian).
- 3 Sokolova O.A. New dietary supplement “Flavovit”: production, properties and application for confectionery products for functional use. Voronezh, VSUET, 2017. 172 p. (in Russian).
- 4 Rajendran A., Sudeshraj R., Sureshkumar S. Phytonutrients: Stress and relaxation dietary health food supplements. The Pharma Innovation Journal. 2019. vol. 8. no. 5. pp. 799–802.
- 5 Rautiainen S., Manson J.E., Lichtenstein A.H., Sesso H.D. Dietary supplements and disease prevention – a global overview. Nature Reviews Endocrinology. 2016. vol. 12. pp. 407–420.
- 6 Dwyer J.T., Coates P.M., Smith M.J. Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources. Nutrients. 2018. vol. 10. no. 1. pp. 41. doi: 10.3390/nu10010041
- 7 Rawson E.S., Miles M.P., Enette Larson-Meyer D. Dietary Supplements for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2018. vol. 28. no. 2. pp. 188–199. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0340
- 8 Navarro V.J., Khan I., Björnsson E., Seff L.B. Liver injury from herbal and dietary supplements. Hepatology. 2016. vol. 65. no. 1. doi: 10.1002/hep.28813
- 9 Ronis M.J.J., Pedersen K.B., Watt J. Adverse Effects of Nutraceuticals and Dietary Supplements. Annual Review of Pharmacology and Toxicology. 2018. vol. 58. pp. 583–601. doi: 10.1146/annurev-pharmtox-010617-052844
- 10 Kubachka K.M., Hanley T., Mantha M., Wilson R.A. et al. Evaluation of selenium in dietary supplements using elemental speciation. Food Chemistry. 2017. vol. 218. pp. 313–320.

## Сведения об авторах

**Наталья С. Родионова** д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rodionovast@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

**Александр Б. Вишняков** д.т.н., профессор, ООО «Пулат», ул. Пионерская, ¼, пом. III, мкр. Юбилейный, г. Королев, Московская обл., 141090, Россия, vishnyakovab@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9379-5556>

**Евгений С. Попов** д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, e\_s\_popov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3303-3434>

## Information about authors

**Natalya S. Rodionova** Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rodionovast@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6940-7998>

**Alexander B. Vishnyakov** Dr. Sci. (Engin.), professor, JCI Pulat, st. Pioneer, ¼, room III, md. Anniversary, Korolev, Moscow Region, 141090, Russia, vishnyakovab@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9379-5556>

**Evgeny S. Popov** Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, e\_s\_popov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3303-3434>

**Елена В. Белокурова** к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zvezdamal@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1955-8376>

**Наталья А. Родионова** магистрант, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, pastukhova\_na@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8127-6986>

**Игорь В. Ефременко** студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ddf9657@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9904-2475>

**Elena V. Belokurova** Cand. Sci (Engin.), associate professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zvezdamal@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1955-8376>

**Natalya A. Rodionova** master student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, pastukhova\_na@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8127-6986>

**Igor V. Efremenko** student, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ddf9657@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9904-2475>

### Вклад авторов

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

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 28/10/2019	<b>После редакции</b> 07/11/2019	<b>Принята в печать</b> 16/11/2019
<b>Received</b> 28/10/2019	<b>Accepted in revised</b> 07/11/2019	<b>Accepted</b> 16/11/2019

## Актуальные направления переработки плодоовощной продукции в диетические продукты питания

Елена А. Кузнецова<sup>1</sup> [kea1985.1985@mail.ru](mailto:kea1985.1985@mail.ru)  0000-0001-7826-4741

<sup>1</sup> Волгоградский государственный аграрный университет, пр-т Университетский, 26, г. Волгоград, 400002, Россия

**Аннотация.** Обеспечение здоровья населения является задачей государственной важности. Одним из наиболее существенных факторов, определяющих здоровье и работоспособность человека, является питание. Диетические продукты питания, содержащие меньшее количество сахаров и углеводов, но больше витаминов и природных веществ, способны значительно улучшить здоровье населения, сделать агротехнологии прогрессивными и популярными. Плодоовощная отрасль агропромышленного комплекса (АПК) считается одним из самых трудоемких и энергозатратных секторов экономики, поскольку играет значительную роль в процессе обеспечения населения полноценными продуктами питания. Сохранение витаминов и минеральных веществ, достижение высоких потребительских свойств продуктов питания, получаемых из овощей и фруктов, возможно с помощью новых оригинальных технологий переработки. Совершенствование перерабатывающего производства, технологических линий переработки и самих способов приготовления плодоовощной продукции становится важной частью развития сельскохозяйственной отрасли. Рассмотрены полезные свойства тыквы и возможность получения из нее новых продуктов с высокими потребительскими и фармакологическими свойствами. Большое содержание пектиновых веществ в плодах тыквы выделяет ее среди бахчевых культур. Необходимо отметить, что пектин тыквы не обладает желеобразующими свойствами, но благотворно влияет на метаболизм человека. В качестве пищевой добавки, изменяющей консистенцию и вкусовые качества, пектин позволяет решить традиционную задачу – улучшить потребительские свойства продуктов, а также повлиять на ассортимент низкокалорийных продуктов повышенной биологической ценности.

**Ключевые слова:** функциональное питание, тыква, пектин, мармелад, пюре, β-каротин

## Actual directions of processing fruits and vegetables into dietary foods

Elena A. Kuznetsova<sup>1</sup> [kea1985.1985@mail.ru](mailto:kea1985.1985@mail.ru)  0000-0001-7826-4741

<sup>1</sup> Volgograd State Agrarian University, University Av., 26 Volgograd, 400002, Russia

**Abstract.** Ensuring public health is a task of national importance. One of the most significant factors that determine a person's health and performance is nutrition. Dietary foods containing less sugar and carbohydrates, but more vitamins and natural substances, can significantly improve the health of the population, make agricultural technologies progressive and popular. The fruit and vegetable sector of the agro-industrial complex (AIC) is considered one of the most labor-intensive and energy-intensive sectors of the economy, since it plays a significant role in the process of providing the population with nutritious food. Preservation of vitamins and minerals, achievement of high consumer properties of food products obtained from vegetables and fruits, is possible with the help of new original processing technologies. Improving the processing industry, processing lines and the methods of preparing fruit and vegetable products themselves is becoming an important part of the development of the agricultural industry. The beneficial properties of pumpkin and the possibility of obtaining new products from it with high consumer and pharmacological properties are considered. The high content of pectin in the pumpkin fruits makes it stand out among gourds. It should be noted that pumpkin pectin does not have gelling properties, but has a beneficial effect on human metabolism. As a food additive that changes the consistency and taste, pectin allows you to solve the traditional problem of improving the consumer properties of products, as well as affect the range of low-calorie foods of high biological value.

**Keywords:** functional nutrition, pumpkin, pectin, marmalade, puree, β-carotene

### Введение

На современном этапе развития общества существует острая потребность в новой стратегии питания, рождающая различные подходы к поиску способов переработки и хранения, технологий использования витаминных и минеральных веществ в сельскохозяйственной продукции.

Один из путей интенсификации пищевой промышленности сегодня – внедрение наукоемких малоотходных и безотходных технологий. Важным направлением инновационной деятельности является «повышение степени и полноты переработки сельскохозяйственного сырья» [1].

Для цитирования

Кузнецова Е.А. Актуальные направления переработки плодоовощной продукции в диетические продукты питания // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 147–152. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-147-152

На правильность питания, его здоровьесберегающие качества особое влияние оказывает сбалансированность и разнообразие. Возрастает роль такой характеристики питания человека, как функциональность. Функциональным считается питание, которое способно принести организму весомую пользу, наполнить человека энергией благодаря оптимальному соотношению минералов, аминокислот, витаминов, углеводов и белков.

В современных условиях все более актуальными становятся вопросы безопасности пищевых продуктов и сырья, из которого они

For citation

Kuznetsova E.A. Actual directions of processing fruits and vegetables into dietary foods. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 147–152. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-147-152

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

производятся. Ухудшение экологических условий на планете, токсические загрязнения окружающей среды отражаются на качестве пищевых продуктов, что вызывает необходимость проведения профилактических мероприятий.

Одним из важных компонентов в питании человека являются овощи и фрукты, содержащие в своем составе полезные вещества, клетчатку. Однако плоды и овощи имеют короткий срок хранения в свежем виде, поэтому к ним применяют различные методы переработки [2].

Необходимость организации крупномасштабного производства лечебно-профилактических продуктов питания обусловлена государственной необходимостью. В постановлении Правительства РФ, утверждающем концепцию развития области здорового питания населения России указано, что в существующих продуктах питания содержится недостаточно витаминов, микроэлементов, полноценных белков, биологически активных веществ [3]. План мероприятий по реализации «Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г.» включает ряд мер по внедрению полезных продуктов на основе фруктов и овощей.

С этой точки зрения большую роль в обеспечении рационального питания может сыграть тыква, широко используемая для выработки различных продуктов, в том числе лечебного и диетического характера. Разнообразные консервы из тыквы: пюре, протертое с сахаром, соки с мякотью, овощная икра, маринованные и консервированные овощи, суп-пюре и т. д. способны значительно расширить рацион детского и взрослого населения.

Профилактические меры по предотвращению и лечению заболеваний, связанных с загрязнениями атмосферы, воды, включают употребление блюд из тыквы, которая «является одним из известных съедобных растений и обладает значительными лекарственными свойствами благодаря наличию уникальных природных пищевых веществ» [4]. Благодаря содержанию ряда фитоконпонентов из разряда алкалоидов, флавоноидов и набора кислот (пальмитиновой, олеиновой и линолевой) тыква приобретает ценные лекарственные свойства – антидиабетические, антиоксидантные, антиканцерогенные, противовоспалительные и др.

Экспериментально доказано, что пектиновые вещества способствуют выведению из организма человека множества нежелательных продуктов. Так, пектин тыквы имеет способностью поглощать и выводить из кишечника

патогенные бактерии, а также ускоряет заживление язв. Пектиновые вещества тыквы предохраняют слизистую кишечника и желудка от воздействия солей тяжелых металлов [5, 7].

Разработка и распространение среди населения обогащенных пищевых продуктов, имеющих лечебно-профилактическое значение, с добавлением пектина и пектинсодержащих продуктов способны привести к снижению риска ряда заболеваний таких, как гастрит, колит и ожирение, артериальная гипертония и сахарный диабет. Введение пектинов и пектинсодержащего порошка тыквы в продукты питания насыщает их натуральными пищевыми волокнами, макро- и микроэлементами, витаминами, стабилизирует состав, позволяя расширить «полезную продуктовую линейку» согласно физико-химическим и органолептическим показателям.

Будучи природным «санитаром» нашего организма, пектин обладает способностью выводить из тканей яды, токсины и вредные вещества, например, ионы тяжелых металлов, радиоактивные элементы и пестициды. При этом естественный бактериологический баланс организма не нарушается. Полезное влияние пектинсодержащих продуктов на обмен веществ организма заключается в стабилизации окислительно-восстановительных процессов, улучшении периферического кровообращения, перистальтики кишечника, а также в снижении уровня холестерина в крови [6, 8].

Являясь, по своей сути, растворимой клетчаткой, пектин проходит вместе с другими продуктами по кишечнику, абсорбирует вредные вещества и холестерин, выводит их из организма, поскольку практически не усваивается пищеварительной системой. Пектин связывает ионы тяжелых и радиоактивных металлов, его включение в рацион благотворно сказывается на здоровье людей, контактирующих с тяжелыми металлами или находящимися в загрязненной среде обитания.

Благодаря способности пектина благотворно влиять на микрофлору кишечника и оказывать положительное противовоспалительное и обволакивающее воздействие на слизистую оболочку желудка при язвенных поражениях создаются условия для микробиоценоза – размножения полезных для организма микробов.

Способность пектина образовывать студенистые структуры при воздействии сахара и кислот является характерным свойством этого вещества, отсюда и название (от греческого слова «пектос» – соединяющий). Данная «желирующая» способность растительных пектинов

природного происхождения, широко используемая пищевой промышленностью, неодинакова у разных растений, так как зависит от относительной молекулярной массы пектина, в большей степени – от метоксилирования остатков галактуроновой кислоты и количества сопутствующих балластных веществ, концентрации сахара в растворе, температуры и pH среды [9, 10].

Важно при исследовании свойств продукта иметь представление о наличии пектиновых веществ, если они накапливаются в лекарственно-сырьевых объектах в значительном количестве (ягоды клюквы, алтейский корень, солодовый корень и др.) и участвуют в суммарном лечебном эффекте, проявляемом основными действующими веществами, чтобы с пользой сочетать различные продукты с полезными свойствами пектинов.

### Материалы и методы

В лаборатории кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественного питания Волгоградского ГАУ проводились исследования по определению качественных показателей фруктово-желейного мармелада из тыквы. Для исследований брали три образца мармелада: тыквенный без добавок, тыквенно-смородиновый, тыквенно-морковный.

Качество образцов определяли по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим характеристикам и показателям безопасности.

### Результаты и обсуждение

В тыкве содержится от 70 до 90% воды, она имеет низкую кислотность. Среди веществ, содержащихся в тыкве в значительном количестве, можно назвать сахарозу, фруктозу, глюкозу, аскорбиновую кислоту,  $\beta$ -каротин. В небольших количествах присутствуют в тыкве такие вещества, как В1, В6, РР, фолиевая кислота, инозит, биотин. Так, содержание  $\beta$ -каротина, природного антиоксиданта, в тыкве оранжевой окраски составляет 0,6–12 мг на 100 г.

Низкая кислотность мякоти тыквы (0,11–0,15%) и невысокое содержание пектина (до 0,61%) является характерным отличием. При этом плоды обычно накапливают (в мг%) 8,0 витамина С; 7,0 витамина Р; 3,7–4,2  $\beta$ -каротина; 0,03 витамина В1, 0,04 витамина В2. Из минеральных веществ выделяется содержание калия (185 мг%) и железа (0,4 мг%). Аминокислотный состав (978 мг%, в т. ч. незаменимых – 381 мг%)

представлен в основном аспарагиновой, глутаминовой кислотами; из незаменимых кислот в больших количествах обнаружен валин, лейцин, изолейцин.

В наших исследованиях использовали пюре тыквенной мякоти для производства мармелада, главным достоинством которого является низкая калорийность.

Фруктово-желейный мармелад на основе тыквенного пюре производился по традиционной технологии. Рецептурную смесь готовили, смешивая протертое пюре с сахаром и инвертным сиропом, предварительно растворив в пюре агар-агар. За 2 мин до окончания уваривания мармеладной массы вводили растительные добавки (пюре смородины, моркови). Мармеладную массу, содержащую до 78% сухих веществ, разливали в формы. Усадку мармелада проводили при температуре 20–25 °С.

Затем изделие извлекали из форм, обрабатывали его поверхность кунжутом или кокосовой стружкой и сушили при 55–60 °С. Далее продукт охлаждали в течение 4 ч при относительной влажности 75% до 20–25 °С и фасовали.

Содержание тыквенного пюре варьировали от 26 до 35%. Количество сахара в мармеладе 63–68%, ягодного и морковного пюре – не превышало 5%. Оптимальное количество агара, вносимое в рецептуры, составляло 1,0–1,5%.

Регулятором кислотности служила лимонная кислота. При выпуске витаминизированного мармелада лимонную кислоту заменяли аскорбиновой. Ее количество не превышало 0,2%.

Органолептические свойства мармелада: вкус, запах, цвет, консистенцию, поверхность, форму устанавливали дегустационным методом. Решающее значение при органолептической оценке качества мармелада принадлежит вкусу и запаху. Наибольшее количество баллов в результате получил мармелад тыквенный со смородиной. Этот образец имел приятный кисло-сладкий, хорошо выраженный, свойственный дополнительному сырью вкус и запах. У мармелада из тыквы без добавок и с морковью менее гармоничные запах и вкус.

По цвету все варианты, за исключением контрольного, получили максимальное количество баллов. Консистенция у всех образцов была студнеобразная, однородная, нежная, без посторонних включений.

По результатам суммарной балльной оценки все варианты, кроме контрольного, отнесены к высшей категории качества, мармелад на основе тыквы без добавок – к первой (таблица 1).

Таблица 1.

Физико-химические показатели изделий

Table 1.

Physical and chemical indicators of products

Показатели Indicators	Нормы по ГОСТ 6442–89 Norms according to GOST 6442–89	Мармелад   Marmalade		
		тыквенный (без добавок) pumpkin (no additives)	тыквенно- смородиновый pumpkin currant	тыквенно- морковный pumpkin and carrot
Массовая доля влаги   Mass fraction, %	< 24	23,9	23,6	22,8
Редуцирующие вещества   Reducing substances	< 25	21,7	23,4	23,6
Общий сахар   Total sugar, %	> 65	68,1	66,5	66,7
Зола, не растворимая в 10%-ном растворе соляной кислоты Ashes insoluble in 10% hydrochloric acid	< 0,05	Не обнаружена Not detected		
Зола общая   Common ash	Не нормируется Not standardized	0,07	0,12	0,14
Общая кислотность, град   Total acidity	7,5–22,5	16,90	19,40	17,50

Результаты исследований показали, что редуцирующих веществ содержится больше в вариантах с добавлением ягод, так как из-за них увеличивается содержание редуцирующих сахаров.

Кислотность тыквенного мармелада без добавок обусловлена в основном введением лимонной кислоты. Несколько выше кислотность у изделий с ягодными компонентами, содержащими органические кислоты.

Массовая доля золы, не растворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты, в опытных образцах не обнаружена, что свидетельствует о чистоте сырья и готового продукта.

Из данных (таблица 2), видно, что средняя энергетическая ценность изделия составляет 267,6 ккал и обусловлена содержащимися в мармеладе сахарами.

Таблица 2.

Энергетическая ценность мармелада

Table 2.

Energy value of marmalade

Мармелад Marmalade	Содержание Content					Энергетическая ценность 100 г продукта Energy value of 100 g of a product	
	общего сахара, % total sugar, %	$\beta$ -каротина, мг на 100 г $\beta$ -carotene, mg per 100 g	аскорбиновой кислоты, мг на 100 г ascorbic acid, mg per 100 g	пектиновых веществ, % pectin substances, %	клетчатки, % fiber, %	Ккал kcal	кДж kj
Тыквенный (без добавок) pumpkin (no additives)	68,1	4,50	0,00	0,81	0,30	273,20	1145,50
Тыквенно- смородиновый pumpkin currant	66,7	3,20	0,80	1,12	0,42	264,80	1111,00
Тыквенно- морковный Pumpkin and carrot	66,5	9,80	0,00	1,20	0,51	264,80	1111,10

### Заключение

Отличительной особенностью фруктово-желейного мармелада из тыквы считается содержание  $\beta$ -каротина. Суточная потребность

человека в каротиноидах составляет 3–5 мг. Поэтому 100 г мармелада с высоким содержанием тыквы полностью удовлетворяет суточную потребность организма в  $\beta$ -каротине.

Помимо оригинальных вкусовых достоинств, тыква обладает высокими технологическими качествами, что позволяет рекомендовать данный овощ для производства сладостей, в частности, мармелада. Так как пектин, содержащийся в тыкве, не имеет желирующей способности, в рецептуру в условиях промышленного производства следует вводить студнеобразователь.

Использование добавок из растительного сырья при производстве мармелада из тыквы

способствует повышению вкусовых свойств и пищевой и биологической ценности готового продукта, а также исключает использование небезопасных ароматизаторов, красителей, консервантов.

Преимуществом фруктово-желейного мармелада на основе тыквенного пюре является присутствие  $\beta$ -каротина, пектиновых веществ и клетчатки, которые позволяют позиционировать его как лечебно-профилактический продукт.

### Литература

- 1 Хисамова А.А., Александрова О.А. Инновационные технологии переработки сельскохозяйственной продукции // Никоновские чтения. 2018. № 13.
- 2 Есауленко Е.Е., Еремина Т.В., Басов А.А., Попов К.А. и др. Роль рационального питания для обеспечения здорового образа жизни // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 4–1. С. 98–101.
- 3 Национальный доклад «Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания». URL: [https://rospotrebnadzor.ru/press\\_service/publications/?ELEMENT\\_ID=5898](https://rospotrebnadzor.ru/press_service/publications/?ELEMENT_ID=5898)
- 4 Dar A.H., Sofi S.A., Rafiq S. Pumpkin the functional and therapeutic ingredient: A review // Int. J. Food Sci. Nutr. 2017. V. 2. P. 165–170.
- 5 Perez Gutierrez R.M. Review of Cucurbita pepo (pumpkin) its phytochemistry and pharmacology // Medicinal chemistry. 2016. V. 6. № 1. P. 12–21.
- 6 Ефремова Е.Н., Карпачева Е.А., Калмыкова Е.В., Таранова Е.С. Переработка овощебахчевой продукции в натуральные соки // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 16 частях. 2015. С. 33–35.
- 7 Gowe C. Review on potential use of fruit and vegetables by-products as a valuable source of natural food additives // Food Science and Quality Management. 2015. V. 45. P. 47–61.
- 8 Таранова Е.С., Карпачева Е.А., Зволинский В.П., Петров Н.Ю. Создание условий для конвейерного поступления плодов арбуза на продовольственный рынок с целью расширения сроков потребления // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. Т. 1 № 3–1 (31). С. 103–106.
- 9 Provesi J.G., Dias C.O., Amante E.R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree // Food Chemistry. 2011. V. 128. № 1. P. 195–202.
- 10 Gubsky S. et al. Determination of total antioxidant capacity in marmalade and marshmallow // East European Journal of Advanced Technology. 2016. № 4 (11). P. 43–50.

### References

- 1 Hisamova A.A., Aleksandrova O.A. Innovative technologies for processing agricultural products. Nikon readings. 2018. no. 13. (in Russian).
- 2 Esaulenko E.E., Eremina T.V., Basov A.A., Popov K.A. et al. The role of a balanced diet to ensure a healthy lifestyle. International Journal of Applied and Basic Research. 2017. no. 4–1. pp. 98–101. (in Russian).
- 3 National report «State policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition». Available at: [https://rospotrebnadzor.ru/press\\_service/publications/?ELEMENT\\_ID=5898](https://rospotrebnadzor.ru/press_service/publications/?ELEMENT_ID=5898) (in Russian).
- 4 Dar A.H., Sofi S.A., Rafiq S. Pumpkin the functional and therapeutic ingredient: A review. Int. J. Food Sci. Nutr. 2017. vol. 2. pp. 165–170.
- 5 Perez Gutierrez R.M. Review of Cucurbita pepo (pumpkin) its phytochemistry and pharmacology. Medicinal chemistry. 2016. vol. 6. no. 1. pp. 12–21.
- 6 Efremova E.N., Karpacheva E.A., Kalmykova E.V., Taranova E.S. Processing vegetable and melon products into natural juices. Theoretical and applied issues of science and education. Collection of scientific papers on the materials of the International scientific and practical conference: in 16 parts. 2015. pp. 33–35. (in Russian).
- 7 Gowe C. Review on potential use of fruit and vegetables by-products as a valuable source of natural food additives. Food Science and Quality Management. 2015. vol. 45. pp. 47–61.
- 8 Taranova E.S., Karpacheva E.A., Zvolinsky V.P., Petrov N.Yu. Creating conditions for the conveyor flow of watermelon fruits to the food market with the aim of expanding the terms of consumption. Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. 2013. vol. 1. no. 3–1 (31). pp. 103–106. (in Russian).
- 9 Provesi J.G., Dias C.O., Amante E.R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. Food Chemistry. 2011. vol. 128. no. 1. pp. 195–202.
- 10 Gubsky S. et al. Determination of total antioxidant capacity in marmalade and marshmallow. East European Journal of Advanced Technology. 2016. no. 4 (11). pp. 43–50.

### Сведения об авторах

Елена А. Кузнецова к. с.-х. н., доцент, кафедра технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание, Волгоградский государственный аграрный университет, пр-т Университетский, 26, г. Волгоград, 400002, Россия, kea1985.1985@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7826-4741>

### Information about authors

Elena A. Kuznetsova Cand. Sci. (Agric.), associate professor, agricultural raw materials storage and processing technology and public nutrition department, Volgograd State Agrarian University, University Av., 26 Volgograd, 400002, Russia, kea1985.1985@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7826-4741>

### Вклад авторов

Елена А. Кузнецова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

### Contribution

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

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 04/11/2019	После редакции 13/11/2019	Принята в печать 21/11/2019
Received 04/11/2019	Accepted in revised 13/11/2019	Accepted 21/11/2019

## Изменение окислительно-восстановительных свойств консервной продукции в результате введения лимонной и аскорбиновой кислоты

Владимир В. Кондратенко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nauka@vniitek.ru">nauka@vniitek.ru</a>	 0000-0002-0913-5644
Любовь К. Пацюк	<sup>1</sup>	<a href="mailto:pazuk2016@ya.ru">pazuk2016@ya.ru</a>	 0000-0001-6395-5312
Татьяна В. Федосенко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:fedosenko0071@gmail.com">fedosenko0071@gmail.com</a>	 0000-0002-7345-1799
Мария А. Царёва	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tsareva@vniitek.ru">tsareva@vniitek.ru</a>	 0000-0002-4862-3667
Евгения А. Медведева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:fedosenko0071@gmail.com">fedosenko0071@gmail.com</a>	 0000-0003-3926-3548

<sup>1</sup> ВНИИТеК – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, М.О., 142703, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты исследований влияния массовой доли внесённой лимонной и аскорбиновой кислот на показатель восстановительной способности фруктового пюре на примере яблочного, сливового, тыквенного и морковного. Массовую долю минорных компонентов варьировали в пределах от 0 до 0,8 % для лимонной кислоты и от 0 до 120 мг в 100 г для аскорбиновой кислоты. В готовой консервной продукции определяли активную кислотность (pH) и окислительно-восстановительный потенциал (Eh), на основании которых по оригинальной методике рассчитывали показатель восстановительной способности (RH). Установлено наличие статистически значимого влияния массовой доли вносимой лимонной кислоты на показатель восстановительной способности пюре из овощей. Однако направленность эффекта для морковного и тыквенного пюре была противоположной. При этом положительное влияние отмечено только в варианте с тыквенным пюре, для которого динамика целевого показателя имела место до достижения массовой доли минорного компонента в продукте 0,1 %. Установлена целесообразность внесения аскорбиновой кислоты в тыквенное и фруктовые пюре с целью положительной коррекции показателя восстановительной способности с массовой долей не более 70-80 мг на 100 г продукта, поскольку при дальнейшем увеличении массовой доли данного компонента зависимость «массовая доля – RH» демонстрирует тенденцию перехода в зону плато. По аналогичной причине максимально эффективная с точки зрения влияния на восстановительные свойства морковного пюре массовая доля аскорбиновой кислоты составляет 15-20 мг на 100 г продукта.

**Ключевые слова:** окислительно-восстановительные свойства, консервная продукция, фруктовое пюре, овощное пюре, лимонная кислота, аскорбиновая кислота

## Redox properties' changing in canned products as an effect of citric and ascorbic acids' addition

Vladimir V. Kondratenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nauka@vniitek.ru">nauka@vniitek.ru</a>	 0000-0002-0913-5644
Lubov K. Patsuk	<sup>1</sup>	<a href="mailto:pazuk2016@ya.ru">pazuk2016@ya.ru</a>	 0000-0001-6395-5312
Tatyana V. Fedosenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:fedosenko0071@gmail.com">fedosenko0071@gmail.com</a>	 0000-0002-7345-1799
Mariya A. Tsaryova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tsareva@vniitek.ru">tsareva@vniitek.ru</a>	 0000-0002-4862-3667
Eugeniya A. Medvedeva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:fedosenko0071@gmail.com">fedosenko0071@gmail.com</a>	 0000-0003-3926-3548

<sup>1</sup> VNIITeK – branch of Gorbato Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia

**Abstract.** Presents the results of investigation for influence of citric and ascorbic acids added to puree from apple, plum, carrot and pumpkin on the reducing capacity index. The concentration of the minor component was varied from 0 to 0.8% for citric acid and from 0 to 120 mg in 100 g for ascorbic acid. Active acidity (pH) and the redox potential (Eh) were determined in the finished products. The reducing capacity index (RH) was calculated by the original method. The presence of a statistically significant effect for the mass fraction of citric acid added to vegetables puree on the reducing capacity index was established. However, the effects for the carrot and pumpkin puree were the opposite. Positive effect was observed for pumpkin puree only, where the target dynamic was occurred until the mass fraction of the minor components in the product become up to 0.1%. The expediency of ascorbic acid addition to pumpkin and fruit puree for positive correction of the reducing capacity index with concentration up to 70-80 mg per 100 g of product was obtained. Further increase in concentration showed a tendency to transfer plateau area in relationship "concentration - RH". For the same reason the maximum effective from the viewpoint of influence on reducing properties of carrot puree mass fraction of ascorbic acid was 15-20 mg per 100 g product.

**Keywords:** redox properties, canned products, fruit puree, vegetable puree, citric acid, ascorbic acid

### Введение

Качество пищевых продуктов и степень их положительного влияния на организм человека определяются совокупностью большого числа факторов, среди которых немаловажную роль

играет компонентный состав и, как следствие, формы отдельных химических составляющих, имеющих нативный функциональный потенциал. При этом в процессе технологической обработки сырья и неизбежного разрушения исходной структуры его тканей закономерно инициируется

Для цитирования

Кондратенко В.В., Пацюк Л.К., Федосенко Т.В., Царёва М.А., Медведева Е.А. Изменение окислительно-восстановительных свойств консервной продукции в результате введения лимонной и аскорбиновой кислоты // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 153–154. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-153-154

For citation

Kondratenko V.V., Patsuk L.K., Fedosenko T.V., Tsaryova M.A., Medvedeva E.A. Redox properties' changing in canned products as an effect of citric and ascorbic acids' addition. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 153–154. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-153-154

комплекс химических реакций по принципу «всё со всем», приводящий в итоге к трансформации функциональных свойств получаемого продукта. Одним из ключевых факторов, определяющих, в какую сторону будет происходить данная трансформация, являются окислительно-восстановительные свойства продукта: если в среде присутствует некоторое количество минорных компонентов, нативно обладающих восстановительными свойствами, а в среде преобладают окислительные процессы, то такие компоненты неизбежно подвергаются окислению, утрачивая целевые свойства. В среде с преобладающими восстановительными процессами данные компоненты свои свойства сохранят и тем в большей степени, чем более выраженными восстановительными свойствами будет обладать продукт [1–3]. В силу того что большинство активных функциональных компонентов проявляют свои свойства в качестве восстановителей, в работах [1–3] предложено оценивать окислительно-восстановительные свойства анализируемой системы по показателю восстановительной способности (RH), априори полагая задачу превалирования восстановительных свойств как целевую.

При ограниченном нативном потенциале формирования показателя восстановительной способности, но преимущественно с целью коррекции органолептических и / или функциональных свойств продукта, создания условий для повышения его микробиологической безопасности в рецептуру включают минорные компоненты – сопутствующие рецептурные компоненты, задаваемая концентрация которых мала по сравнению с концентрациями основных компонентов. К таковым относятся пряности, пищевые добавки, корректоры кислотности и т. п. Особый интерес представляют органические кислоты – лимонная и аскорбиновая, – способные смещать состояние системы в сторону усиления восстановительных свойств.

Лимонная кислота составляет до 60% от совокупного количества всех органических кислот, используемых при производстве пищевых продуктов [4]. В основном её используют в качестве подкислителя для снижения активной кислотности продукта до  $pH < 4,2$ , а также (в комбинации с собственными солями) для стабилизации pH продукта в процессе переработки за счёт придания ему буферных свойств [5]. Она представляет собой трёхосновную карбоновую кислоту: в структуру её молекулы входит три карбоксильные группы и одна гидроксильная.

В водном растворе диссоциирует ступенчато: карбоксильная группа, ближайшая к гидроксильной, диссоциирует первой, за ней следуют карбоксильные группы, располагающиеся на концах углеродного скелета. Последней диссоциирует гидроксильная группа [5]. Как и для всех карбоновых кислот, лимонной кислоте характерна способность в определённых условиях восстанавливаться до спиртов. Таким образом, будучи введена в рецептуру пищевого продукта, как следствие, теоретически может приводить к некоторому изменению его окислительно-восстановительных свойств.

Аскорбиновая кислота – один из исключительно высоколабильных компонентов пищевых продуктов, легко подвергающихся окислению (в том числе ферментативному и радикалами), термической дегградации [5–7]. Легко вступает в окислительно-восстановительные реакции с кислородом воздуха, металлами с переменной валентностью, свободными радикалами и прочим окислителями [8]. В рецептуру пищевых продуктов аскорбиновую кислоту вводят для предотвращения потемнения фруктов и овощей, стабилизации цвета мяса и мясопродуктов, а также ингибирования окислительных процессов [5]. Аскорбиновая кислота обладает выраженным потенциалом смещения окислительно-восстановительного равновесия в системе при введении в состав пищевого продукта в сторону восстановления.

**Цель работы** – исследовать закономерности влияния лимонной и аскорбиновой кислот на изменение окислительно-восстановительных свойств гомогенной консервной продукции из растительного сырья.

### Материалы и методы

В качестве объектов исследований использовали пюреобразные монокомпонентные натуральные консервы (далее – пюре) из фруктового (яблоки, слива) и овощного (тыква, морковь) сырья, изготовленные на технологическом оборудовании Технологического стенда лаборатории технологии консервирования в соответствии с типовой технологической схемой для натуральных пюреобразных продуктов из соответствующего сырья; в качестве минорных компонентов использовали лимонную и аскорбиновую кислоту.

В готовой консервной продукции определяли активную кислотность (pH) по [9], а также – окислительно-восстановительный потенциал (Eh) по [10]. Показатель восстановительной способности (RH) рассчитывали по оригинальной методике [2, 3].

При проведении исследований использовали pH-метры цифровые Эксперт-001–01, укомплектованные комбинированным одноключевым электродом ЭСП 10605/7 и лабораторным комбинированным редокс-электродом ЭРП-105.

Математическую обработку и моделирование проводили с использованием табличного процессора Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation) с установленными надстройками «Анализ данных», «Поиск решения» и «Подбор параметра», а также специализированного программного обеспечения – TableCurve 2D v. 5.01 (SYSTAT Software Inc.).

### Результаты и обсуждение

На основании обработки массива данных, полученных в ходе проведения исследований, определены математические зависимости, адекватно аппроксимирующие экспериментальные данные влияния лимонной кислоты на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре:

- для пюре из яблок, сливы и тыквы искомые зависимости описывались одним уравнением

$$RH = \frac{a + c \cdot \omega_{citr}^2}{1 + b \cdot \omega_{citr}^2}$$

где  $\omega_{citr}$  – массовая доля лимонной кислоты, %;

- для пюре из моркови искомые зависимости описывались одним уравнением

$$RH = a + 4 \cdot b \cdot \exp\left(-\frac{\omega_{citr} - c}{d}\right) \times \left[1 - \exp\left(-\frac{\omega_{citr} - c}{d}\right)\right]$$

Значения констант и коэффициентов полученных зависимостей приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметры математического описания влияния лимонной кислоты на пюре из яблок, сливы, моркови и тыквы

Table 1.

The parameters of the mathematical description for citric acid effect on puree from apples, plums, carrots, pumpkin

Пюре Puree	Константы и коэффициенты Constants and coefficients			
	a	b	c	d
Яблоко Apple	8,840	1398,39	12747,46	–
Слива Plum	8,860	5204,52	51274,90	–
Морковь Carrot	9,336	-3,509	-0,0025	0,255
Тыква Pumpkin	10,762	5357,64	73216,95	–

Анализ полученных результатов показал, что общая картина отклика показателя восстановительной способности в результате внесения

лимонной кислоты существенно отличается для пюреобразных консервов из фруктового и овощного сырья (рисунок 1). При этом для фруктового сырья целевой показатель не проявил сколько-нибудь статистически существенного отклика на изменение массовой доли лимонной кислоты, тогда как для овощных продуктов данный отклик имел место и был статистически значим. Установленный факт неплохо согласуется с данными о нативной массовой доле органических кислот в составе исходного сырья – для корнеплодов и бахчевых овощей оно минимально, в противоположность косточковым и семечковым фруктам. При этом в целом имеет место различие в динамиках целевого показателя в зависимости от вида сырья.

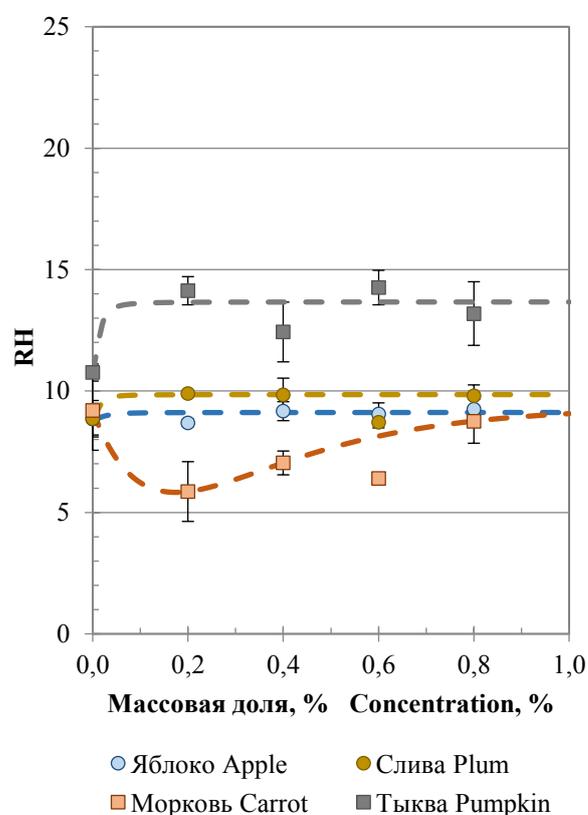


Рисунок 1. Влияние лимонной кислоты на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре

Figure 1. Effect of citric acid on the reducing capacity index for fruit and vegetable purees

Для тыквенного пюре констатировали разовое ступенчатое увеличение показателя восстановительной способности уже при массовой доле лимонной кислоты 0,1% с дальнейшей стабилизацией его уровня, тогда как в составе пюре из корнеплодов внесение лимонной кислоты способствует, наоборот, некоторому уменьшению целевого показателя при достижении минимума при массовой доле минорного

компонента 0,2% с последующим монотонным возвращением к исходному значению при дальнейшем увеличении массовой доли кислоты. Предположительно, в последнем случае это может быть связано с вовлечением минорного компонента в гидролитический процесс с образованием продуктов, обладающих выраженными окислительными свойствами, накопление которых приводило к уменьшению гидролитической способности (активности карбоксильных групп) лимонной кислоты и дальнейшим изменениям, связанным с инактивацией окислительных свойств.

Анализ результатов определения математической зависимости, адекватно аппроксимирующей экспериментальные данные влияния аскорбиновой кислоты на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре, показал единство её математического описания для пюре из сливы, моркови и тыквы

$$RH = a + b \cdot [1 - \exp(-c \cdot \omega_{asc})]$$

где  $\omega_{asc}$  – массовая доля аскорбиновой кислоты, мг в 100 г продукта.

Для пюре из яблок искомая зависимость имела вид

$$RH = \frac{a + c \cdot \omega_{asc}^2}{1 + b \cdot \omega_{asc}^2}$$

Значения констант и коэффициентов полученных зависимостей приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Параметры математического описания влияния аскорбиновой кислоты на пюре из яблок, сливы, моркови и тыквы

Table 2.

The parameters of the mathematical description for ascorbic acid effect on puree from apples, plums, carrots, pumpkin

Пюре Puree	Константы и коэффициенты Constants and coefficients		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Яблоко Apple	8,833	0,002	0,032
Слива Plum	8,849	6,905	0,039
Морковь Carrot	9,200	5,074	0,160
Тыква Pumpkin	10,760	7,773	0,045

Внесение в исследуемые пищевые системы аскорбиновой кислоты ожидаемо приводило к увеличению показателя их восстановительной способности (рисунок 2). При этом визуально характер зависимости отклика целевого показателя от массовой доли минорного компонента

был един для всех исследованных вариантов – при увеличении массовой доли показатель восстановительной способности демонстрировал тенденцию к увеличению до момента перехода в зону плато, при котором дальнейшее увеличение массовой доли эффекта не оказывало.

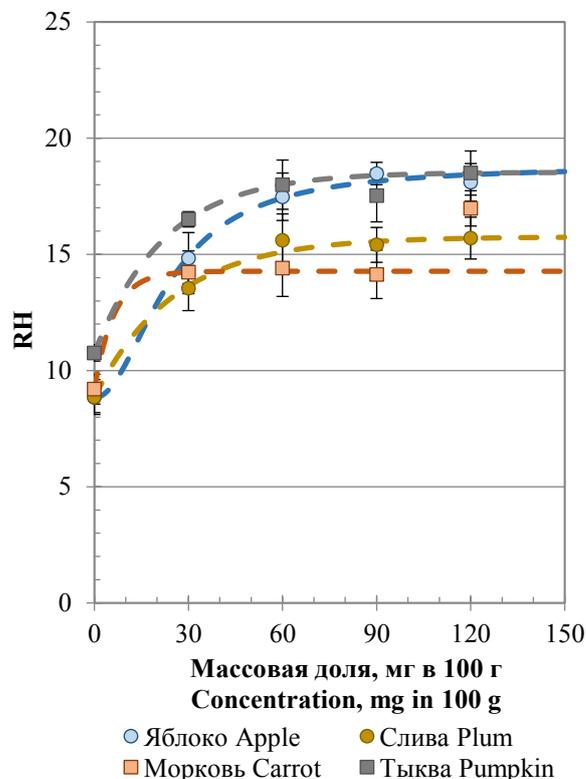


Рисунок 2. Влияние аскорбиновой кислоты на показатель восстановительной способности фруктовых и овощных пюре

Figure 2. Effect of ascorbic acid on the reducing capacity index for fruit and vegetable purees

Для фруктовых и тыквенного пюре это пороговое значение массовой доли отмечено в пределах 70–80 мг на 100 г продукта, тогда как для тыквенного пюре переход в зону плато происходил при массовой доле аскорбиновой кислоты 15–20 мг на 100 г продукта. Примечательна близость конечных значений целевого показателя (в интервале области определения экспериментальных значений независимой переменной) для пюре из яблок и тыквы, а также из сливы и моркови, что плохо коррелирует со значениями показателя у исходных пюре.

### Заключение

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы:

– установлено наличие статистически значимого влияния массы доли вносимой лимонной кислоты на показатель восстановительной способности пюре из овощей.

При этом положительное влияние отмечено только в варианте с тыквенным пюре, для которого динамика целевого показателя имела место до достижения массовой доли минорного компонента в продукте 0,1%;

— установлена целесообразность внесения аскорбиновой кислоты в тыквенное и фруктовые пюре с целью положительной коррекции показателя восстановительной способности

с массовой долей не более 70–80 мг на 100 г продукта, поскольку при дальнейшем увеличении массовой доли данного компонента зависимость «массовая доля – RH» демонстрирует тенденцию перехода в зону плато. По аналогичной причине максимально эффективная с точки зрения влияния на восстановительные свойства морковного пюре массовая доля аскорбиновой кислоты составляет 15–20 мг на 100 г продукта.

### Литература

- 1 Кондратенко В.В., Костылёв А.С., Пацок Л.К., Федосенко Т.В. и др. Особенности формирования восстановительного потенциала гомогенных фруктовых и овощных продуктов в процессе производства // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018. Т. 21. С. 196–202.
- 2 Костылёв А.С., Аникина А.М., Кондратенко В.В., Кондратенко Т.Ю. и др. Особенности формирования восстановительных свойств натуральных многокомпонентных продуктов из плодоовощного сырья // Современные подходы к получению и переработке сельскохозяйственной продукции – гарантия продовольственной независимости России: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. 2016. С. 173–180.
- 3 Костылёв А.С., Кондратенко В.В. Особенности формирования восстановительного потенциала натуральных многокомпонентных пюреобразных продуктов питания из растительного сырья // Пищевые системы: теория, методология, практика: материалы XI Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. 2017. С. 167–174.
- 4 Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия: 6-е изд., стер; под ред. А.П. Нечаева. СПб.: ГИОРД, 2015. 672 с.
- 5 Wong D.W.S. Mechanism and Theory in Food Chemistry: Second Edition. Springer International Publishing, 2018. 450 p.
- 6 Da-Costa-Rocha I., Bonnlaender B., Sievers H., Pischel I. et al. Hibiscus sabdariffa L. – A phytochemical and pharmacological review // Food Chemistry. 2014. V. 165. P. 424–443.
- 7 Rumsey S.C., Levine M. Absorption, transport, and disposition of ascorbic acid in humans // The Journal of Nutritional Biochemistry. 1998. V. 9 (3). P. 116–130.
- 8 Washko P.W., Welch R.W., Dhariwal K.R., Wang Y. et al. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid analyses in biological samples // Anal. Biochem. 1992. V. 204. P. 1–14.
- 9 Fernandes A.G., dos Santos G.M., da Silva D.S., de Sousa P.H.M. et al. Chemical and physicochemical characteristics changes during passion fruit juice processing // Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. 2011. V. 31. № 3. P.747–751.
- 10 Кондратенко В.В., Костылёв А.С., Кондратенко Т.Ю., Пацок Л.К. и др. Исследование динамики показателя восстановительного потенциала гомогенных фруктовых консервов в процессе хранения // Новые технологии. 2018. № 4. С. 43–55.

### References

- 1 Kondratenko V.V., Kostilyov A.S., Patsuk L.K., Fedosenko T.V. et al. Peculiarities of formation the recovery potential of homogeneous fruit and vegetable products during production. Scientific works from the North Caucasus Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2018. V. 21. P. 196–202. (in Russian).
- 2 Kostilyov A.S., Anikina A.M., Kondratenko V.V., Kondratenko T.Yu. et al. Peculiarities of formation the reducing properties of natural multicomponent products from fruit and vegetable raw materials. Modern Approaches to Obtaining and Processing of Agricultural Products – Guarantee of Food Independence of Russia: Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. Moscow, 2016. pp. 173–180. (in Russian).
- 3 Kostilyov A.S., Kondratenko V.V. Peculiarities of formation the reducing potential of natural multicomponent puree food products from vegetable raw materials. Food systems: theory, methodology, practice: Materials of the XI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. Moscow, 2017. pp. 167–174. (in Russian).
- 4 Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. et al. Food chemistry. St. Petersburg, GIORД, 2015. 672 p. (in Russian).
- 5 Wong D.W.S. Mechanism and Theory in Food Chemistry: Second Edition. Springer International Publishing, 2018. 450 p.
- 6 Da-Costa-Rocha I., Bonnlaender B., Sievers H., Pischel I. et al. Hibiscus sabdariffa L. – A phytochemical and pharmacological review. Food Chemistry. 2014. vol. 165. pp. 424–443.
- 7 Rumsey S.C., Levine M. Absorption, transport, and disposition of ascorbic acid in humans. The Journal of Nutritional Biochemistry. 1998. vol. 9 (3). pp. 116–130.
- 8 Washko P.W., Welch R.W., Dhariwal K.R., Wang Y. et al. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid analyses in biological samples. Anal. Biochem. 1992. vol. 204. pp. 1–14.
- 9 Fernandes A.G., dos Santos G.M., da Silva D.S., de Sousa P.H.M. et al. Chemical and physicochemical characteristics changes during passion fruit juice processing. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. 2011. vol. 31. no. 3. pp. 747–751.
- 10 Kondratenko V.V., Kostilyov A.S., Kondratenko T.Yu., Patsuk L.K. et al. Study of the dynamics for the recovery potential index of homogeneous fruit preserves during storage. New Technologies. 2018. vol. 4. pp. 43–55. (in Russian).

**Сведения об авторах**

**Владимир В. Кондратенко** к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного зам. директора по научной работе, ВНИИТеК – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, nauka@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0913-5644>

**Любовь К. Пацюк** ведущий научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Адрес (улица, дом, город, индекс, страна), pazuk2016@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6395-5312>

**Татьяна В. Федосенко** младший научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7345-1799>

**Мария А. Царёва** старший научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, tsareva@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4862-3667>

**Евгения А. Медведева** старший научный сотрудник, лаборатория технологии консервирования, ВНИИТеК – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, МО, 142703, Россия, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3926-3548>

**Вклад авторов**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Vladimir V. Kondratenko** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of baking, confectionery, macaroni deputy. research director department, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, nauka@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0913-5644>

**Lubov K. Patsuk** senior researcher, laboratory of canning technology, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, pazuk2016@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6395-5312>

**Tatyana V. Fedosenko** junior researcher, laboratory of canning technology, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7345-1799>

**Mariya A. Tsaryova** senior researcher, laboratory of canning technology, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, tsareva@vniitek.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4862-3667>

**Eugeniya A. Medvedeva** senior researcher, laboratory of canning technology, VNIITeK – branch of Gorbatov Research Center for Food Systems at RAS, Scholnaya Str., 78, Vidnoye, M.R., 142703, Russia, fedosenko0071@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3926-3548>

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 28/10/2019	<b>После редакции</b> 05/11/2019	<b>Принята в печать</b> 15/11/2019
<b>Received</b> 28/10/2019	<b>Accepted in revised</b> 05/11/2019	<b>Accepted</b> 15/11/2019

**Физиология пищеварения и основы рационального питания**

Вера Н. Еременко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:vera_er_ko@mail.ru">vera_er_ko@mail.ru</a>	 0000-0001-5439-6168
Анатолий В. Лыткин	<sup>1</sup>	<a href="mailto:dndtoliv@bk.ru">dndtoliv@bk.ru</a>	
Ирина В. Мишагина	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mishagina.ira@bk.ru">mishagina.ira@bk.ru</a>	 0000-0002-8557-2961
Ольга В. Синько	<sup>1</sup>	<a href="mailto:olgasinko73@yandex.ru">olgasinko73@yandex.ru</a>	 0000-0001-6356-6501
Галина Е. Тюпенькова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:galmasbas@mail.ru">galmasbas@mail.ru</a>	 0000-0003-1676-4112
Инна Г. Лучинина	<sup>1</sup>	<a href="mailto:linka-55-00@mail.ru">linka-55-00@mail.ru</a>	

<sup>1</sup> Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия

**Аннотация.** Значительная часть населения не осведомлена о принципах здорового питания. Поэтому изучение основ правильного питания абсолютно необходимо для укрепления общественного здоровья и улучшения культуры питания. Цель работы – рассмотреть основные пищеварительные процессы и основы рационального питания, собрать статистику о ежедневном питании студентов Кубанского государственного технологического университета и, исходя из статистических данных, прийти к обобщенному выводу о состоянии здоровья, а также предложить мероприятия, направленные на оздоровление и улучшение физического состояния студентов. Сделали вывод, что каждый студент (группа в 20 человек) не соблюдает режим, культуру и рациональное питание. Больше половины опрошенных студентов чувствуют ежедневную усталость и вялость без веских на то причин, что в большей степени связано с неорганизованным питанием и недостатком всех макро- и микроэлементов. Исходя из этого особое внимание следует уделить умеренности в питании, которая выражается не только в частоте приема пищи, но, в первую очередь, в качественной стороне питания: соответствие химического состава пищи потребностям организма. Чтобы рационально питаться, нужно иметь представление о составе продуктов, их биологической ценности и преобразовании питательных веществ в организме. Соблюдение рекомендаций по правильному питанию является основным источником повышения сопротивляемости организма к различным вредным воздействиям окружающей среды и сокращения числа неинфекционных хронических заболеваний.

**Ключевые слова:** физиология, рациональное питание, пищеварение, рацион, макроэлементы, микроэлементы, витамины, белки, жиры, углеводы

**Physiology of digestion and basis of rational nutrition**

Vera N. Eremenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:vera_er_ko@mail.ru">vera_er_ko@mail.ru</a>	 0000-0001-5439-6168
Anatoly V. Lytkin	<sup>1</sup>	<a href="mailto:dndtoliv@bk.ru">dndtoliv@bk.ru</a>	
Irina V. Mishagina	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mishagina.ira@bk.ru">mishagina.ira@bk.ru</a>	 0000-0002-8557-2961
Olga V. Sinko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:olgasinko73@yandex.ru">olgasinko73@yandex.ru</a>	 0000-0001-6356-6501
Galina E. Tyupenkova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:galmasbas@mail.ru">galmasbas@mail.ru</a>	 0000-0003-1676-4112
Inna G. Luchinina	<sup>1</sup>	<a href="mailto:linka-55-00@mail.ru">linka-55-00@mail.ru</a>	

<sup>1</sup> Kuban State Technological University, Moscovskay st., 2, Krasnodar, 350072, Russia

**Abstract.** A significant part of the population is not aware of the principles of healthy eating. Therefore, the study of the basics of proper nutrition is absolutely necessary to strengthen public health and improve the culture of nutrition. The purpose of the work is to consider the basic digestive processes and the basics of good nutrition, collect statistics on the daily nutrition of students of the Kuban State Technological University and, based on statistical data, come to a generalized conclusion about the state of health, as well as propose measures aimed at improving and improving the physical condition of students. We concluded that each student (group of 20 people) does not comply with the regime, culture and good nutrition. More than half of the students surveyed feel daily fatigue and lethargy without good reason, which is more associated with unorganized nutrition and a lack of all macro- and micronutrients. Based on this, special attention should be paid to moderation in nutrition, which is expressed not only in the frequency of food intake, but, first of all, in the qualitative aspect of nutrition: the correspondence of the chemical composition of food to the needs of the body. To eat rationally, you need to have an idea of the composition of the products, their biological value and the transformation of nutrients in the body. Compliance with recommendations for proper nutrition is the main source of increasing the body's resistance to various harmful environmental influences and reducing the number of non-infectious chronic diseases.

**Keywords:** physiology, balanced diet, digestion, ration, macronutrients, micronutrients, vitamins, proteins, fats, carbohydrates

**Введение**

Питание является одним из основных факторов окружающей среды, которые определяют здоровье человека, нормальный рост и развитие, физическую и умственную работоспособность, продолжительность жизни, сопротивляемость организма болезням.

Пищеварение представляет собой набор процессов, которые обеспечивают механическое измельчение и химическое разложение пищевых веществ на ингредиенты, не имеющие видовой специфичности и подходящие для поглощения и участия в метаболизме человеческого организма.

Для цитирования

Еременко В.Н., Лыткин А.В., Мишагина И.В., Синько О.В., Тюпенькова Г.Е., Лучинина И.Г. Физиология пищеварения и основы рационального питания // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 159–165. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-159-165

For citation

Eremenko V.N., Lytkin A.V., Mishagina I.V., Sinko O.V., Tyupenkova G.E., Luchinina I.G. Physiology of digestion and basis of rational nutrition. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 159–165. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-159-165

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Человеческое существование невозможно без постоянного потребления питательных веществ, воды, минеральных солей и витаминов [4, 6].

В состав пищи входят различные питательные вещества – белки, жиры, углеводы, которые, поступая в организм, идут на построение клеток и тканей и служат энергетическими источниками жизнедеятельности организма. Кроме того, пища содержит воду и неорганические вещества, в основном в виде солей, которые снабжают организм энергией. В ней содержатся добавочные факторы питания – витамины, играющие большую роль в росте, развитии и функционировании клеток и тканей, а также всего организма в целом.

Потребление пищи должно точно соответствовать физиологическим характеристикам организма. Тем не менее, это правило не всегда соблюдается, поэтому заболевания, связанные как с избыточным, так и с недостаточным питанием, распространены [5, 7].

Во многом названные проблемы обусловлены изменением структуры суточного рациона, а также низким уровнем культуры питания населения.

Значительная часть населения не осведомлена о принципах здорового питания. Вот почему изучение основ правильного питания абсолютно необходимо для укрепления общественного здоровья и улучшения культуры питания.

Питание считается рациональным, если оно удовлетворяет потребность во всех веществах и энергии. В переводе с латинского «рацион» означает «ежедневная порция пищи» [3].

Пища здорового человека должна:

- быть не вредной и разнообразной;
- содержать достаточное сбалансированное, научно обоснованное количество белков, жиров и углеводов;
- содержать достаточное количество витаминов с учетом личных потребностей человека и необходимое количество макро- и микроэлементов;
- состоять из продуктов растительного и животного происхождения (первые должны преобладать);
- включать необходимое количество жидкости;
- содержать достаточно клетчатки; минимум рафинированных продуктов; минимум поваренной соли; минимум животных жиров, богатых насыщенными жирными кислотами; достаточное количество свежих, натуральных продуктов;
- строго соответствовать энергетическим затратам человека [1].

Нарушения питания приводят к развитию заболеваний, которые называются «болезни питания».

В проблеме «питание и болезни» выделяют пять групп болезней.

1. Первичные расстройства пищевого поведения (желудочно-кишечные заболевания) – недоедание и заболевания, связанные с избыточным питанием: белковое и энергетическое недоедание, ожирение, железодефицитная анемия, йоддефицитные заболевания, витаминные и D-дефицитные заболевания и т. д.

2. Вторичные расстройства питания организма, вызванные эндогенными (внутренними) причинами: заболеваниями различных органов и систем, приводящими к нарушению пищеварения, всасывания, усилению катаболизма и потребления питательных веществ, к нарушению обмена веществ и т. д. (инфекционные, онкологические, гормональные и другие заболевания).

3. Заболевания с фактором пищевого риска – это массовые неинфекционные заболевания, для которых питание играет важную, но не единственную роль (атеросклероз, гипертония, диабет, остеопороз, почки и мочекаменная болезнь, некоторые злокачественные опухоли и т. д.).

4. Заболевания, вызванные пищевой непереносимостью – пищевые аллергии, кишечные ферментопатии (например, непереносимость молока), психогенная пищевая непереносимость и т. д.

5. Болезни с алиментарными факторами передачи возбудителя (инфекционные заболевания) [5].

Физиологическая потребность в энергии и питательных веществах является необходимой комбинацией питательных веществ для поддержания динамического баланса человека [4].

«Нормы» базируются на основных положениях «Концепции оптимального питания»:

- энергетическая ценность рациона человека должна соответствовать энергозатратам организма;
  - белки, жиры и углеводы должны находиться в пределах физиологически необходимых соотношений между ними.
- В рационе предусматриваются физиологически необходимые количества:
- животных белков – источников незаменимых аминокислот, физиологические пропорции ненасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, оптимальное количество витаминов [8];
  - макроэлементов и эссенциальных микроэлементов, которые должны соответствовать физиологическим потребностям человека;

• минорных и биологически активных веществ в пище, которые должны соответствовать их адекватным уровням потребления [2].  
Потребность в энергии и пищевых веществах зависит от физической активности, характеризуемой коэффициентом физической

активности (КФА), равным отношению энергозатрат на выполнение конкретной работы к величине основного обмена (ВОО).  
ВОО зависит от ряда факторов, в первую очередь, от возраста, массы тела и пола. У женщин ВОО на 15% ниже, чем у мужчин (таблица 1).

Таблица 1.  
Средние величины основного пищевого обмена взрослого населения России (ккал/сут)  
Table 1.  
Average values of the main food metabolism of the adult population of Russia (kcal / day)

Мужчины (основной обмен) Men					Женщины (основной обмен) Women				
Масса тела, кг Weight, kg	Возраст   Age				Масса тела, кг Weight, kg	Возраст   Age			
	18-29	30-39	40-59	> 60		18-29	30-39	40-59	> 60
50	1450	1370	1280	1180	40	1080	1050	1020	960
55	1520	1430	1350	1240	45	1150	1120	1080	1030
60	1590	1500	1410	1300	50	1230	1190	1160	1100
65	1670	1570	1480	1360	55	1300	1260	1220	1160
70	1750	1650	1550	1430	60	1380	1340	1300	1230
75	1830	1720	1620	1500	65	1450	1410	1370	1290
80	1920	1810	1700	1570	70	1530	1490	1440	1360
85	2010	1900	1780	1640	75	1600	1550	1510	1430
90	2110	1990	1870	1720	80	1680	1630	1580	1500

Для взрослых людей есть определенные научным путем показатели энергетической ценности, необходимой для активной жизнедеятельности: от 2100 до 4200 ккал/сут для мужчин и от 1800 до 3050 ккал/сут – для женщин [9, 10].

Пища распределяется по гликемическому индексу, который помогает узнать иную энергетическую ценность углеводного продукта (таблицы 2, 3) [5].

Гликемический индекс (ГИ) является условным фактором, который показывает, как быстро углеводы в пище усваиваются организмом и повышают уровень сахара в крови.

Шкала гликемического индекса состоит из 100 единиц, где 0 – минимум, 100 – максимум. Первоначально теория была разработана для диабетиков, но теперь все чаще используется для характеристики питательных преимуществ.

Продукты с низким гликемическим индексом являются примером сложных углеводов и медленно обеспечивают организм энергией. На самом деле они помогают эффективно бороться с голодом. Однако продукты с высоким ГИ (в основном сахар, сладости и белая мука) – это быстрые углеводы, их чрезмерное потребление тесно связано с увеличением веса.

Таблица 2.  
Краткая таблица гликемических индексов продуктов  
Table 2.  
Summary Glycemic Product Index

Высокий ГИ	High GI	Средний ГИ	The average GI	Низкий ГИ	Low GI
Белый хлеб	White bread	Бурый хлеб	Brown bread	Сладкий картофель	Sweet potato
Сладкая выпечка	Sweet pastries	Пшеничная мука	Wheat flour	Недоваренные макароны	Undercooked pasta
Белый рис	White rice	Бурый рис	Brown rice	Гречка	Buckwheat
Мед	Honey	Мармелад	Marmalade	Манго	Mango
Мюсли	Muesli	Овсяная каша	Oatmeal	Чечевица	Lentil
Сладкие газировки	Sweet sodas	Апельсиновый сок	Orange juice	Яблочный сок	Apple juice
Чипсы	Chips	Макароны	Pasta	Творог	Cottage cheese
Морковь	Carrot	Виноград	Grape	Цитрусовые	Citrus
Ананас	Pineapple	Банан	Banana	Сухофрукты	Dried fruits
Манка	Semolina	Овсяная каша	Oatmeal	Киноа, гречка	Quinoa, buckwheat

Исследования показывают, что регулярное употребление продуктов с высоким гликемическим индексом нарушает обмен веществ. Быстрые углеводы негативно влияют на уровень инсулина и сахара в крови, вызывая хроническое чувство голода и активируя жировые отложения в проблемных зонах – особенно жир в нижней части живота. В свою очередь, продукты с низким ГИ имеют хороший обмен веществ [1].

Культура питания – это знание:

- основ рационального питания;
- свойств продуктов и их воздействия на организм, умение их правильно выбирать и готовить, по максимуму используя все полезные вещества;

• правил подачи блюд и приёма пищи, т. е. знание культуры потребления готовой пищи [2].

- Провели опрос среди студентов (таблица 3):
- а) о количестве приемов пищи;
  - б) часто употребляемых продуктах;
  - в) физической активности в течение дня;
  - г) общем самочувствии.

После сбора статистических данных студентов в количестве 20 человек можно сделать вывод, что практически каждый не соблюдает режим, культуру и рациональное питание. Больше половины опрошенных чувствуют ежедневную усталость и вялость без веских на то причин, что в большей степени связано с неорганизованным питанием и недостатком всех макро- и микроэлементов.

Таблица 3.

Результаты

Table 3.

Results

Сколько раз в день вы принимаете пищу?   How many times a day do you eat?	Какие продукты наиболее часто встречаются в вашем рационе?   What foods are most common in your diet?	Как вы можете оценить свою физическую активность в течение дня (малоактивны, активны, высоко активны)   How can you evaluate your physical activity throughout the day (inactive, active, highly active)	Как вы можете оценить свое общее состояние (самочувствие)? Бывает ли у вас необоснованное чувство усталости?   How can you evaluate your general condition (well-being)? Do you have an unreasonable feeling of fatigue?
1	2	3	4
2	Чипсы, йогурты, кофе Chips, yogurts, coffee	Малоактивны Inactive	Не очень, да Not really, yes
1	Шоколад, овощи, пепси Chocolate, vegetables, Pepsi		Вялость, да Lethargy, yes
2	Гамбургеры, молоко, кофе Hamburgers, milk, coffee		Усталость, да Fatigue, yes
2	Печенье, булочки, молоко Cookies, buns, milk	Активны Active	Неудовлетворительно, да Unsatisfactory, yes
1	Фрукты, чипсы, картошка-фри Fruits, chips, french fries	Малоактивны Inactive	Плохо, да Poorly, yes
2	Кола, батончики, картошка Cola, Bars, Potatoes	Активны Active	Не как хотелось бы, да Not as I would like, yes
2	Спрайт, чипсы, конфеты Sprite, chips, candy	Малоактивны Inactive	На 5 из 10, вяло, да 5 out of 10, sluggish, yes
1	Еда быстрого приготовления Fast food		Сонливо, да Drowsy, yes
2	Сок, булочки   Juice, buns	Активны Active	Выматываюсь быстро, да I'm getting tired fast, yes
2	Сырки, чай, шоколад Cheeses, tea, chocolate		Не очень хорошо, да Not very good, yes
3	Сладкое, много   Sweet, a lot		Постоянно хочется спать, да   Constantly sleepy, yes
5	Каша, овощи, мясо Porridge, vegetables, meat	Высокоактивны Highly active	Хорошо, нет Ok, no
5	Макаронны, сыр, мясо Macaroni, cheese, meat	Активны Active	Бывает плохо, не всегда It happens badly, not always
4	Нагетсы, кола, печенье Nuggets, Cola, cookies		Вяло, 4 из 10, да Sluggish, 4 out of 10, yes
3	Чипсы, кола   Chips, cola		Недостаток сил, да Lack of strength, yes
6	Фрукты, гречка, колбаса Fruit, buckwheat, sausage	Высокоактивны Highly active	Вполне Quite
4	Геркулес, яйца, курица Hercules, eggs, chicken		Нормально, да Fine, yes

1	2	3	4
4	Всё, что попадет All that comes across	Активны Active	Непонятно Unclear
6	Молоко, хлопья   Milk, cereal		Иногда не очень Sometimes not very
5	Овощи, макароны, йогурты   Vegetables, Pasta, Yoghurts	Высокоактивны Highly active	Болят голова, да Headache, yes

Статистика получилась следующая:

1) 50% опрошенных принимают пищу 1–2 раза в день;

2) в ежедневный рацион у 75% опрошенных входят чипсы, шоколад, сладкие газированные напитки и фаст-фуд;

3) 30% опрошенных определяют свою физическую активность как малоактивную, 50% – активную, и только 20% ведут высокоактивную жизнь ежедневно;

4) 25% опрошенных не жалуются на плохое или на неудовлетворительное самочувствие, 50% опрошенных чувствуют ежедневно недостаток сил, вялость и усталость, а оставшиеся 25% – не всегда ощущают подобные проявления в своем организме.

Следовательно, люди не знают элементарных основ питания, с которыми их нужно незамедлительно знакомить.

Проанализировав общую статистику, можно сделать вывод, что людей с избыточным весом на группу из 20 человек приходится не менее 4. В проявлении данного заболевания (такое, как избыточный вес) участвует большое число факторов. К ним относятся: гормональные изменения, наследственные заболевания (диабет, болезни кардио-респираторной системы и другие), отсутствие рационального питания и многое другое.

Немаловажную роль в данном перечне играет рациональное питание. Людям с избыточным весом очень сложно воспринимать любую физическую нагрузку, т. к. у таких людей проявляется при активной деятельности отдышка, недомогание, слабость, которые влияют на психологическую составляющую здоровья (снижение самооценки на фоне физического развития других людей, не страдающих данным заболеванием).

Для «борьбы» со всеми этими проблемами, вызванными в большей степени отсутствием сбалансированного питания, необходимы следующие мероприятия. Особое внимание следует уделить умеренности в питании, которая выражается не только в частоте приема пищи, но в качественной стороне питания: соответствие химического состава пищи потребностям организма. Чтобы рационально питаться, нужно иметь представление о составе продуктов, их биологической ценности и преобразовании питательных веществ в организме.

Правильное питание следует рассматривать как один из компонентов здорового образа жизни, как один из факторов, продлевающих активный период жизни.

Организм человека подчиняется законам термодинамики. Исходя из этого сформулирован первый принцип рационального питания – энергетическая ценность рациона должна соответствовать энергетическим затратам организма. К сожалению, на практике это правило часто нарушается. Энергетическая ценность рациона часто превышает энергетические затраты.

Вторым принципом правильного питания является совместимость химического состава пищевых веществ с физиологическими потребностями организма. Каждый день в определенном количестве и пропорции около 70 ингредиентов должны поступать в организм, многие из которых не синтезируются в организме и поэтому необходимы. Оптимальное снабжение организма этими питательными веществами возможно только при разнообразной диете.

Максимальное разнообразие питания определяет третий принцип правильного питания. Следование оптимальной диете устанавливает четвертый принцип правильного питания. Компоновка продуктов должна заключать в себе основной принцип, а точнее цель – превратить подобранные продукты в полезную пищу, которая не принесет вреда организму.

Для достижения данной цели необходимо учитывать:

- качество и энергетическую ценность используемых продуктов, кроме того, немаловажное значение имеют условия их хранения;
- способ приготовления пищи, который должен обеспечить как вкусовые, так и питательные свойства блюд, а также их энергетическую ценность;
- условия, кратность и время приема пищи;
- количество и калораж употребляемой пищи за сутки;
- изменения режима питания в период интенсивных нагрузок [3].

### Заключение

Соблюдение рекомендаций по правильному питанию является основным источником

повышения сопротивляемости организма к различным вредным воздействиям окружающей среды и сокращения числа неинфекционных хронических заболеваний.

### Литература

- 1 Ashraf Z., Hussain M., Majeed I., Afzal M. et al. Effectiveness of Health Education on Knowledge and Practice Regarding the Importance of Well-Balanced Nutrition Among School Students. 2019.
- 2 Naude C.E., Schoonees A., Nguyen K.A., Senekal M. et al. Low carbohydrate versus balanced carbohydrate diets for reducing weight and cardiovascular risk // Cochrane Database of Systematic Reviews. 2019. V. 5. P. CD013334.
- 3 Sexton J., Campbell H., Rahman M., Turner P. Parenteral nutrition in adults: the basics // The Pharmaceutical Journal. 2019. V. 283. P. 275.
- 4 Jadeja G.R., Patel J.H., Rana K.N. Assessment of nutritional knowledge of school teachers regarding diet in diseases // Guj. J. Ext. Edu. 2017. V. 28. № 1. P. 103–108.
- 5 Pocock G., Richards Ch.D., Richards D.A. Human Physiology: fifth edition. Oxford University Press, 2018. 926 p.
- 6 Żakowska-Biemans S., Pieniak Z., Kostyra E., Gutkowska K. Searching for a Measure Integrating Sustainable and Healthy Eating Behaviors // Nutrients. 2019. V. 11. № 1. P. 95.
- 7 Montes-Galindo D.A., Espiritu-Mojarro A.C., Melnikov V., Moy-López N.A. et al. Adenovirus 5 produces obesity and adverse metabolic, morphological, and functional changes in the long term in animals fed a balanced diet or a high-fat diet: a study on hamsters // Archives of virology. 2019. V. 164. № 3. P. 775–786.
- 8 Paduano D., Cingolani A., Tanda E., Usai P. Effect of three diets (low-FODMAP, gluten-free and balanced) on irritable bowel syndrome symptoms and health-related quality of life // Nutrients. 2019. V. 11. № 7. P. 1566.
- 9 Rice S., Mikes M., Drew K., Bibus D. Impacts of a Balanced Omega 6: 3 Diet on Fatty Acid Deposition in White and Brown Adipose Tissue and Circulating Plasma in the Hibernating Arctic Ground Squirrel // The FASEB Journal. 2019. V. 33. № 1. P. lb321-lb321.
- 10 Alaini R., Rajikan R., Elias S.M. Diet optimization using linear programming to develop low cost cancer prevention food plan for selected adults in Kuala Lumpur, Malaysia // BMC public health. 2019. V. 19. № 4. P. 546.

### References

- 1 Ashraf Z., Hussain M., Majeed I., Afzal M. et al. Effectiveness of Health Education on Knowledge and Practice Regarding the Importance of Well-Balanced Nutrition Among School Students. 2019.
- 2 Naude C.E., Schoonees A., Nguyen K.A., Senekal M. et al. Low carbohydrate versus balanced carbohydrate diets for reducing weight and cardiovascular risk. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2019. vol. 5. pp. CD013334.
- 3 Sexton J., Campbell H., Rahman M., Turner P. Parenteral nutrition in adults: the basics. The Pharmaceutical Journal. 2019. vol. 283. pp. 275.
- 4 Jadeja G.R., Patel J.H., Rana K.N. Assessment of nutritional knowledge of school teachers regarding diet in diseases. Guj. J. Ext. Edu. 2017. vol. 28. no. 1. pp. 103–108.
- 5 Pocock G., Richards Ch.D., Richards D.A. Human Physiology: fifth edition. Oxford University Press, 2018. 926 p.
- 6 Żakowska-Biemans S., Pieniak Z., Kostyra E., Gutkowska K. Searching for a Measure Integrating Sustainable and Healthy Eating Behaviors. Nutrients. 2019. vol. 11. no. 1. pp. 95.
- 7 Montes-Galindo D.A., Espiritu-Mojarro A.C., Melnikov V., Moy-López N.A. et al. Adenovirus 5 produces obesity and adverse metabolic, morphological, and functional changes in the long term in animals fed a balanced diet or a high-fat diet: a study on hamsters. Archives of virology. 2019. vol. 164. no. 3. pp. 775–786.
- 8 Paduano D., Cingolani A., Tanda E., Usai P. Effect of three diets (low-FODMAP, gluten-free and balanced) on irritable bowel syndrome symptoms and health-related quality of life. Nutrients. 2019. vol. 11. no. 7. pp. 1566.
- 9 Rice S., Mikes M., Drew K., Bibus D. Impacts of a Balanced Omega 6: 3 Diet on Fatty Acid Deposition in White and Brown Adipose Tissue and Circulating Plasma in the Hibernating Arctic Ground Squirrel. The FASEB Journal. 2019. vol. 33. no. 1. pp. lb321-lb321.
- 10 Alaini R., Rajikan R., Elias S.M. Diet optimization using linear programming to develop low cost cancer prevention food plan for selected adults in Kuala Lumpur, Malaysia. BMC public health. 2019. vol. 19. no. 4. pp. 546.

### Сведения об авторах

**Вера Н. Еременко** преподаватель, кафедра ФВиС, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, vera\_er\_ko@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-5439-6168>  
**Анатолий В. Лыткин** старший преподаватель, кафедра ФВиС, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, dndtoliv@bk.ru  
**Ирина В. Мишагина** преподаватель, кафедра ФВиС, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, mishagina.ira@bk.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8557-2961>

### Information about authors

**Vera N. Eremenko** lecturer, FWIS department, Kuban State Technological University, Moscovskay st., 2, Krasnodar, 350072, Russia, vera\_er\_ko@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-5439-6168>  
**Anatoly V. Lytkin** senior lecturer, FWIS department, Kuban State Technological University, Moscovskay st., 2, Krasnodar, 350072, Russia, dndtoliv@bk.ru  
**Irina V. Mishagina** lecturer, FWIS department, Kuban State Technological University, Moscovskay st., 2, Krasnodar, 350072, Russia, mishagina.ira@bk.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8557-2961>

**Ольга В. Синько** преподаватель, кафедра ФВиС, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, [olgasinko73@yandex.ru](mailto:olgasinko73@yandex.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0001-6356-6501>

**Olga V. Sinko** lecturer, FWIS department, Kuban State Technological University, Moscovskay st., 2, Krasnodar, 350072, Russia, [olgasinko73@yandex.ru](mailto:olgasinko73@yandex.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0001-6356-6501>

**Галина Е. Тюпенькова** преподаватель, кафедра ФВиС, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, [galmasbas@mail.ru](mailto:galmasbas@mail.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0003-1676-4112>

**Galina E. Tyupenkova** lecturer, FWIS department, Kuban State Technological University, Moscovskay st., 2, Krasnodar, 350072, Russia, [galmasbas@mail.ru](mailto:galmasbas@mail.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0003-1676-4112>

**Инна Г. Лучинина** старший преподаватель, кафедра ФВиС, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, [linka-55-00@mail.ru](mailto:linka-55-00@mail.ru)

**Inna G. Luchinina** senior lecturer, FWIS department, Kuban State Technological University, Moscovskay st., 2, Krasnodar, 350072, Russia, [linka-55-00@mail.ru](mailto:linka-55-00@mail.ru)

#### Вклад авторов

#### Contribution

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

wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

#### Конфликт интересов

#### Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 14/10/2019	<b>После редакции</b> 22/10/2019	<b>Принята в печать</b> 31/10/2019
<b>Received</b> 14/10/2019	<b>Accepted in revised</b> 22/10/2019	<b>Accepted</b> 31/10/2019

## Влияние высокобелкового консервированного корма из амаранта на функционально-технологические свойства молока-сырья для производства сыра

Светлана В. Павленкова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:sveta5501pavlenkova@ya.ru">sveta5501pavlenkova@ya.ru</a>	
Галина П. Шуваева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:gpshuv@mail.ru">gpshuv@mail.ru</a>	
Лидия А. Мирошниченко	<sup>2</sup>	<a href="mailto:lidamir@mail.ru">lidamir@mail.ru</a>	
Татьяна В. Свиридова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:sviridovtv@ya.ru">sviridovtv@ya.ru</a>	
Ольга С. Корнеева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:korneeva-olgas@yandex.ru">korneeva-olgas@yandex.ru</a>	 0000-0002-2863-0771
Екатерина А. Мотина	<sup>1</sup>	<a href="mailto:emotina18@mail.ru">emotina18@mail.ru</a>	

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

<sup>2</sup> ООО «Русская Олива», ул. Лебедева, 4, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** Повышение качества молока-сырья для производства сыров в осенне-зимний период является одной из важных задач биотехнологии. Решить ее можно путем улучшения качества кормов, поскольку они напрямую влияют на функционально-технологические свойства молока-сырья. Применяли в рационе лактирующих коров амарантовый силос, полученный из зеленой массы амаранта путем консервирования с помощью разобранной заквасочной культуры. Научно-хозяйственный опыт проводили на базе КФХ Коровников И.И., Хохольского района Воронежской области. Молоко получали от двух групп дойных коров голштино-фризской породы со средней продуктивностью 4200 кг молока, отобранных по принципу аналогов. Рационы опытной и контрольной групп в соответствии с принятой схемой опыта включали консервированный корм из зеленой массы амаранта и кукурузы. Коров кормили в течение 105 дней и проводили оценку функционально-технологических свойств молока-сырья. Представлены результаты изучения функционально-технологических свойств молока-сырья, полученного от коров, в рацион которых в осенне-зимний период был включен высокобелковый консервированный корм из амаранта. Установлено, что замена традиционного кукурузного силоса на амарантовый способствовала повышению наиболее важных компонентов молока-сырья для производства сыра: массовой доли белка – на 0,2 % (в том числе массовой доли фракции казеина на 0,13 %) и массовой доли жира – на 0,38 %. Ветеринарно-санитарные показатели молока-сырья также улучшились. В опытной группе отмечалось снижение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по отношению к контролю на 5,6 %, что коррелировало со снижением кислотности молока.

**Ключевые слова:** сыропригодность молока, функционально-технологические свойства, молоко, консервированный корм, амарант

## Effect of highprotein fermentation amaranth feed on the functional and technological properties of milk as raw materials for cheese production

Svetlana V. Pavlenkova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:sveta5501pavlenkova@ya.ru">sveta5501pavlenkova@ya.ru</a>	
Galina P. Shuvaeva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:gpshuv@mail.ru">gpshuv@mail.ru</a>	
Lidia A. Miroshnichenko	<sup>2</sup>	<a href="mailto:lidamir@mail.ru">lidamir@mail.ru</a>	
Tatiana V. Sviridova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:sviridovtv@ya.ru">sviridovtv@ya.ru</a>	
Olga S. Korneeva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:korneeva-olgas@yandex.ru">korneeva-olgas@yandex.ru</a>	 0000-0002-2863-0771
Ekaterina A. Motina	<sup>1</sup>	<a href="mailto:emotina18@mail.ru">emotina18@mail.ru</a>	

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

<sup>2</sup> RusOliva, Lebedeva Str., 4, Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** Improving the quality of raw milk for the production of cheese in the autumn-winter period is one of the important tasks of biotechnology. It can be solved by improving the quality of feed, as they directly affect the functional and technological properties of raw milk. Amaranth silo obtained from the green mass of amaranth by canning using the developed starter culture was used in the diet of lactating cows. Scientific and economic experience was carried out on the basis of peasant farms II Korovnikov, Khokholsky district of Voronezh region. Milk was obtained from two groups of dairy cows of the Holstein-Friesian breed with an average productivity of 4200 kg of milk, selected on the basis of analogues. The diets of the experimental and control groups in accordance with the accepted experimental scheme included canned food from the green mass of amaranth and corn. Cows were fed for 105 days and evaluated the functional and technological properties of raw milk. The results of the study of the functional and technological properties of raw milk obtained from cows, in the diet of which in the autumn-winter period included high-protein canned food from amaranth, are presented. It was found that the replacement of traditional corn silage with amaranth contributed to an increase in the most important components of raw milk for cheese production: mass fraction of protein – by 0.2% (including mass fraction of casein fraction by 0.13%) and mass fraction of fat – by 0.38%. Veterinary health indicators of raw milk have also improved. In the experimental group, there was a decrease in the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (KMAFAnM) in relation to the control by 5.6%, which correlated with a decrease in the acidity of milk.

**Keywords:** cheese suitability of milk, functional and technological properties, milk, canned food, amaranth

### Для цитирования

Павленкова С.В., Шуваева Г.П., Мирошниченко Л.А., Свиридова Т.В., Корнеева О.С., Мотина Е.А. Влияние высокобелкового консервированного корма из амаранта на функционально-технологические свойства молока-сырья для производства сыра // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 166–168. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-166-168

### For citation

Pavlenkova S.V., Shuvaeva G.P., Miroshnichenko L.A., Sviridova T.V., Korneeva O.S., Motina E.A. Effect of highprotein fermentation amaranth feed on the functional and technological properties of milk as raw materials for cheese production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 166–168. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-166-168

## Введение

Сыропригодность молока является основным показателем сырья при производстве сыра. Известно, что от количества белка в молоке существенно зависит выход сыра. При увеличении на 0,1% массовой доли казеина в молоке выход сыра повышается на 2,3%, в то время как повышение массовой доли жира на 0,1% способствует повышению выхода лишь на 1% [2].

Для производства высококачественного сыра требуется молоко, которое получено с соблюдением санитарно-гигиенических требований и обладает необходимыми органолептическими, физико-химическими, биологическими свойствами [1, 4, 7].

Повышение качества молока-сырья для производства сыров в осенне-зимний период является одной из важных задач биотехнологии. Решить ее можно путем улучшения качества кормов, поскольку они напрямую влияют на функционально-технологические свойства молока-сырья [3, 5, 10].

Традиционно применяемые сельскохозяйственные культуры для консервирования, как правило, содержат недостаточное количество белка [8], в связи с чем поиск высокобелковых нетрадиционных кормовых культур является актуальной задачей. К таким культурам можно отнести амарант, в зеленой массе которого содержание белка в 2 раза превышает это значение по сравнению с зеленой массой кукурузы [9]. Кроме того, белок амаранта сбалансирован по аминокислотному составу, что позволяет составлять более сбалансированные рационы, способствующие повышению функционально-технологических свойств молока-сырья для производства сыров.

Цель работы – исследовать влияние консервированных кормов в рационе коров на пригодность молока-сырья для производства сыров.

## Материалы и методы

Применяли амарантовый силос, полученный из зеленой массы амаранта путем консервирования с помощью разработанной заквасочной культуры [9]. Научно-хозяйственный опыт проводили на базе КФХ Коровников И.И., Хохольского района Воронежской области. Молоко получали от двух групп дойных коров голштино-фризской породы со средней продуктивностью 4200 кг молока, отобранных по принципу аналогов. Рационы опытной и контрольной групп в соответствии с принятой схемой опыта включали консервированный корм из зеленой массы амаранта и кукурузы. Коров кормили в течение 105 дней и проводили оценку функционально-технологических свойств молока-сырья в соответствии с ТУ 9811–153–04610209–2004. Определение массовой доли жира проводили по ГОСТ 31449–2013, массовой доли белка – по ГОСТ 34454–2018, общей титруемой кислотности – по ГОСТ Р 54669–2011.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 32901–2014, БГКП – по ГОСТ 32901–2014, редуцтазную, сычужную и сычужно-бродильную пробу – по ГОСТ 32901–2014.

## Результаты и обсуждение

Исходя из полученных результатов исследования (таблица 1) можно отметить увеличение объема получаемого молока на 11,9% в опытной группе по сравнению с контрольной и улучшение функционально-технологических свойств молока-сырья. Включение в рацион коров в осенне-зимний период высокобелкового консервированного корма из амаранта способствовало увеличению содержания белка в молоке на 0,2%; при этом доля казеина выросла на 0,13% и составила 2,57% в опытной группе по сравнению с 2,41% в контрольной. Известно, что казеин является важным белковым компонентом молока при производстве сыра. Недостаточное его содержание влияет не только на структурно-механические свойства сгустка, но и на выход готового продукта при обработке сырного зерна [6]. Массовая доля жира в опытном образце увеличилась на 0,38%. При определении сыропригодности молока важную роль играют соотношения компонентов молока, таких как жир:белок; жир:СОМО; белок:СОМО. Данные соотношения в обеих группах находились в нормируемых пределах, однако увеличение содержания белка (в том числе, казеина), жира и других составляющих в молоке коров опытной группы свидетельствует об улучшении его качества и пригодности к производству сыра.

Анализ таких показателей, как кислотность, плотность и группа чистоты молока показал, что они соответствовали требованиям стандарта. Однако плотность молока, полученного от коров опытной группы, была выше, что коррелировало с увеличением содержания сухих веществ в молоке. Снижение кислотности молока опытной группы по сравнению с контрольной на 0,4 °Т косвенно свидетельствовало о меньшей обсемененности микрофлорой молока от опытной группы коров и более высоком его качестве.

При определении ветеринарно-санитарных показателей молока-сырья отмечено преимущество в группе коров, рацион которой содержал опытный консервированный корм из амаранта. Бактериальная загрязненность молока контрольной и опытной групп находилась в пределах нормы. Однако в опытной группе отмечалось снижение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по отношению к контролю на 5,6% (таблица 2), что коррелировало со снижением кислотности молока.

Таблица 1.  
Сравнительная характеристика функционально-технологических свойств и химических показателей  
молока-сырья в зависимости от рациона коров

Table 1.  
Comparative characteristics of functional and technological properties and chemical indicators  
of milk as a raw material depending on the diet

Показатель Indicator	Молоко-сырье Milk as a raw material		Норматив по ТУ 9811-153-04610209-2004 Standard for ТУ 9811-153-04610209-2004
	Контроль Test	Опыт Experimental	
Объем получаемого молока, кг молока от коровы Volume of milk received, kg milk from a cow	13,50	15,10	-
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	3,67	4,05	≥ 3,1
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	3,05	3,25	≥ 2,8
Казеин, %   Casein, %	2,41	2,57	≥ 2,40
Сывороточные белки, %   Whey protein, %	0,64	0,68	-
Массовая доля лактозы, % Mass fraction of lactose, %	4,70	4,77	≥ 4,70
Сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), % Dry skimmed milk residue (DSMR), %	8,50	8,60	≥ 8,50
Фосфор, мг%   Phosphorus, mg%	88,30	91,50	92,0
Кальций, мг%   Calcium, mg%	118,90	121,3	110,0-140,0
Сухие вещества, %   Dry matter, %	12,00	12,55	12,00-13,00
Соотношение жир:белок The ratio of fat: protein	1,20	1,24	1,10-1,25
Соотношение жир:СОМО The ratio of fat: DSMR	0,43	0,47	0,40-0,47
Соотношение белок:СОМО The ratio of protein: DSMR	0,36	0,38	0,36-0,44
Кислотность, °Т   Acidity, °Т	18,00	17,60	16,0-19,0
Группа чистоты, не ниже группы Purity group, not below the group	I	I	I
Плотность, кг/м <sup>3</sup>   Density, kg/m <sup>3</sup>	1027,40	1028,03	≥ 1027,00
Термоустойчивость, группа Thermal stability, group	1	1	Не ниже 1

Таблица 2.  
Ветеринарно-санитарные показатели молока-сырья

Table 2.  
Название таблицы на английском языке

Показатель Indicator	Молоко-сырье Milk as a raw material		Норматив по ТУ 9811-153-04610209-2004 Standard for ТУ 9811-153-04610209-2004
	Контроль Test	Опыт Experimental	
Бродильная проба, класс The fermentation test, the class	II	II	I, II
Сычужно-бродильная проба, класс Rennet-fermentation test, class	II	I	I, II
Количество спор лактосбраживающих маслянокислых микроорганизмов, тыс./дм <sup>3</sup> Number of spores of lactate-fermenting butyric acid microorganisms, thousand/dm <sup>3</sup>	12,9	11,4	Не более 13,0
КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup> Number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, colonies forming units/cm <sup>3</sup>	0,18 · 10 <sup>5</sup>	0,17 · 10 <sup>5</sup>	Не более 1,0 · 10 <sup>5</sup>

### Заключение

Включение в рацион лактирующих коров высокобелкового консервированного корма из амаранта способствовало улучшению функционально-технологических свойств молока-сырья в осенне-зимний период, в том числе для производства сыра. При увеличении объема молока, получаемого от коров опытной группы, на 11,9%, оно имело значительное преимущество в сравнении с контролем, а именно: содержание жира и белка увеличилось на 0,38 и 0,20% соответственно; соотношения жир:белок, жир:СОМО и белок:СОМО были лучше по сравнению с контролем. По ветеринарно-санитарным показателям опытная партия молока превосходила молоко контрольной группы: сычужно-бродильная проба

соответствовала I классу молока в опытной группе и II классу – в контрольной. В опытной группе отмечалось снижение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов по отношению к контролю на 5,6%, что коррелировало со снижением кислотности молока. Основной причиной отмеченных изменений следует признать влияние рационов кормления коров с включением высокобелкового амарантового корма, сбалансированного по аминокислотному составу, на синтез составных частей молока.

### Благодарности

Исследования выполнены при поддержке государственного задания Минобрнауки РФ №40.4149.2017/ПЧ.

### Литература

- 1 Кибкало Л.И., Ткачева Н.И., Филиппская О.Ю. Сыропригодность молока при выработке Российского сыра // Переработка молока. 2011. № 1. С. 60–61.
- 2 Лях В.Я., Шергина И.А., Садовая Т.Н. Справочник сыродела. Санкт-Петербург: Профессия, 2011. 680 с.
- 3 Савина И.П., Семенов С.Н. Cheese suitability of milk. Innovative ways and solutions. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. 159 с.
- 4 Свириденко Г.М. Критерии качества и безопасности молока-сырья // Молочная промышленность. 2005. № 6. С. 22–25
- 5 Франковская С.А. Технологические свойства коровьего молока и качество молочных белковых продуктов // Кузбасс: образование, наука, инновации: материалы Инновационного конвента. Кемерово, 2012. С. 250–252.
- 6 Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Malacarne M., Bittante G. et al. Variations in milk protein fractions affect the efficiency of the cheese-making process // J Dairy Sci. 2018. V. 101. P. 8788–8804. doi: 10.3168/jds.2018-14503.
- 7 Drake M.A., Delahunty C.M. Sensory Character of Cheese and Its Evaluation // Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 2017. P. 517–545.
- 8 Migliorati L., Boselli L., Pirlo G., Moschini M. et al. Corn silage replacement with barley silage in dairy cows' diet does not change milk quality, cheesequality and yield // J Sci Food Agric. 2017. V. 97. № 10. P. 3396–3401. doi: 10.1002/jsfa.8190
- 9 Pavlenkova S.V., Shuveva G.P., Mescheryakova O.L., Miroshnichenko L.A. et al. Amaranth – A promising crop for fodder manufacturing // Journal of Biotechnology: European biotechnology congress. 2017. Dubrovnik, Croatia. P. 27
- 10 Şahin A., Çimen M. Suitability of protein/fat ratio of conventional raw milk from Autumn Season to production of different cheese types // Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2018. V. 13. № 1. P. 236–239. URL: <http://www.innspub.net>

### References

- 1 Kibkalo L.I., Tkacheva N.I., Filippskaya O.Yu. Cheese suitability of milk in the production of Russian cheese // Milk Processing. 2011. no. 1. pp. 60–61. (in Russian).
- 2 Lyakh V.Ya., Shergina I.A., Sadovaya T.N. Reference book of the cheese maker. Saint Petersburg, Profession, 2011. 680 p. (in Russian).
- 3 Savina I.P., Semenov S.N. Syroprigodnogo milk. Innovative ways and solutions. Voronezh, VSAU, 2017. 159 p. (in Russian).
- 4 Sviridenko G.M. Criteria for the quality and safety of milk as raw material. Dairy industry. 2005. no. 6. pp. 22–25. (in Russian).
- 5 Frankovskaya S.A. Technological properties of cow's milk and the quality of milk protein products. Kuzbass: education, science, innovation: materials of the Innovation Convention. Kemerovo, 2012. pp. 250–252. (in Russian).
- 6 Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Malacarne M., Bittante G. et al. Variations in milk protein fractions affect the efficiency of the cheese-making process. J Dairy Sci. 2018. vol. 101. no. 10. pp. 8788–8804. doi: 10.3168/jds.2018-14503.
- 7 Drake M.A., Delahunty C.M. Sensory Character of Cheese and Its Evaluation. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. 2017. pp. 517–545.
- 8 Migliorati L., Boselli L., Pirlo G., Moschini M. et al. Corn silage replacement with barley silage in dairy cows' diet does not change milk quality, cheesequality and yield. J Sci Food Agric. 2017. vol. 97. no. 10. pp. 3396–3401. doi: 10.1002/jsfa.8190
- 9 Pavlenkova S.V., Shuveva G.P., Mescheryakova O.L., Miroshnichenko L.A. et al. Amaranth – A promising crop for fodder manufacturing. Journal of Biotechnology: European biotechnology congress. 2017. Dubrovnik, Croatia. pp. 27
- 10 Şahin A., Çimen M. Suitability of protein/fat ratio of conventional raw milk from Autumn Season to production of different cheese types. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2018. vol. 13. no. 1. pp. 236–239. Available at: <http://www.innspub.net>

**Сведения об авторах**

**Светлана В. Павленкова** аспирант, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sveta5501pavlenkova@ya.ru

**Галина П. Шуваева** к.б.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gpshuv@mail.ru

**Лидия А. Мирошниченко** к.т.н., директор, ООО «Русская Олива», ул. Лебедева, 4, г. Воронеж, 394036, Россия, lidamir@mail.ru

**Татьяна В. Свиридова** к.б.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sviridovav@ya.ru

**Ольга С. Корнеева** д.б.н. профессор, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, korneeva-olgas@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2863-0771>

**Екатерина А. Мотина** к.т.н., кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, emotina18@mail.ru

**Information about authors**

**Svetlana V. Pavlenkova** graduate student, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sveta5501pavlenkova@ya.ru

**Galina P. Shuvaeva** Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gpshuv@mail.ru

**Lidia A. Miroshnichenko** Cand. Sci. (Engin.), director, RusOliva, Lebedeva Str., 4, Voronezh, 394036, Russia, lidamir@mail.ru

**Tatiana V. Sviridova** Cand. Sci. (Biol.), associate professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sviridovav@ya.ru

**Olga S. Korneeva** Dr. Sci. (Biol.), professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, korneeva-olgas@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2863-0771>

**Ekaterina A. Motina** Cand. Sci. (Engin.), biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, emotina18@mail.ru

**Вклад авторов**

**Светлана В. Павленкова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Галина П. Шуваева** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

**Лидия А. Мирошниченко** консультация в ходе исследования

**Татьяна В. Свиридова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Ольга С. Корнеева** предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания

**Екатерина А. Мотина** консультация в ходе исследования

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution**

**Svetlana V. Pavlenkova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Galina P. Shuvaeva** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Lidia A. Miroshnichenko** consultation during the study

**Tatiana V. Sviridova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Olga S. Korneeva** proposed a scheme of the experiment and organized production trials

**Ekaterina A. Motina** consultation during the study

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 11/11/2019	<b>После редакции</b> 19/11/2019	<b>Принята в печать</b> 30/11/2019
<b>Received</b> 11/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 19/11/2019	<b>Accepted</b> 30/11/2019

## Прогноз и перспективы формирования потребительских предпочтений в области экологически чистых продуктов на региональном рынке

Ирина В. Черемушкина<sup>1</sup> [irinacher2010@yandex.ru](mailto:irinacher2010@yandex.ru)  0000-0002-427-9587

Ольга В. Осенева<sup>1</sup> [oseneva.olga@yandex.ru](mailto:oseneva.olga@yandex.ru)

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, г. Воронеж, 304036, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы формирования потребительских предпочтений на рынке «экологически чистых продуктов» в регионе. Закон «Об органической продукции» вводит понятия органической продукции, а для ее изготовителей регулирует нормы производства, хранения, транспортировки, маркировки и реализации, а также закон дает определение органического сельского хозяйства. Произведена оценка состояния рынка и отношения россиян к качественным продуктам по ряду критериев и проведено сравнение результатов с аналогичными показателями за период с 2015 года по 2019 год. Проанализированы основные направления продвижения биопродуктов на региональный рынок. На сегодняшний день в органическом сегменте в основном производятся базовые продукты — питьевое молоко, творог, сметана. Биопродукты — более дорогой продукт, доступный далеко не всем слоям общества. Платить больше за экологически чистые продукты готовы порядка двух третей потребителей. Необходимость экономить пересиливает стремление к здоровому питанию, поэтому 40% респондентов не готовы платить за высокое качество продуктов, и эта цифра неуклонно растет на протяжении последних четырех лет. В результате исследования выявлено, что рост популярности здорового образа жизни приводит к тому, что российские потребители хотели бы видеть больше натуральных продуктов на полках магазинов и около 30% из них заявляют, что маркировка на упаковке «натуральный», «organic», «ЭКО» дополнительный стимул к покупке. Приведенные в статье исследования позволяют прогнозировать рост и развитие данной категории продуктов в будущем

**Ключевые слова:** органическое сельское хозяйство, биопродукты, продвижение продукции, предпочтения, рынок.

## Forecast and prospects for the formation of consumer preferences in the field of environmentally friendly products in the regional market

Irina V. Cheremushkina<sup>1</sup> [irinacher2010@yandex.ru](mailto:irinacher2010@yandex.ru)  0000-0002-427-9587

Olga V. Oseneva<sup>1</sup> [oseneva.olga@yandex.ru](mailto:oseneva.olga@yandex.ru)

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, 19 Revolution Ave., Voronezh, 304036, Russia

**Abstract.** The article considers the formation of consumer preferences in the market of "environmentally friendly products" in the region. The Law "On Organic Products" introduces the concept of organic products, and for its producers it regulates the norms of production, storage, transportation, labeling and sales, and the law defines organic agriculture. The market condition was assessed in relation to Russians to quality products according to a number of criteria and the results were compared with similar indicators for the period from 2015 to 2019. The data are based on the socio-economic studies of Romir. The main directions of promoting biological products to the regional market are analyzed. Today, in the organic segment, basic products are mainly produced - drinking milk, cottage cheese, sour cream. Bioproducts are a more expensive product, therefore, it will not be available to everyone. About two-thirds of consumers are willing to pay more for organic and non-GMO products. The need to save overpowers the desire for a healthy diet, so 40% of respondents refuse to overpay for the quality of products, and this figure has been growing steadily over the past four years. The study revealed that the growing popularity of a healthy lifestyle leads to the fact that Russian consumers would like to see more natural products on store shelves and about 30% of them say that the labels on the packaging are "natural", "organic", "ECO" - are an additional incentive to shopping. Thus, the studies presented in the article allow forecasting the growth and development of this category of products in the future.

**Keywords:** organic agriculture, organic products, product promotion, preferences, market.

### Введение

Для РФ проблема обеспечения продовольственной безопасности является вопросом, определяющим национальную безопасность. Создание многофункциональной системы продовольственной безопасности является залогом

стабильного существования и процветания страны в целом. В последние годы возросло техногенное влияние на окружающую среду, что негативно сказывается на здоровье человека и качестве продуктов питания.

Для цитирования

Черемушкина И.В., Осенева О.В. Прогноз и перспективы формирования потребительских предпочтений в области экологически чистых продуктов на региональном рынке // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 171–177. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-171-177

For citation

Cheremushkina I.V., Oseneva O.V. Forecast and prospects for the formation of consumer preferences in the field of environmentally friendly products in the regional market. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 171–177. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-171-177

Органическое сельское хозяйство в настоящее время развивают 179 стран мира, в нем занято более 2 млн производителей, о чем свидетельствуют данные Национального органического союза. 89 стран имеют свои законы в области производства и реализации органической продукции. Прирост производства ежегодно в данном сегменте продукции составляет от 12 до 15%, и, темпы по прогнозам специалистов сохраняются до 2025 года.

Россия по производству органических продуктов занимает 0,2% от мирового рынка, но обладает большим потенциалом для расширения производства. По оценке экспертов, Россия в ближайшем будущем может завоевать от 10% до 25% рынка органических продуктов [1].

Экологически безопасная сельскохозяйственная продукция в течение принятого для различных видов «производственно-торгового цикла» (производство – переработка – потребление) должна полностью соответствовать установленным общегигиеническим,

органолептическим, технологическим и токсикологическим нормативам и не оказывать негативного влияния на состояние окружающей среды и на здоровье человека.

Основными задачами органического (биологического) производства продуктов является защита потребителей и их информирование о контроле качества, потенциальной пользе для здоровья.

### Материалы и методы

Директивой Европейского Союза «Общеввропейское соглашение по органическому производству сельскохозяйственной продукции» № 834/2007 от 01 июня 2009 г. определено понятие экологическое (органическое, биологическое) производство (рисунок 1).

Понятие «экологическое (органическое, биологическое) производство» было определено в директиве ЕС «Общеввропейское соглашение по органическому производству сельскохозяйственной продукции № 2092/91 от 24 июня 1991 г.». С 1 июня 2009 г. действует новая директива за номером 834/2007 (рисунок 1).

Понятие «экологическое (органическое, биологическое) производство»	The concept of " ecological (organic, biological) production»
Нормы экологического земледелия	Norms of ecological agriculture
Ограничение использования в хозяйствах, производящих экологически чистую продукцию, генномодифицированного посевного материала, клонирования и облучения, синтетических и химических средств обработки почвы и защиты растений. Использование только посевного материала, выращенного в экологически безопасных территориях и хозяйствах	Restriction of the use of genetically modified seed material, cloning and irradiation, synthetic and chemical means of soil treatment and plant protection in farms that produce environmentally friendly products. Use only seed material grown in ecologically safe areas and farms
Нормы экологического животноводства.	Norms of ecological animal husbandry.
Применение исключительно экологических кормов, запрет использования синтетических добавок, стимуляторов роста и генных технологий. Применение свободного выгула и выпаса животных в летнее время.	The use of exclusively ecological feed, the prohibition of the use of synthetic additives, growth promoters and gene technologies. Use of free-range and grazing animals in the summer.
Маркировку продуктов экологического сельского хозяйства	Marking of products of ecological agriculture
Маркировка предполагает наличие специального кода рядом с логотипом, в котором указаны страна-производитель и номер контрольного пункта. Для продукции, импортируемой из стран, не входящих в ЕС, маркировка может быть использована добровольно – как и для нерасфасованного продукта	Marking requires the presence of a special code next to the logo, which indicates the country of origin and the number of the control point. For products imported from countries outside the European Union, the label can be used voluntarily-as well as for non-packaged products

Рисунок 1. Основные показатели, характеризующие понятие «экологическое (органическое, биологическое) производство»

Figure 1. Main indicators that characterize the concept of «ecological (organic, biological) production»

Для продвижения на рынок экологически чистых продуктов широко используются перспективные маркетинговые технологии. Следует отметить, шесть основных направлений деятельности, представленных на рисунке 2.

В настоящее время торговые предприятия, в том числе российские делают ставку на эко-органик продукцию, как на новый способ увеличить продажи в рознице и удовлетворить запрос на качественные и безопасные для здоровья продукты.

По действующему законодательству к экологически чистой продукции относится органическая продукция, при производстве которой не используются агрохимикаты, пестициды, антибиотики, стимуляторы роста за исключением тех, которые разрешены к применению ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации" № 280 от 03.08.2018 г.

Современные маркетинговые технологии в системе продвижения экологически чистых продуктов	Modern marketing technologies in the promotion of environmentally friendly products
Международная федерация экологического сельскохозяйственного движения (IFOAM) курирует выставки биопродукции. Одна из самых крупных из них проводится в немецком городе Нюрнберг – BioFach. BioFach проводятся также в США, Японии, Бразилии, Китае	The International Federation of Ecological Agricultural Movement (IFOAM) oversees bio-product exhibitions. One of the largest of them is held in the German city of Nuremberg - BioFach. BioFach are also held in the USA, Japan, Brazil, China
Международные конкурсы биопродукции. Международная Органическая Винная Премия (MUNDUSvini International Wine Awards) проводится в Германии, ее курирует Международной организации винограда и вина (OIV) и Международный Союз Экологов (UIOE)	International bioproduction competitions. The International Organic Wine Award (MUNDUSvini International Wine Awards) is held in Germany and is overseen by the International Organization of Grapes and Wine (OIV) and the International Union of Ecologists (UIOE)
Основными каналами сбыта экологически чистых продуктов являются розничные продажи, например, в Австрии такие продажи составляют до 71%. Специализированные магазины на втором месте по реализации биопродуктов, а третье место занимают прямые поставки от производителей	The main sales channels for organic products are retail sales, for example, in Austria, such sales account for up to 71%. Specialized stores are in second place in the sale of bio-products, and direct deliveries from manufacturers are in third place.
Деятельность Евросоюза, Международной федерации движения органического сельского хозяйства (IFOAM): субсидии, в т. ч. для проведения научных исследований. Проводится Всемирный конгресс IFOAM, на нем комитет экспертов рассматривает представленные научные работы	The activities of the European Union, the International Federation of Organic Agriculture (IFOAM): subsidies, including for research. The IFOAM World Congress is held, where a committee of experts reviews the submitted research papers.
Доступное и своевременное информирование потребителей. Проведение образовательных курсов для преподавателей, студентов, школьников: кулинарных курсов; экскурсионные маршруты на биофермы	Affordable and timely consumer information. Conducting educational courses for teachers, students, schoolchildren: cooking classes; excursion routes to biofarm
Совершенствование системы доставки экопродуктов напрямую от производителей к потребителям. Разработаны программы в виде абонементных корзин, благодаря которым покупатели заказывают продукты на сайте производителя и их привозят в условленное место и время	Improving the delivery system of eco-products directly from manufacturers to consumers. Programs have been developed in the form of subscription baskets, thanks to which customers order products on the manufacturer's website and bring them to the appointed place and time

Рисунок 2. Современные маркетинговые технологии в системе продвижения экопродуктов

Figure 2. Modern marketing technologies in the system of promotion of eco-products

В РФ действует ряд законодательных актов и стандартов, которые регламентируют применение безопасных для человека и окружающей среды средств. Исчерпывающий список таких веществ, основывающийся на мировой практике, содержится в соответствующих приложениях к Межгосударственному ГОСТ 33980–2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации». Новый закон об «экологически чистых» продуктах становится риском для развития рынка органики в России и экспорта органических продуктов за рубеж [2].

С 1 января 2017 года в России введен национальный стандарт порядка проведения добровольной сертификации органической продукции [9]. В соответствии с нормативным документом продукция прошедшая сертификацию получает разрешение на применение знака соответствия подтверждающего органический характер товара.

Для большей части потребителей экологически чистые продукты (органические) отвечают первичным критериям, представленным на рисунке 3.

Термин экологически чистые продукты не отражает комплексный подход к его производству.

Экологичность является только преимуществом биоорганических продуктов. В таких странах как Нидерланды, Испания, Норвегия, США органические продукты принято называть экопродуктами. Видовая классификация продуктов по степени «органичности» представлена на рисунке 4.

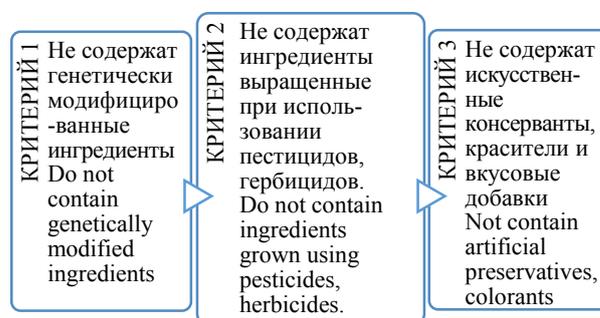


Рисунок 3. Первичные критерии идентификации экологически чистых продуктов питания для потребителей

Figure 3. Primary criteria for identifying environmentally friendly food products for consumers

Классификация экопродуктов по признакам	Classification of organic food on the grounds
NP: Natural Products	NP: Natural Products
Продукты полностью или частично состоят из ингредиентов природного происхождения. Использование химических добавок и искусственных наполнителей минимально. В основном это продукты произведены из сырья, выращенного на земле, подвергшейся специальной процедуре обработки без использования химических препаратов.	Products consist entirely or partially of ingredients of natural origin. The use of chemical additives and artificial fillers is minimal. Basically, these products are made from raw materials grown on land that has undergone a special processing procedure without the use of chemicals.
FF: Functional-Foods	FF: Functional-Foods
Продукты с искусственным добавлением полезные для организма вещества и составных компонентов, повышающих защитные функции организма (витаминизированные мясные паштеты для детского питания)	Products with artificial addition of substances useful for the body and components that increase the protective functions of the body (fortified meat pates for baby food)
Nutraceuticals	Nutraceuticals
Специальные добавки натурального происхождения к рецептуре, улучшающие «полезность» готового продукта (витамины, экстракты из различных растений)	Special additives of natural origin to the recipe, improving the "usefulness" of the finished product (vitamins, extracts from various plants)

Рисунок 4. Видовая классификация экопродуктов

Figure 4. Species classification of ecoproducts

По исследованиям маркетинговой компании Nielsen, на тему распространения эко продукции и предпочтениях потребителей в 2018 году было выявлено, что приблизительно 80% российских потребителей отдают предпочтение продуктам для здорового питания, и готовы за них переплачивать. Половина потребителей, считают, что их запросы не могут быть удовлетворены имеющимися предложениями.

Рацион потребителей меняется, так практически 70% покупателей за последние три года стали больше приобретать свежих овощей и фруктов, 65% уменьшили употребление сахара, более 50% снизили потребление жиров, чуть более 60% отдают предпочтение диетическому питанию для профилактики хронических заболеваний. 34% россиян считают, что суперфуды могут стать альтернативой для профилактики хронических заболеваний, в то время, как в странах Европы данный показатель составляет 65% [3].

### Результаты и обсуждение

Рост популярности здорового образа жизни приводит к тому, что российские потребители хотели бы видеть больше натуральных продуктов на полках магазинов и около 30% из них заявляют, что маркировка на упаковке «натуральный», «organic», «ЭКО» – являются дополнительным стимулом к покупкам. Высокий покупательский интерес и экономическая целесообразность для производителей (эко-продукты примерно до 25% дороже, чем обычные товары) станут стимулом для развития тренда эко-продукции, товаров для здорового образа жизни. Эко маркировка – новый тренд роста продаж, но ее возможности стимулировать рост покупок распространены неравномерно по всем категориям товаров. Маркировочный знак «Органика», означает, что сертификацию прошла не только компания-производитель, но и фермерские хозяйства, и сельхоз организации,

занимающиеся производством, доставкой и упаковкой готовых продуктов.

Крупнейший частный исследовательский холдинг «Romir» в ходе очередного всероссийского опроса населения в 2015 и 2018 годах рассмотрел вопросы об отношении россиян к качественным продуктам. В результате опроса выявлено, что 72% россиян считают качественными продукты, не содержащие искусственных красителей и добавок (рисунок 5).

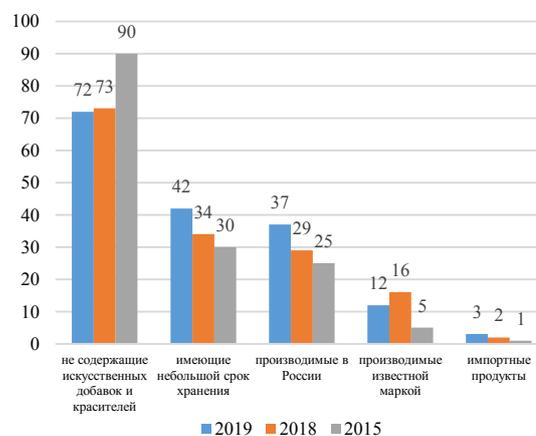


Рисунок 5. Критерии, характеризующие, по мнению потребителей, качество продуктов (%) (Источник данных: Ромир, 2015–2019)

Figure 5. Criteria that characterize the quality of products according to consumers ( %) (data Source: ROMIR, 2015-2019)

В опросе предлагалось несколько вариантов ответа, поэтому итоговая сумма превосходит 100%. За 2019 год цифра почти не изменилась по сравнению с 2018 годом, при том, что в 2015 году, такого мнения придерживались 90% респондентов.

Продукты, имеющие небольшой срок хранения, оценивают, как качественные 42% потребителей, в 2015 году данный показатель составлял 30%, в 2018 – 34%. Продукцию отечественных производителей предпочитают 37% потребителей и ассоциируют ее как качественную, в 2018 году – 29%, в 2015 году – 25%. Продукты известных производителей воспринимаются качественными 12% опрошенных, и эта доля сократилась на 4% по сравнению с прошлым годом, но по сравнению с 2015 годом данный показатель увеличился на 7%.

Для российских потребителей импортное происхождение продуктов, как знак качества, не является основополагающим, несмотря на то, что все больше сторонников придерживаются данного мнения, так в 2015 – 1%, в 2018 – 2% и в 2019 году – 3%. Для потребителей в возрасте от 18 до 24 лет существует привязанность к определенным брендам, именно респонденты данной возрастной группы отвечали положительно [8].

Основным критерием выбора продуктов является срок годности – 69%, в 2015 году данный показатель составлял 80%. (рисунок 6).

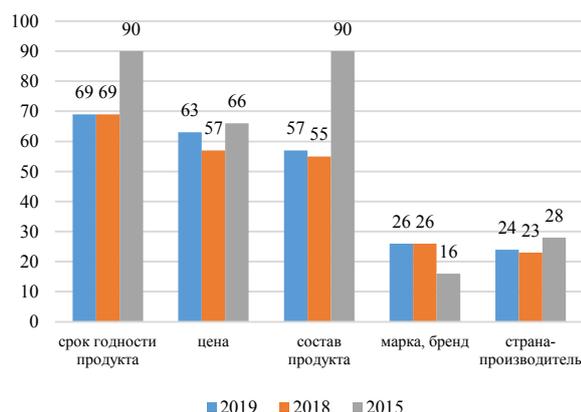


Рисунок 6. Критерии, на которые обращают внимание потребители при выборе и покупке продуктов питания (%) (Источник данных: Ромир, 2015–2019)

Figure 6. Criteria that consumers pay attention to when choosing and buying food (%) (data Source: ROMIR, 2015-2019)

Большая часть потребителей – 63% обращает внимания на цену продукта, по сравнению с 2018 годом показатель вырос на 6%, при этом в 2015 году он составлял 66%. Состав продукта важен для 57% потребителей, притом, что в 2015 году он составлял 90%. Приверженность определенным маркам при покупке в 2019 году составила 26% и по сравнению с 2018 годом изменилась на 1%, при том, что в 2015 году составляла 16%. Страна-производитель интересует каждого четвертого покупателя.

Платить больше за экологически чистые продукты и продукты без ГМО готовы порядка двух третей потребителей. Необходимость экономить пересиливает стремление к здоровому питанию, поэтому 40% респондентов отказываются переплачивать за качество продуктов, и эта цифра неуклонно растет на протяжении последних четырех лет (рисунок 7). В 2015 лишь 15% не были готовы платить больше, а в 2018 году эта цифра составила 32%.

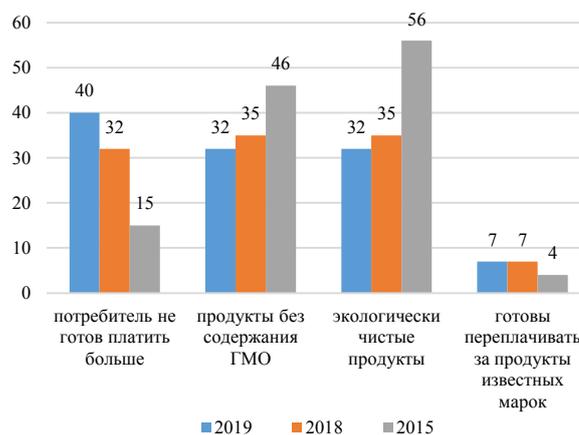


Рисунок 7. Критерии, за которые готовы платить покупатели при выборе продуктов питания (%) (Источник данных: Ромир, 2015–2019 гг.)

Figure 7. Criteria that customers are willing to pay for when choosing food (%) (data Source: ROMIR, 2015-2019)

Продукты без содержания генетически модифицированных организмов способны привлечь дополнительные затраты 32% потребителей. В 2015 году платить больше за продукты, не содержащие ГМО готовы были 46%, в прошлом году 35%. В 2015 году 56% потребителей были готовы потратить больше на приобретение экологически чистых продуктов, а в этом году – лишь 32%. В 2018 году 7% потребителей готовы переплатить за продукты известных и дорогих марок, и данный показатель сохранился в 2019 году, данная цифра за четыре выросла на 3% [4].

В настоящее время объем отечественного рынка органической продукции составляет, согласно данным Минсельхоза, 160 млн евро. При этом с учетом потенциальных возможностей России по пахотным землям, наличия больших запасов пресной воды, развития современных технологий в агропромышленном комплексе и роста спроса на экопродукцию, внутренний рынок к 2025 году может достичь объема до 5 млрд евро.

С 2020 года в России вступает в силу закон об органическом сельском земледелии, который четко определяет понятие органической продукции и требования к ней. Отдельно выделено производство, запрет на использование

агрехимикатов и пестицидов, стимуляторов роста. Создать бренд российской экологически чистой продукции поручил правительству президент РФ Владимир Путин в ежегодном послании Федеральному Собранию: «...наше естественное преимущество - это огромные природные возможности. Их нужно использовать для наращивания производства экологически чистой продукции». До 1 июля правительству было поручено подготовить «дорожную карту» по созданию «зеленых» брендов.

Для оценки качества и соответствия продукции заявленным характеристикам будет создана сеть испытательных лабораторий. Контроль обращения экологически чистой продукции поручено осуществлять Россельхознадзору и Роспотребнадзору, полномочия которых закреплены отдельным постановлением правительства. Кроме того, в России планируется проведение паспортизации земель сельхозназначения, пригодных для органического земледелия и ведение их цифрового реестра.

Для идентификации и продвижения отечественной экологически чистой продукции на внутреннем и внешнем рынках разработана концепция российского бренда экологически чистой продукции, так же его суббрендов. Все это направлено на повышение уровня доверия покупателей к российской экологически чистой продукции. Важным является и защита добросовестных товаропроизводителей от «серого» бизнеса, спекулирующего темой органики и поставляющего на прилавки магазинов био- и эко-фальсификат.

«Дорожная карта» разработана Минсельхозом и согласована с профильными ведомствами – МИД, Минкомсвязи, Минприроды, Минпромторгом, Роспотребнадзором, Россельхознадзором и Росаккредитацией. Первоочередной задачей является создание и популяризация знака органической продукции, а так же создание и ведение государственного реестра производителей органической продукции.

Минсельхоз подготовил "дорожную карту" по реализации закона об органике. Создание единого знака органической продукции и единого государственного реестра производителей органической продукции является первоочередной задачей [2].

На конференции Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, которая прошла в Воронеже в мае 2018 года, было заявлено: регион действительно обладает большими возможностями для развития органического

сельского хозяйства. И причина понятна: чернозем плодороден от природы, ему не нужны вредные химически удобрения, чтобы давать хороший урожай. А на региональном совещании по актуальным вопросам АПК представители власти, банков и фермерских хозяйств согласились, что необходимо выстраивать меры господдержки для аграриев, нацеленных на эко-производство. Например, обеспечивать компенсацию части затрат производителей органической продукции на топливо, удобрения, приобретение техники и мелиоративные работы. В результате в Воронежской области планируется сформировать экокластер, включающий не менее 15 заинтересованных хозяйств, выпускающих органическую продукцию. Причем она должна соответствовать международным экологическим стандартам [5,7].

В 2020 году вступит в силу Закон «Об органическом земледелии», где четко прописаны параметры экологических продуктов, нормативы по земле. Появится ответственная за исполнение закона структура. Региональные власти готовы бесплатно провести сертификацию земель, оказывать поддержку предприятию в период трансформации участков (как правило, земля очищается от препаратов, которые используются в обычном земледелии, в течение трех лет). Кроме того, власти будут субсидировать 50% закупки органических удобрений. Пока Воронежская область – единственный регион, который предлагает такой пакет условий желающим присоединиться к органическому земледелию.

### Выводы

Главный фуд-тренд сегодня – натуральные, экологически чистые продукты. Воронежская область может стать экорегионом, в регионе высокий потенциал для развития: большое количество мелких фермерских, крестьянских хозяйств с землей, которая пока еще не подверглась глубокому химическому воздействию и вполне подходит для сертификации и производства таких продуктов.

В ходе проведенных исследований:

- выявлено, что 80% российских потребителей отдадут предпочтение продуктам для здорового питания, и готовы за них переплачивать;
- установлено, что большая часть потребителей – 63% обращает внимания на цену продукта;
- установлено, что экологически чистые продукты способны привлечь дополнительные затраты 32% потребителей.

## Литература

- 1 Cheremushkina I.V., Ryazanov A.N., Samokhvalov A.A. Biotech Cluster as a Criterion of Food Security Formation // Contributions to Economics. 2017. P. 159–166.
- 2 Cheryomushkina I.V., Oseneva O.V., Ozherelyeva O.N. Role of Clusters in Promotion of Region's Economic Competitiveness // Contributions to Economics. 2017. P. 47–54.
- 3 Гурнович Т.Г., Петров Н.Р., Ульянов А.В. Мировые тенденции и перспективы развития рынка органических продуктов в России // Вектор экономики. 2019. № 10 (40). С. 18.
- 4 Закон об органической продукции: что изменится для отрасли? // Союз органического земледелия URL: <https://soz.bio/zakon-ob-organicheskoy-produkcii-cto-izmenitsya-dlya-otrasli/>
- 5 ГОСТ Р 57022-2016. Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства. М.: ИПК Издательство стандартов, 2016. 24 с.
- 6 Муравьев И. Экологический маркетинг как новый способ продвижения. Экомаркетинг. URL: <https://vc.ru/marketing/73507-ekologicheskij-marketing-kak-novyy-sposob-prodvizheniya-tovara>
- 7 Осенева О.В., Щетилина И.П. Структура потребительской корзины и оценка покупательной способности населения Воронежской области // Вестник ВГУТУ. 2018. № 3 (70). С. 102–107.
- 8 Россияне не готовы переплачивать за продукты. URL: <https://romir.ru/studies/rossiyane-ne-gotovy-pereplachivat-za-produkty>
- 9 Экорегон. Как будет развиваться воронежское органическое сельское хозяйство. URL: [https://chr.aif.ru/voronezh/ekoregion\\_kak\\_budut\\_razvivat\\_organicheskoe\\_selskoe\\_hozyaystvo\\_v\\_oblasti](https://chr.aif.ru/voronezh/ekoregion_kak_budut_razvivat_organicheskoe_selskoe_hozyaystvo_v_oblasti)
- 10 Shim D., Shin J., Kwak S.-Y. Modelling the consumer decision-making process to identify key drivers and bottlenecks in the adoption of environmentally friendly products // Business Strategy and the Environment. V. 27. № 8. doi: 10.1002/bse.2192

## References

- 1 Cheremushkina I.V., Ryazanov A.N., Samokhvalov A.A. Biotech Cluster as a Criterion of Food Security Formation. Contributions to Economics. 2017. pp. 159–166.
- 2 Cheryomushkina I.V., Oseneva O.V., Ozherelyeva O.N. Role of Clusters in Promotion of Region's Economic Competitiveness. Contributions to Economics. 2017. pp. 47–54.
- 3 Gurnovich T.G., Petrov N.R., Ulyanov A.V. World Trends and Prospects for the Development of the Market of Organic Products in Russia. Vector economy. 2019. no. 10 (40). pp. 18. (in Russian).
- 4 Organic Law: What will change for the industry? // Union of Organic Agriculture. Available at: <https://soz.bio/zakon-ob-organicheskoy-produkcii-cto-izmenitsya-dlya-otrasli/> (in Russian).
- 5 GOST R 57022-2016. Organic products. The procedure for voluntary certification of organic production. Moscow, ИПК Standards Publishing House, 2016. 24 p. (in Russian).
- 6 Muravyov I. Ecological marketing as a new way of promotion. Eco-marketing. Available at: <https://vc.ru/marketing/73507-ekologicheskij-marketing-kak-novyy-sposob-prodvizheniya-tovara>
- 7 Oseneva O.V., Shchetilina I.P. The structure of the consumer basket and the assessment of the purchasing power of the population of the Voronezh region. Bulletin of the SSGUTU. 2018. no. 3 (70). pp. 102–107. (in Russian).
- 8 Russians are not ready to overpay for products. Available at: <https://romir.ru/studies/rossiyane-ne-gotovy-pereplachivat-za-produkty> (in Russian).
- 9 Ecoregion. How will Voronezh organic agriculture develop. Available at: [https://chr.aif.ru/voronezh/ekoregion\\_kak\\_budut\\_razvivat\\_organicheskoe\\_selskoe\\_hozyaystvo\\_v\\_oblasti](https://chr.aif.ru/voronezh/ekoregion_kak_budut_razvivat_organicheskoe_selskoe_hozyaystvo_v_oblasti) (in Russian).
- 10 Shim D., Shin J., Kwak S.-Y. Modelling the consumer decision-making process to identify key drivers and bottlenecks in the adoption of environmentally friendly products. Business Strategy and the Environment. vol. 27. no. 8. doi: 10.1002/bse.2192

## Сведения об авторах

**Ирина В. Черемушкина** д.т.н., доцент, зав. кафедрой, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, 394036, Россия, [irinacher2010@yandex.ru](mailto:irinacher2010@yandex.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-427-9587>

**Ольга В. Осенева** к.э.н., доцент, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, 394036, Россия, [oseneva.olga@yandex.ru](mailto:oseneva.olga@yandex.ru)

## Вклад авторов

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

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Irina V. Cheremushkina** Dr. Sci. (Engin.), associate professor, head department, trade and commodity department, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19 Revolution Ave., 394036, Russia, [irinacher2010@yandex.ru](mailto:irinacher2010@yandex.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-427-9587>

**Olga V. Oseneva** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, trade and commodity department, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19 Revolution Ave., 394036, Russia, [oseneva.olga@yandex.ru](mailto:oseneva.olga@yandex.ru)

## Contribution

All authors were equally involved in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 12/11/2019	После редакции 21/11/2019	Принята в печать 29/11/2019
Received 12/11/2019	Accepted in revised 21/11/2019	Accepted 29/11/2019

**Химическая технология****Chemical Technology**DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-178-183>

Оригинальная статья/Research article

УДК 678.742.2

Open Access

Available online at [vestnik-vsuet.ru](http://vestnik-vsuet.ru)**Влияние состава композиционного активатора вулканизации на свойства эластомеров**

Ольга В. Карманова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:karolga@mail.ru">karolga@mail.ru</a>	 0000-0003-2226-6582
Анастасия Ю. Фатнева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:doroxinanastja@mail.ru">doroxinanastja@mail.ru</a>	 0000-0003-0109-7222
Сергей Г. Тихомиров	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tikhomirov_57@mail.ru">tikhomirov_57@mail.ru</a>	 0000-0002-8192-0049
Любовь В. Попова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:luba030883@yandex.ru">luba030883@yandex.ru</a>	 0000-0002-9648-7620

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

**Аннотация.** Исследованы свойства резиновых смесей и вулканизатов, изготовленных с применением композиционного активатора вулканизации (КАВ) с пониженным содержанием оксида цинка. Разработаны технологические режимы получения новых активаторов вулканизации в виде сплава оксида цинка со смесью жирных кислот. Для придания удобной выпускной формы в состав опытных продуктов вводили тонкодисперсные наполнители разных типов: диоксид кремния, технический углерод, микроцеллюлозу, бентонит, шунгит. Изучены физико-химические свойства КАВ и установлено, что по значениям кислотного, йодного чисел опытные продукты удовлетворяют нормативным требованиям, предъявляемым к стеариновой кислоте. Проведен сопоставительный анализ свойств эластомеров опытных продуктов с широко применяемыми в качестве активаторов вулканизации оксидом цинка и стеариновой кислотой. Установлено, что использование опытных продуктов улучшает перерабатываемость композиций благодаря лучшему их диспергированию в эластомерной среде. Определены соотношения компонентов КАВ, обеспечивающие оптимальный комплекс вулканизационных и физико-механических свойств эластомеров, изготовленных на их основе. Показана эффективность действия КАВ при изготовлении эластомерных изделий – отмечено сокращение цикла смешения опытных композиций в среднем на 10 % по сравнению со стандартной резиновой смесью. Анализ результатов исследования подтвердил улучшение технологических и вулканизационных свойств резиновых смесей, стойкости к скорчингу. Показано, что применение композиционных активаторов вулканизации обеспечивает требуемый уровень физико-механических свойств резин даже при снижении содержания в опытном продукте оксида цинка до 20 % мас., а также улучшает диспергирование компонентов резиновой смеси, оказывая положительное влияние на технологические и вулканизационные свойства резиновых смесей.

**Ключевые слова:** резиновые смеси, смесь жирных кислот, оксид цинка, активатор вулканизации**The effect of the compositional curing activator formation on the properties of elastomers**

Olga V. Karmanova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:karolga@mail.ru">karolga@mail.ru</a>	 0000-0003-2226-6582
Anastasia Yu. Fatneva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:doroxinanastja@mail.ru">doroxinanastja@mail.ru</a>	 0000-0003-0109-7222
Sergei G. Tikhomirov	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tikhomirov_57@mail.ru">tikhomirov_57@mail.ru</a>	 0000-0002-8192-0049
Lubov V. Popova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:luba030883@yandex.ru">luba030883@yandex.ru</a>	 0000-0002-9648-7620

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** The properties of rubber compounds and vulcanizates made using a compositional curing activator with a low content of zinc oxide were studied in this work. Technological modes of obtaining new curing activator activators in the form of an alloy of zinc oxide with a mixture of fatty acids have been developed. To give a convenient outlet shape, finely dispersed fillers of various types were introduced into the experimental products: silicon dioxide, carbon black, microcellulose, bentonite, shungite. The physicochemical properties of compositional curing activator were studied and it was established that, according to the values of acid and iodine numbers, the experimental products satisfy the regulatory requirements for stearic acid. A comparative analysis of the properties of elastomers of experimental products with widely used as curing activator activators of zinc oxide and stearic acid is carried out. It was found that the use of experimental products improves the processability of the compositions due to their better dispersion in an elastomeric medium. The ratios of the compositional curing activator components are determined, which ensure the optimal complex of vulcanization and physical and mechanical properties of elastomers made on their basis. The effectiveness of the action of composite vulcanization activator in the manufacture of elastomeric products is shown - a reduction in the mixing cycle of experimental compositions by an average of 10% is noted compared to the standard rubber compound. The analysis of the research results confirmed the improvement of technological and vulcanization properties of rubber compounds, resistance to scorching. It is shown that the use of compositional curing activators provides the required level of physical and mechanical properties of rubbers even with a decrease in the content of zinc oxide in the experimental product to 20 wt%, and also improves the dispersion of the components of the rubber compound, having a positive effect on the technological and vulcanization properties of rubber compounds.

**Keywords:** rubber compounds, a mixture of fatty acids, zinc oxide, curing activator

Для цитирования

Карманова О.В., Фатнева А.Ю., Тихомиров С.Г., Попова Л.В. Влияние состава композиционного активатора вулканизации на свойства эластомеров // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 178–183. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-178-183

For citation

Karmanova O.V., Fatneva A.Yu., Tikhomirov S.G., Popova L.V. The effect of the compositional curing activator formation on the properties of elastomers. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 178–183. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-178-183

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Вулканизация является одним из важнейших процессов в технологии производства резиновых изделий. Как заключительный процесс получения резиновых изделий с заданными свойствами вулканизация имеет как теоретическое, так и практическое значение. Сложность протекающих при этом химических процессов, их специфичность для каучуков различной природы и строения обусловили исследования в этой области. К настоящему времени накоплен обширный экспериментальный материал по применению соединений различных классов в качестве вулканизирующих агентов и механизму их действия, выявлен ряд общих закономерностей, связывающих особенности вулканизационных структур с физико-механическими свойствами резин и разработаны технологические процессы получения резиновых изделий на основе каучуков различных типов [1–3]. При создании эластомерных материалов необходимо учитывать взаимодействие между компонентами вулканизирующих групп, на что указывает возрастающее количество исследований по данному направлению: создание синергических смесей ускорителей и активаторов вулканизации, молекулярных комплексов, эвтектических смесей для структурирования эластомеров и др. [4–7].

В настоящее время отечественная промышленность располагает ограниченным ассортиментом компонентов вулканизирующих групп, в связи с чем создание новых ингредиентов, в частности активаторов вулканизации, для удовлетворения потребностей резиновой промышленности представляется весьма актуальной задачей. Кроме того, на современном этапе производства вследствие высоких требований к готовым изделиям отмечаются определенные тенденции, связанные с повышением экологических требований к производимой продукции [8–10]. Таким образом, создание активирующих систем из комбинаций многоцелевых ингредиентов полифункционального действия, которые позволят оптимизировать технологию получения эластомеров, является важнейшей резинотехнической задачей в области химической технологии резины [11].

**Цель работы** – изучение свойств эластомеров, содержащих композиционные активаторы вулканизации с пониженным содержанием оксида цинка.

## Материалы и методы

Объектами исследования являлись композиционные активаторы вулканизации (КАВ), которые получали в виде сплавов оксида цинка (ГОСТ 202-84) с жирными кислотами (технический продукт ОАО «Евдаковский МЖК»). В состав активаторов были включены тонкодисперсные наполнители разной природы для обеспечения удобной выпускной формы в виде непылящего порошка: шунгитовый порошок марки «Новокарбон» (ТУ 2169-001-57753937-2002), диоксид кремния марки Б -120 (ГОСТ 18307-78), гранулированный технический углерод П-803 (ТУ 2166-002-66399044-2011), бентонит марки «TONSIL» (ТУ 5751-001-78035873-05), кристаллическая микроцеллюлоза (ТУ 9199-001-07508109).

Активаторы вулканизации получали в реакторе при 80 °С в течение 10 мин. Для изучения технологических, вулканизационных свойств резиновых смесей и физико-механических показателей вулканизатов с использованием КАВ изготавливали резиновые смеси на основе каучука СКС-30АРК по стандартной рецептуре бутадиен-стирольного каучука в соответствии с ASTM D 3185.

Композиции по стандартной рецептуре бутадиен-стирольного каучука готовили на лабораторных вальцах с фрикцией 1,00:1,28 и температурой поверхности валков (50±5) °С. Время смешения составляло 20 мин. Образцы для физико-механических испытаний получали прессованием композиций в вулканизационном прессе под давлением 50 МПа при 145 °С в течение 35 мин.

Использовали стандартные методы исследования, широко применяемые для изучения структуры и свойств полимеров: определение вязкости по Муни (ГОСТ Р 54552-2011), вулканизационных характеристик – на реометре (ГОСТ 12535-84), твердости – по Шору А (ГОСТ 263-75), упруго-прочностных свойств при растяжении (ГОСТ 270-75), испытание на стойкость в ненапряженном состоянии к воздействию жидких агрессивных сред (ГОСТ 9.030 – 74).

## Результаты и обсуждение

Для определения оптимального соотношения составляющих КАВ и влияния на основные свойства резиновых смесей и вулканизатов (время достижения оптимума вулканизации  $t_{90}$ , условное напряжение при удлинении на 300 %) использовали метод планирования эксперимента ПФЭ 2<sup>3</sup>. В итоге было выбрано соотношение СЖК:ZnO:Наполнитель=43:26:31 [11].

Свойства полученных КАВ контролировали по показателям: температура застывания, массовая доля влаги, кислотное и йодное число (таблица 1).

Таблица 1.

Свойства активаторов вулканизации

Table 1.

Properties of vulcanization activators

Показатель Indicator	Стеариновая кислота Т-32 Stearic acid T 32	КАВ-Ш CVA-S	КАВ-БС CVA-SW	КАВ-ТУ CVA-TC	КАВ-Б CVA-B	КАВ-МКЦ CVA-MCC
Т <sub>застыв.</sub> , °С, не ниже T <sub>Weave.</sub> , °С, not less than	50	49	49	49	49	49
Массовая доля влаги, %, не более Mass fraction of moisture, %, max.	0,2	0,3	0,2	0,2	0,5	0,5
Кислотное число, мг КОН/г Acid number, mg KOH/g	205	198	198	198	198	198
Йодное число, г I <sub>2</sub> / г, не более Iodine number, g I <sub>2</sub> / g, max	20	30	30	30	30	30

Анализ данных табл. 1 показал, что опытные продукты по значениям кислотного и йодного чисел удовлетворяют нормативным требованиям на стеариновую кислоту (ГОСТ 6484–96).

КАВ были испытаны в стандартной резиновой смеси на основе каучука СКС-30 АРК. В рецептуре стандартных смесей оксид цинка (3 мас. ч.) и стеариновую кислоту (1 мас. ч.) заменяли опытным продуктом (4 мас. ч.). При изготовлении композиций отмечено улучшение их обрабатываемости с использованием опытных активаторов вулканизации при сокращении времени цикла смешения в среднем на 10%.

Результаты исследований технологических свойств и вулканизационных характеристики резиновых смесей с опытными активаторами вулканизации представлены в таблица 2.

Анализ технологических и вулканизационных свойств резиновых смесей показал, что тип наполнителя в целом мало влияет на значения вязкости по Муни, применение бентонита в составе КАВ (образец КАВ-Б) привело к уменьшению вязкости до 62 усл. ед., а техуглерода

(образец КАВ-ТУ) – к повышению вязкости резиновых смесей до 70 усл. ед.

Отмечено, что данные вязкости по Муни не согласуются с значениями минимального крутящего момента  $M_{min}$  при обработке на реометре Монсанто, который несколько ниже у опытных образцов (как и максимальный крутящий момент  $M_{max}$ , и момент достижения степени вулканизации 90 % –  $M_{90}$ ). Это, очевидно, связано с тем, что при повышенной температуре (160 °С на реометре против 100 °С на вискозиметре Муни) смесь жирных кислот и цинковые мыла, образующиеся в процессе вулканизации, обеспечивают лучшие реологические характеристики резиновых смесей. Время начала вулканизации  $\tau_s$  исследуемых образцов колеблется в пределах от 1,5 мин у образцов с МКЦ (КАВ-МКЦ) до  $\approx$  4 мин у образцов с шунгитом (КАВ-Ш). Следует отметить, что время начала вулканизации опытных образцов меньше, чем у стандартного. Время достижения оптимума вулканизации  $\tau_{90}$  у всех исследуемых образцов значительно меньше стандартного в 1,5–2 раза.

Таблица 2.

Технологические свойства и вулканизационные характеристики резиновых смесей с опытными активаторами вулканизации

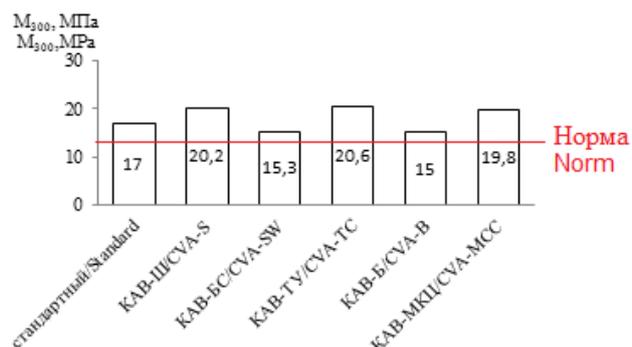
Table 2.

Technological properties and vulcanization characteristics of rubber compounds with experienced curing activators

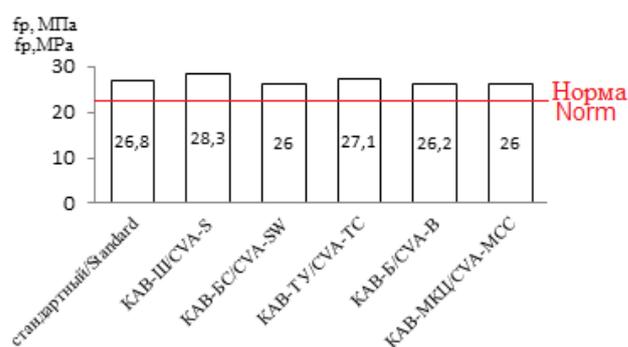
Показатель   Indicator	Шифры образцов   Codes of samples					
	Стандартный Standard	КАВ-Ш CVA-S	КАВ-БС CVA-SW	КАВ-ТУ CVA-TC	КАВ-Б CVA-B	КАВ-МКЦ CVA-MCC
Вязкость по Муни ML (1 + 4) 100 °С, усл. ед. Mooney viscosity ML (1 4) 100 °С, unit.	68	68	69	70	62	68
Реометрия, 160 °С, 30 мин   Rheometry, 160 °С, 30 min						
$M_{min}$ , дН×м   $M_{min}$ , dN · m	10,0	10,0	9,0	8,9	9,5	8,7
$M_{max}$ , дН×м   $M_{max}$ , dN · m	40,8	37,5	36,5	36,2	37,0	35,5
$M_{90}$ , дН×м   $M_{90}$ , dN · m	37,7	34,7	33,7	33,5	34,2	32,8
$\tau_s$ , мин   $\tau_s$ minutes	3,2	3,8	2,0	1,7	2,3	1,5
$\tau_{90}$ , мин   $\tau_{90}$ minutes	21,1	15,8	16,2	14,8	16,2	15,2
$\Delta\tau$ , мин <sup>-1</sup>   $\Delta\tau$ , minutes <sup>-1</sup>	5,5	8,3	7,0	7,6	7,2	7,3

Общая скорость вулканизации  $\Delta t$  у всех опытных образцов значительно выше, чем у образца без наполнителей. Высокую скорость вулканизации показали образцы с шунгитом (КАВ-Ш), белой сажей (КАВ-БС).

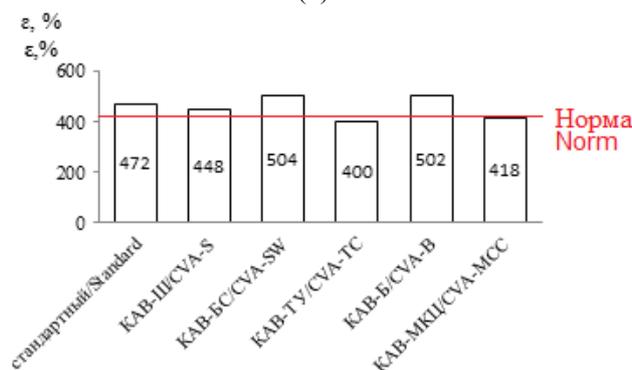
Анализ физико-механических показателей показал (рисунок 1), что резины имели высокие модули при растяжении на 300 % –  $M_{300}$  (образцы с шунгитом, теуглеродом, МКЦ). Это указывает на образование эффективной пространственной сетки вулканизатов, полученных в присутствии данных активаторов вулканизации.



(a)



(b)



(c)

Рисунок 1. Зависимости физико-механических показателей стандартных резиновых смесей от типа применяемого наполнителя: (a) – модуль при растяжении на 300%; (b) – условная прочность при растяжении; (c) – относительное удлинение

Figure 1. Dependence of physical and mechanical parameters of standard rubber compounds on the type of filler used: (a) – modulus of tension at 300%; (b) – conditional tensile strength; (c) – elongation

Таким образом, лучший комплекс упруго-прочностных показателей имели вулканизаты с композиционными активаторами вулканизации, содержащими в качестве наполнителей шунгит и теуглерод.

По плотности поперечного сшивания эти образцы имели близкие значения, на что указывают структурные характеристики вулканизатов (таблица 3): равновесная степень набухания  $Q_{РСН}$ , молекулярная масса между узлами вулканизационной сетки  $M_c$  и эффективная концентрация поперечных связей  $N_{эф}$ . В то же время все изучаемые активаторы вулканизации оказывают влияние на изменение модуля при растяжении ( $M_{300}$ ). Это может быть связано с проявлением активирующего действия применяемых тонкодисперсных порошков, а именно: вследствие высоких адсорбционных свойств применяемые наполнители могут адсорбировать на своей поверхности компоненты вулканизирующей группы

и участвовать в реакциях образования действительных агентов вулканизации, далее в формировании пространственной сетки вулканизата [12].

Таблица 3.

Структурные характеристики вулканизатов с различными активаторами вулканизации

Table 3.

Structural characteristics of vulcanizates with different curing activators

Образец Sample	$Q_{РСН}$ $Q_{RSN}$	$M_c$ , моль <sup>-1</sup> $M_c$ , mol <sup>-1</sup>	$N_{эф} \cdot 10^{-20}$ $N_{эф} \cdot 10^{-20}$
Стандартный Standard	3,64	414	6,56
КАВ-Ш   CVA-S	3,59	411	6,59
КАВ – БС   CVA-SW	2,93	369	7,35
КАВ-ТУ   CVA-TC	4,20	447	6,06
КАВ-Б   CVA-B	3,02	374	7,24
КАВ-МКЦ   CVA-MCC	4,49	452	6,53

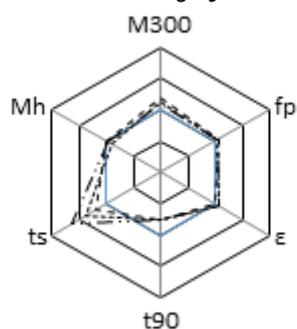


Рисунок 2. Сравнительный анализ основных свойств резиновых смесей и резин на основе композиционных активаторов вулканизации с различными наполнителями: – стандартный; – – – шунгит; – – – – техуглерод; –×–×– микроцеллюлоза

Figure 2. Comparative analysis of the basic properties of rubber mixes and rubbers on the basis of the compositional activators of vulcanization: – – – standard; – – – shungite; – – carbon black; –×–×–microcellulose

Обобщённый анализ свойств резиновых смесей и вулканизатов с опытными активаторами вулканизации (рисунок 2) показал, что

по активирующей способности и влиянию на технические свойства резины наилучшее влияние оказывают шунгит, техуглерод и МКЦ как наполнители опытных продуктов.

### Заключение

Установлено, что использование тонкодисперсных наполнителей – шунгита, гранулированного технического углерода, кристаллической микроцеллюлозы при изготовлении композиционных активаторов вулканизации обеспечивает получение продукта в виде непылящего порошка. При этом полученные вулканизаты удовлетворяют нормам контроля, в некоторых случаях превосходят стандартные резины, содержащие активаторы вулканизации оксид цинка и стеариновую кислоту.

Установлена возможность уменьшения дозировки оксида цинка в резиновых смесях за счет использования КАВ, содержание оксида цинка в котором снижено в 5 раз. При этом обеспечивается сохранение требуемого уровня вулканизационных характеристик и физико-механических показателей резин.

### Литература

- 1 Большой справочник резинщика. Часть 1: Каучуки и ингредиенты; под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012. 744 с.
- 2 Большой справочник резинщика. Часть 2: Резины и резинотехнические изделия; под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012. 648 с.
- 3 Каблов В.Ф. Современные тенденции эволюции рецептов резин // Каучук и резина. 2018. № 5. С. 14–16.
- 4 Mostoni S., Milana P., Credico B. et al. Zinc-based curing activators: new trends for reducing zinc content in rubber vulcanization process // Catalysts. 2019. V. 9. № 8. P. 664.
- 5 Maciejewska M., Sowińska A., Kucharska J. Organic zinc salts as pro-ecological activators for sulfur vulcanization of styrene-butadiene rubber // Polymers. 2019. V. 11. № 10. P. 1723.
- 6 Alam M. N., Potiyaraj P. Synthesis of nano zinc hydroxide via sol-gel method on silica surface and its potential application in the reduction of cure activator level in the vulcanization of natural rubber // Journal of Sol-Gel Science and Technology. 2017. V. 81. № 3. P. 903–911.
- 7 Карманова О.В., Попова Л.В., Пойменова О.В. Создание активирующих систем для эффективной вулканизации эластомеров // Вестник ВГУИТ. 2014. № 3. С. 126–129.
- 8 Gujel A.A. et al. Evaluation of vulcanization nanoactivators with low zinc content: characterization of zinc oxides, cure, physico-mechanical properties, Zn<sup>2+</sup> release in water and cytotoxic effect of EPDM compositions // Polymer Engineering & Science. 2018. V. 58. № 10. P. 1800–1809.
- 9 Sathi S.G. et al. Enhancing the efficiency of zinc oxide vulcanization in brominated poly (isobutylene-co-isoprene) rubber using structurally different Bismaleimides // Journal of Polymer Research. 2018. V. 25. № 5. P. 108.
- 10 Каюшников С.Н., Прокопчук Н.Р., Шашок Ж.С., Вишневский К.В. Свойства модельных резиновых смесей с различными активаторами вулканизации // Труды БГТУ. 2014. № 4 (168). С. 35-39.
- 11 Pogodaev A.K., Tikhomirov S.G., Karmanova O.V. et al. Modeling elastomer properties in presence of a composite vulcanization activator // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2018. V. 53. № 5.
- 12 Глебова Ю.А., Шершнев В. А., Резниченко С.В. и др. Активирующее действие шунгита совместно с органическими солями цинка в резинах на основе ЭПДК // Каучук и резина. 2014. № 2. С. 34–36.

### References

- 1 Great Rubber Handler Guide. Part 1: Rubbers and ingredients; under the editorship of S.V. Reznichenko, Yu.L. Morozova. Moscow, Publishing Center Tekhinform MAI LLC, 2012. 744 p. (in Russian).
- 2 Great Rubber Handler Guide. Part 2: Rubber and rubber products; under the editorship of S.V. Reznichenko, Yu.L. Morozova. Moscow, Publishing Center Tekhinform MAI LLC, 2012. 648 p. (in Russian).
- 3 Kablov V.F. Modern trends in the evolution of rubber recipes. Rubber and rubber. 2018. no. 5. pp. 14–16. (in Russian).
- 4 Mostoni S., Milana P., Credico B. et al. Zinc-based curing activators: new trends for reducing zinc content in rubber vulcanization process. Catalysts. 2019. vol. 9. no. 8. pp. 664.
- 5 Maciejewska M., Sowińska A., Kucharska J. Organic zinc salts as pro-ecological activators for sulfur vulcanization of styrene-butadiene rubber. Polymers. 2019. vol. 11. no. 10. pp. 1723.

6 Alam M.N., Potiyaraj P. Synthesis of nano zinc hydroxide via sol-gel method on silica surface and its potential application in the reduction of cure activator level in the vulcanization of natural rubber. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 2017. vol. 81. no. 3. pp. 903–911.

7 Karmanova O.V., Popova L.V., Poimenova O.V. Creation of activating systems for the effective vulcanization of elastomers. *Proceedings of VSUET*. 2014. no. 3. pp. 126–129. (in Russian).

8 Gujel A.A. et al. Evaluation of vulcanization nanoactivators with low zinc content: characterization of zinc oxides, cure, physico-mechanical properties, Zn<sup>2+</sup> release in water and cytotoxic effect of EPDM compositions. *Polymer Engineering & Science*. 2018. vol. 58. no. 10. pp. 1800–1809.

9 Sathi S.G. et al. Enhancing the efficiency of zinc oxide vulcanization in brominated poly (isobutylene-co-isoprene) rubber using structurally different Bismaleimides. *Journal of Polymer Research*. 2018. vol. 25. no. 5. pp. 108.

10 Kaushnikov S.N., Prokopchuk N.R., Shashok Zh.S., Vishnevsky K.V. Properties of model rubber compounds with various vulcanization activators. *Transactions of BSTU*. 2014. no. 4 (168). pp. 35-39. (in Russian).

11 Pogodaev A.K., Tikhomirov S.G., Karmanova O.V. et al. Modeling elastomer properties in presence of a composite vulcanization activator. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 2018. vol. 53. no. 5.

12 Glebova Yu.A., Shershnev V.A., Reznichenko S.V. et al. The activating effect of shungite in conjunction with organic zinc salts in rubbers based on EPDK. *Rubber and rubber*. 2014. no. 2. pp. 34–36. (in Russian).

#### Сведения об авторах

**Ольга В. Карманова** д.т.н., кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, karolga@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2226-6582>

**Анастасия Ю. Фатнева** аспирант, кафедра полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, doroxinanastja@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-0109-7222>

**Сергей Г. Тихомиров** д.т.н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tikhomirov\_57@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8192-0049>

**Любовь В. Попова** к.т.н., доцент, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, luba030883@yandex.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-9648-7620>

#### Вклад авторов

**Ольга В. Карманова** предложила методику проведения эксперимента, корректировала рукопись до подачи в редакцию

**Анастасия Ю. Фатнева** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись и несет ответственность за плагиат

**Сергей Г. Тихомиров** организовал производственные испытания

**Любовь В. Попова** консультация в ходе исследования

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Olga V. Karmanova** Dr. Sci. (Engin.), technology of organic compounds, processings of polymers and technosphere safety department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, karolga@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2226-6582>

**Anastasia Yu. Fatneva** graduate student, technology of organic compounds, processing of polymers and technosphere safety department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, doroxinanastja@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0109-7222>

**Sergei G. Tikhomirov** Dr. Sci. (Engin.), information and control systems department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tikhomirov\_57@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8192-0049>

**Lubov V. Popova** Cand. Sci. (Engin.), professor, industrial ecology, equipment of chemical and petrochemical productions department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, luba030883@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9648-7620>

#### Contribution

**Olga V. Karmanova** proposed the method of the experiment, corrected the manuscript before submitting to the editor

**Anastasia Yu. Fatneva** review of literature on the problem under study, conducted an experiment, performed calculations, wrote a manuscript and is responsible for plagiarism

**Sergei G. Tikhomirov** organized production trials

**Lubov V. Popova** consultation during the study

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 25/10/2019	После редакции 05/11/2019	Принята в печать 14/11/2019
Received 25/10/2019	Accepted in revised 05/11/2019	Accepted 14/11/2019

## Синтез и свойства композиционного материала $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$

Нина П. Шабельская	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nina_shabelskaya@mail.ru">nina_shabelskaya@mail.ru</a>	 0000-0001-8266-2128
Марина А. Егорова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:marina-npi@ya.ru">marina-npi@ya.ru</a>	 0000-0003-2939-5141
Галина М. Чернышева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:galina-npi@ya.ru">galina-npi@ya.ru</a>	 0000-0002-4424-1020
Алексей Н. Салиев	<sup>1</sup>	<a href="mailto:saliev.aleksei@ya.ru">saliev.aleksei@ya.ru</a>	 0000-0002-5787-3393
Алексей Н. Яценко	<sup>1</sup>	<a href="mailto:alexys-npi@ya.ru">alexys-npi@ya.ru</a>	 0000-0002-0405-6322
Юлия А. Гайдукова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:yulia-npi@ya.ru">yulia-npi@ya.ru</a>	 0000-0002-5825-1035

<sup>1</sup> Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск, 346430, Россия

**Аннотация.** Научный интерес к процессам формирования структуры магнитных шпинелей и композитов на их основе обусловлен возможностью синтеза материалов с полифункциональными свойствами. Изучен процесс образования нанокристаллического феррита кобальта (II) и композиционного материала  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ . Предложен механизм формирования структуры материалов, включающий стадию образования гидроксидов переходных элементов, прекурсоров на основе комплексных соединений катионов железа и кобальта с лимонной кислотой и их последующего разрушения при нагревании. Синтезированные материалы охарактеризованы при помощи методов рентгенофазового анализа, электронной микроскопии, методов низкотемпературной адсорбции азота, Дебая-Шеррера. Показано, что феррит кобальта (II) имеет развитую поверхность, значение площади поверхности по методу ВЕТ составляет величину  $16 \text{ м}^2/\text{г}$ , средний размер кристаллитов, определенный по уравнению Дебая-Шеррера, составляет  $4.0 \text{ нм}$ . Для приготовления композиционного материала был использован активированный уголь с величиной удельной поверхности  $685 \text{ м}^2/\text{г}$ . Полученный композиционный материал имеет площадь поверхности  $222 \text{ м}^2/\text{г}$ , средний размер кристаллитов  $1,1 \text{ нм}$ . Феррит кобальта (II), входящий в состав композиционного материала  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ , имеет несколько большее значение параметра решетки по сравнению с чистым ферритом кобальта (II), что связано с уменьшением степени обращения шпинели. Синтезированный композиционный материал был опробован в процессе адсорбции катионов меди (II) из водного раствора. Показано, что  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  проявляет повышенную адсорбционную способность по катионам меди (II) в сравнении с чистым активированным углем, несмотря на снижение площади удельной поверхности. Результат объяснен вовлечением в процесс адсорбции феррита кобальта (II). Полученные материалы могут представлять интерес в качестве катализаторов, адсорбентов.

**Ключевые слова:** шпинели, феррит кобальта, уравнение Дебая-Шеррера, адсорбция, катионы меди

## Synthesis and properties of composite material $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$

Nina P. Shabelskaya	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nina_shabelskaya@mail.ru">nina_shabelskaya@mail.ru</a>	 0000-0001-8266-2128
Marina A. Egorova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:marina-npi@ya.ru">marina-npi@ya.ru</a>	 0000-0003-2939-5141
Galina M. Chernysheva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:galina-npi@ya.ru">galina-npi@ya.ru</a>	 0000-0002-4424-1020
Alexei N. Saliev	<sup>1</sup>	<a href="mailto:saliev.aleksei@ya.ru">saliev.aleksei@ya.ru</a>	 0000-0002-5787-3393
Alexei N. Yatsenko	<sup>1</sup>	<a href="mailto:alexys-npi@ya.ru">alexys-npi@ya.ru</a>	 0000-0002-0405-6322
Yuliya A. Gaidukova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:yulia-npi@ya.ru">yulia-npi@ya.ru</a>	 0000-0002-5825-1035

<sup>1</sup> Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), str. Prosvesheniya, Nowotsherkassk, 132, 346430, Russia

**Abstract.** Scientific interest in the processes of forming the structure of magnetic spinels and composites based on them is due to the possibility of synthesis of materials with multifunctional properties. The process of formation of cobalt (II) nanocrystalline ferrite and  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  composite material is studied. The mechanism of formation of structure of materials including a stage of formation of hydroxides of transition elements, precursors on the basis of complex connections of cations of iron and cobalt with citric acid and their subsequent destruction at heating is offered. The synthesized materials were characterized by x-ray phase analysis, electron microscopy, low-temperature nitrogen adsorption, Debye-Scherrer methods. It is shown that cobalt (II) ferrite has a developed surface, the value of the surface area according to the BET method is  $16 \text{ м}^2/\text{г}$ , the average size of the crystallites determined by the Debye-Scherrer equation is  $4.0 \text{ nm}$ . Activated carbon with a specific surface area of  $685 \text{ м}^2/\text{г}$  was used to prepare the composite material. The resulting composite material has a surface area of  $222 \text{ м}^2/\text{г}$ , the average crystallite size of  $1.1 \text{ nm}$ . Cobalt (II) ferrite, included in the composition of the composite material  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ , has a slightly higher value of the lattice parameter, compared with pure cobalt (II) ferrite, which is associated with a decrease in the degree of spinel inversion. The synthesized composite material was tested in the process of adsorption of copper (II) cations from an aqueous solution. It is shown that  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  exhibits an increased adsorption capacity for copper (II) cations in comparison with pure activated carbon, despite a decrease in the specific surface area. The result is explained by the involvement of cobalt (II) ferrite in the adsorption process. The obtained materials may be of interest as catalysts, adsorbents.

**Keywords:** spinels, cobalt ferrite, Debye-Scherrer equation, adsorption, copper cations

Для цитирования

Шабельская Н.П., Егорова М.А., Чернышева Г.М., Салиев А.Н., Яценко А.Н., Гайдукова Ю.А. Синтез и свойства композиционного материала  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 184–189. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-184-189

For citation

Shabelskaya N.P., Egorova M.A., Chernysheva G.M., Saliev A.N., Yatsenko A.N., Gaidukova Yu.A. Synthesis and properties of composite material  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$ . *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 184–189. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-184-189

### Введение

Оксидные системы на основе ферритов переходных элементов с общей формулой  $MFe_2O_4$  ( $M$  – двухвалентный катион) со структурой шпинели являются объектом активного исследования на протяжении длительного времени. Научный интерес к процессам формирования структуры этих материалов обусловлен наличием у них полифункциональных свойств. Шпинели на основе феррита кобальта (II)  $CoFe_2O_4$  относятся к магнитным материалам [1, 2], известно их применение в качестве катализаторов [3–5], адсорбентов  $Al^{3+}$  [6],  $Zn^{2+}$  [7], электродов литий-ионных источников тока [8, 9], топливных элементов [10], в медицинских целях – для адресной доставки лекарств [11]. Процессам водоподготовки с адсорбцией катионов металлов различными сорбентами посвящен ряд работ [6, 7, 12–14].

Внимание химиков-технологов в последние годы сосредоточено на изучении возможностей синтеза наноразмерных материалов со структурой шпинели [3, 11, 15, 16]. Данное обстоятельство обусловлено тем, что наноразмерные материалы обладают рядом преимуществ по сравнению с хорошо окристаллизованными поликристаллическими образцами. Особенно важным данное обстоятельство выступает в процессах, связанных с реакциями на поверхности веществ, – адсорбционными, каталитическими, – в которых решающим фактором эффективности процесса является количество активных центров на единицу массы образца. В этой связи особое внимание уделяется получению образцов с развитой поверхностью. К традиционным методам получения шпинелей относят керамический (из оксидов соответствующих металлов) [17], химическое осаждение и разложение гидроксидов и солей [18, 19]. Получение наноразмерных материалов может осуществляться с применением гидротермального синтеза [5], микроволнового излучения [16], разложением органического прекурсора (метод Печини). В качестве темплата могут выступать лимонная [4], олеиновая [9] кислота, мочевины [16] и другие. Синтез органико-неорганических композиционных материалов открывает новые возможности получения материалов с набором необычных свойств. Цель исследования – синтез и изучение свойств феррита кобальта (II) и композиционного материала  $CoFe_2O_4/C$ .

### Материалы и методы

Исходными веществами для получения образцов служили растворы с концентрацией 1,0 моль/л, приготовленные из  $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ,  $Co(NO_3)_2 \cdot 7H_2O$  квалификации «хч». Смесь

растворов в соотношении нитрат железа (III): нитрат кобальта (II) = 2:1 помещали в реакционный сосуд из нержавеющей стали, добавляли 15 мл 25%-ного водного раствора аммиака, затем смешивали с 25 мл раствора лимонной кислоты концентрацией 6,25 моль/л, выпаривали до образования сухого остатка и подвергали термообработке до полного разложения органической составляющей.

Фазовый состав изучали на дифрактометре ARLX'TRA, использовали  $Cu-K\alpha$  излучение. Фотографии образцов были получены на сканирующем электронном микроскопе Quanta 200. Определение площади поверхности проводили методом BET на аппарате ChemiSorb 2750 в ЦКП «Нанотехнологии» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова.

Расчет среднего размера кристаллов  $D$ , нм, проводили по уравнению Дебая-Шеррера [20] по линии 311:

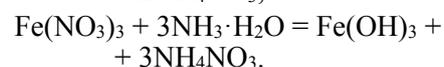
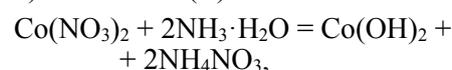
$$D = \frac{0,9 \cdot \lambda}{B \cdot \cos \theta},$$

где  $\lambda = 1,5406$  нм – длина волны;  $B$  – полная ширина пика на уровне половины интенсивности;  $\theta$  – угол дифракции.

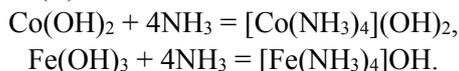
Эксперимент по определению поглощающей способности синтезированных материалов в отношении катионов меди (II) из водных растворов проводили на модельном растворе  $CuSO_4$  с концентрацией 0,1 моль/л. Использовали 0,01 г адсорбента, который помещали в реакционный сосуд, заливали раствором, содержащим катионы  $Cu^{2+}$ , выдерживали определенное время при комнатной температуре. Содержание катионов  $Cu^{2+}$  определяли фотоколориметрическим методом на приборе КФК-2-УХЛ 4,2 по изменению интенсивности окраски аммиакатных комплексов меди (II).

### Результаты и обсуждение

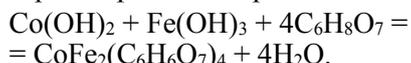
Приготовление феррита кобальта (II) проводили согласно методике, подробно описанной в работах [21, 22]. Для синтеза образцов  $CoFe_2O_4$  были использованы растворы солей нитратов железа (III) (50 мл) и кобальта (II) (25 мл) с концентрацией 1 моль/л. Исходные растворы помещали в реакционный сосуд, добавляли при непрерывном перемешивании водный раствор аммиака, наблюдали образование темного аморфного осадка гидроксидов железа (III) и кобальта (II):



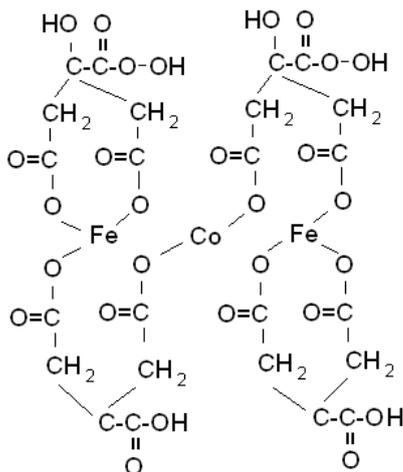
В условиях проведения реакции возможно формирование аммиакатных комплексов железа (III) и кобальта (II):



При введении раствора лимонной кислоты наблюдали переход осадка в раствор за счет образования растворимых цитратов:



Цитраты железа (III) – кобальта (II) имеют объемную структуру



При разложении цитратов образуется пористый материал (рисунок 1).

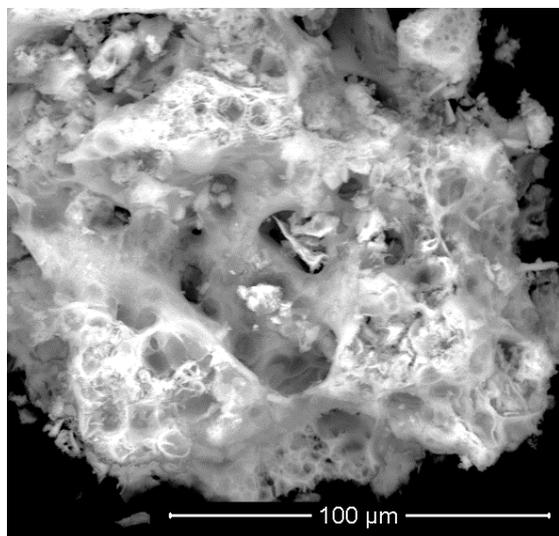


Рисунок 1. Микрофотография образца  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$   
Figure 1. Micrograph of sample  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$

Площадь удельной поверхности, измеренная методом BET, составляет  $16 \text{ м}^2/\text{г}$ . Согласно результатам рентгенофазового анализа (рисунок 2, а) образец представляет собой феррит кобальта (II) со структурой кубической шпинели (PDF Number 010–76–7254), параметр элементарной ячейки  $a = 0,837 \text{ нм}$ .

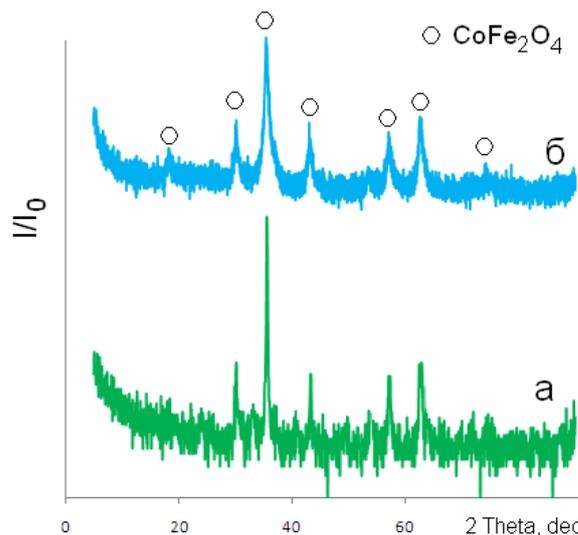


Рисунок 2. Рентгенограммы образцов феррита кобальта (II) (а) и композиционного материала (б)  
Figure 2. X-ray images of cobalt (II) ferrite (а) and composite material (б)

Расчет среднего размера кристаллитов по уравнению Дебая-Шеррера по наиболее интенсивной линии дает результат  $D = 4,0 \text{ нм}$ .

Для приготовления образцов композиционного материала  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$  в качестве органической составляющей был выбран активированный уголь, имеющий значение площади поверхности (по методу BET)  $685 \text{ м}^2/\text{г}$ . Уголь измельчали до прохождения через сито  $0,3 \text{ мм}$ , помещали в реакционный сосуд, добавляли растворы солей нитратов железа (III) и кобальта (II) с концентрацией  $1 \text{ моль/л}$ , растворы аммиака, лимонной кислоты аналогично процедуре синтеза чистого феррита кобальта (II). После термообработки наблюдали образование черной пористой массы (рисунок 3).

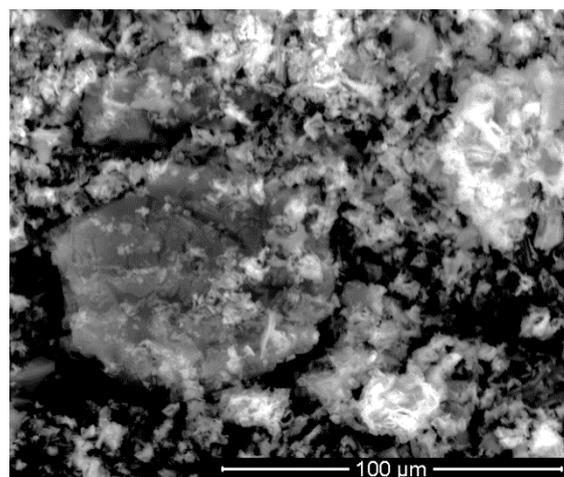


Рисунок 3. Микрофотография композиционного материала  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$   
Figure 3. Micrograph of the composite material  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{C}$

Согласно данным рентгенофазового анализа (рисунок 2, б) образец представляет собой феррит кобальта (II) (PDF Number 010–74–3419), параметр элементарной ячейки  $a = 0,838$  нм (углерод рентгеноаморфен).

Некоторое увеличение параметра элементарной ячейки может быть связано с уменьшением степени обращенности (количества катионов  $Fe^{3+}$ , занимающих тетраэдрические позиции решетки шпинели) полученного феррита.

Расчет среднего размера кристаллитов  $CoFe_2O_4$  по уравнению Дебая–Шеррера по наиболее интенсивной линии дает результат  $D = 1,1$  нм. Площадь поверхности составляет величину  $222$  м<sup>2</sup>/г. Существенное уменьшение площади поверхности синтезированного композиционного материала по сравнению с исходным образцом активированного угля может быть связано с образованием на поверхности частиц феррита кобальта (II).

Синтезированный композиционный материал был испытан в реакции адсорбции катионов меди (II) из водного раствора (рисунок 4).

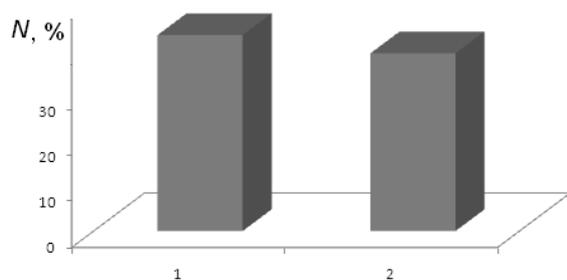


Рисунок 4. Адсорбция ( $N$ ) катионов  $Cu^{2+}$  из раствора композиционным материалом  $CoFe_2O_4/C$  (1) и активированным углем (C) (2)

Figure 4. Adsorption ( $N$ ) of  $Cu^{2+}$  cations from solution by composite material  $CoFe_2O_4/C$  (1) and activated carbon (C) (2)

Согласно полученным данным адсорбция катионов  $Cu^{2+}$  из раствора композиционным материалом  $CoFe_2O_4/C$  происходит лучше (на величину порядка 10%), чем чистым активированным углем, несмотря на то, что чистый уголь имеет более развитую поверхность. Можно предположить, что введение в систему феррита кобальта (II) создает дополнительные центры адсорбции, что приводит к увеличению степени извлечения катионов  $Cu^{2+}$  из раствора.

### Заключение

Проведен синтез нанокристаллического феррита кобальта (II). В отличие от широко используемого в современной технологии наноразмерных керамических материалов метода Печини предложенная методика не требует использования опасного для здоровья этиленгликоля.

1. Изучен процесс образования наноразмерного феррита кобальта (II) и композиционного материала  $CoFe_2O_4/C$ .

2. Предложен механизм образования структуры образцов, включающий стадию формирования комплексных соединений и их последующего разрушения при нагревании. Обсуждена возможность получения гомогенной смеси, приводящей к формированию каркасной структуры феррита кобальта (II).

3. Определен по формуле Дебая–Шеррера средний размер кристаллитов образующегося феррита кобальта (II), который составил 4 нм, и композиционного материала (1,1 нм).

4. Установлена повышенная адсорбционная способность синтезированного композиционного материала  $CoFe_2O_4/C$  в процессе поглощения катионов меди (II) из водного раствора. Полученные материалы могут представлять интерес в качестве катализаторов, адсорбентов.

### Литература

- 1 Dai Y.Q., Dai J.M., Tang X.W., Zi Z.F. et al. Magnetism of  $CoFe_2O_4$  thin films annealed under the magnetic field // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2015. V. 394. P. 287–291.
- 2 Singh S., Munjal S., Khare N. Strain/defect induced enhanced coercivity in single domain  $CoFe_2O_4$  nanoparticles // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2015. V. 386. P. 69–73.
- 3 Zhao Y., Cao B., Lin Z., Su X. Synthesis of  $CoFe_2O_4/C$  nano-catalyst with excellent performance by molten salt method and its application in 4-nitrophenol reduction // Environmental pollution. 2019. V. 254. № Pt A. P. 112961.
- 4 Huang S., Xu Y., Xie M., Xu H. et al. Synthesis of magnetic  $CoFe_2O_4/g-C_3N_4$  composite and its enhancement of photocatalytic ability under visible-light // Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. 2015. V. 478. P. 71–80.
- 5 Gan L., Shang S., Yuen C.W.M., Jiang S.-X. et al. Hydrothermal synthesis of magnetic  $CoFe_2O_4/graphene$  nanocomposites with improved photocatalytic activity // Applied Surface Science. 2015. V. 351. P. 140–147.
- 6 Abdolmohammad-Zadeh H., Rahimpour E.  $CoFe_2O_4$  nano-particles functionalized with 8-hydroxyquinoline for dispersive solid-phase micro-extraction and direct fluorometric monitoring of aluminum in human serum and water samples // Analytica Chimica Acta. 2015. V. 881. P. 54–64.
- 7 Foroughi F., Hassanzadeh-Tabrizi S.A., Amighian J., Saffar-Teluri A. A designed magnetic  $CoFe_2O_4$ -hydroxyapatite core-shell nanocomposite for Zn(II) removal with high efficiency // Ceramics International. 2015. V. 41. P. 6844–6850.
- 8 Li Y., Meng Y., Xiao M., Liu X. et al. The surface capacitance behavior and its contribution to the excellent performance of cobalt ferrite/carbon anode in lithium storage // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. 2019. V. 30. № 13. P. 12659–12668.

- 9 Tansel S., Emine K., Melike S., Önder M. Monodisperse CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles supported on Vulcan XC-72: High performance electrode materials for lithium-air and lithium-ion batteries // *Journal of Power Sources*. 2015. V. 288. P. 36–41.
- 10 Urbain F., Du R., Tang P., Smirnov V. et al. Upscaling high activity oxygen evolution catalysts based on CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles supported on nickel foam for power-to-gas electrochemical conversion with energy efficiencies above 80% // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2019. V. 259. P. 118055.
- 11 Darwish M.S.A., Kim H., Lee H., Ryu C. et al. Synthesis of magnetic ferrite nanoparticles with high hyperthermia performance via a controlled co-precipitation method // *Nanomaterials*. 2019. V. 9. № 8. P. 1176.
- 12 Бояринцев А.В., Аунг М.М., Аунг Х.Й., Степанов С.И. Извлечение алюминия при комплексной переработке красных шламов // *Вестник ВГУИТ*. 2018. Т. 80. № 3. С. 317–322. doi: 10.20914/2310–1202–2018–3–317–322
- 13 Фарберова Е.А., Ходяшев М.Б., Филатов В.Ю., Ходяшев Н.Б. и др. Применение углеродных сорбентов в технологии очистки сточных вод от ртути // *Вестник ВГУИТ*. 2018. Т. 80. № 4. С. 322–329. doi: 10.20914/2310–1202–2018–4–322–329
- 14 Перегудов Ю.С., Тимкова А.В., Горбунова Е.М., Плотникова С.Е. Применение ионообменного волокна на стадии доочистки сточных вод гальванического производства // *Вестник ВГУИТ*. 2018. Т. 80. № 4. С. 330–336. doi: 10.20914/2310–1202–2018–4–330–336
- 15 Kim K.J., Park J. Spectroscopic investigation on tetrahedral Co<sup>2+</sup> in thin-film CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> // *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 2019. V. 92. № 1. P. 40–44.
- 16 Al Yaqoob K., Bououdina M., Akhter M.S., Al Najar B. et al. Selectivity and efficient Pb and Cd ions removal by magnetic MFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (M = Co, Ni, Cu and Zn) nanoparticles // *Materials Chemistry and Physics*. 2019. V. 232. P. 254–264.
- 17 Venturini J., Wermuth T.B., Machado M.C., Arcaro S. et al. The influence of solvent composition in the sol-gel synthesis of cobalt ferrite (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>): A route to tuning its magnetic and mechanical properties // *Journal of the European Ceramic Society*. 2019. V. 39. № 12. P. 3442–3449.
- 18 Illa R., Ješko R., Silber R., Životský O. et al. Structural, magnetic, optical, and magneto-optical properties of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> thin films fabricated by a chemical approach // *Materials Research Bulletin*. 2019. V. 117. P. 96–102.
- 19 Ojha V.H., Kant K.M. Temperature dependent magnetic properties of superparamagnetic CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles // *Physica B: Condensed Matter*. 2019. V. 567. P. 87–94.
- 20 Jang J.S., Hong S.J., Lee J.S. Synthesis of Zinc Ferrite and Its Photocatalytic Application under Visible Light // *Journal of the Korean Physic Society*. 2009. V. 54. № 1. P. 204–208.
- 21 Шабельская Н.П., Зеленская Е.А., Постников А.А., Сулима С.И., Таранушич В.А., Сулима Е.В., Чернышев В.М., Власенко А.И. Синтез композиционного материала TiO<sub>2</sub>/Fe<sub>1.92</sub>Ti<sub>0.61</sub>O<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и его каталитические свойства // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 9 (3). С. 532–535.
- 22 Семченко В.В., Шабельская Н.П., Кузьмина Я.А. Синтез и каталитические свойства наноразмерного феррита цинка // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 4. С. 36–41.

### References

- 1 Dai Y.Q., Dai J.M., Tang X.W., Zi Z.F. et al. Magnetism of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> thin films annealed under the magnetic field. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2015. vol. 394. pp. 287–291.
- 2 Singh S., Munjal S., Khare N. Strain/defect induced enhanced coercivity in single domain CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2015. vol. 386. pp. 69–73.
- 3 Zhao Y., Cao B., Lin Z., Su X. Synthesis of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/C nano-catalyst with excellent performance by molten salt method and its application in 4 nitrophenol reduction. *Environmental Pollution*. 2019. vol. 254. no. Pt A. pp. 112961.
- 4 Huang S., Xu Y., Xie M., Xu H. et al. Synthesis of magnetic CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> composite and its enhancement of photocatalytic ability under visible-light. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*. 2015. vol. 478. pp. 71–80.
- 5 Gan L., Shang S., Yuen C.W.M., Jiang S.-X. et al. Hydrothermal synthesis of magnetic CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/grapheme nanocomposites with improved photocatalytic activity. *Applied Surface Science*. 2015. vol. 351. pp. 140–147.
- 6 Abdolmohammad-Zadeh H., Rahimpour E. CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nano-particles functionalized with 8 hydroxyquinoline for dispersive solid-phase micro-extraction and direct fluorometric monitoring of aluminum in human serum and water samples. *Analytica Chimica Acta*. 2015. vol. 881. pp. 54–64.
- 7 Foroughi F., Hassanzadeh-Tabrizi S.A., Amighian J., Saffar-Teluri A. A designed magnetic CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-hydroxyapatite core-shell nanocomposite for Zn(II) removal with high efficiency. *Ceramics International*. 2015. vol. 41. pp. 6844–6850.
- 8 Li Y., Meng Y., Xiao M., Liu X. et al. The surface capacitance behavior and its contribution to the excellent performance of cobalt ferrite/carbon anode in lithium storage. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 2019. vol. 30. no. 13. pp. 12659–12668.
- 9 Tansel S., Emine K., Melike S., Önder M. Monodisperse CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles supported on Vulcan XC 72: High performance electrode materials for lithium-air and lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*. 2015. vol. 288. pp. 36–41.
- 10 Urbain F., Du R., Tang P., Smirnov V. et al. Upscaling high activity oxygen evolution catalysts based on CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles supported on nickel foam for power-to-gas electrochemical conversion with energy efficiencies above 80%. *Applied Catalysis B: Environmental*. 2019. vol. 259. pp. 118055.
- 11 Darwish M.S.A., Kim H., Lee H., Ryu C. et al. Synthesis of magnetic ferrite nanoparticles with high hyperthermia performance via a controlled co-precipitation method. *Nanomaterials*. 2019. vol. 9. no. 8. pp. 1176.
- 12 Boyarintsev A.V., Aung M.M., Aung H.Th. Stepanov S.I. Extraction of aluminium by integrated processing of red mud. *Proceedings of VSUET* 2018. vol. 80. no. 3. pp. 317–322. (in Russian).
- 13 Farberova E.A., Kudashev M.B., Filatov V.Yu., Khodarev N.B. et al. Application of carbon sorbents for wastewater treatment from mercury. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 322–329. (in Russian).
- 14 Peregudov Yu.S., Timkova A.V., Gorbunova E.M., Plotnikova S.E. Application of ion-exchange fiber at the stage of post-treatment of waste water of galvanic production. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 330–336. (in Russian).
- 15 Kim K.J., Park J. Spectroscopic investigation on tetrahedral Co<sup>2+</sup> in thin-film CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 2019. vol. 92. no. 1. pp. 40–44.

- 16 Al Yaqoob K., Bououdina M., Akhter M.S., Al Najar B. et al. Selectivity and efficient Pb and Cd ions removal by magnetic MFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (M = Co, Ni, Cu and Zn) nanoparticle. *Materials Chemistry and Physics*. 2019. vol. 232. pp. 254–264.
- 17 Venturini J., Wermuth T.B., Machado M.C., Arcaro S. et al. The influence of solvent composition in the sol-gel synthesis of cobalt ferrite (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>): A route to tuning its magnetic and mechanical properties. *Journal of the European Ceramic Society*. 2019. vol. 39. no. 12. pp. 3442–3449.
- 18 Illa R., Ješko R., Silber R., Životský O. et al. Structural, magnetic, optical, and magneto-optical properties of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> thin films fabricated by a chemical approach. *Materials Research Bulletin*. 2019. vol. 117. pp. 96–102.
- 19 Ojha V.H., Kant K.M. Temperature dependent magnetic properties of superparamagnetic CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles. *Physica B: Condensed Matter*. 2019. vol. 567. pp. 87–94.
- 20 Jang J.S., Hong S.J., Lee J.S. Synthesis of Zinc Ferrite and Its Photocatalytic Application under Visible Light. *Journal of the Korean Physic Society*. 2009. vol. 54. no. 1. pp. 204–208.
- 21 Shabelskaya N.P., Zelenskaya E.A., Postnikov A.A., Sulima S.I. et al. Synthesis of composite material TiO<sub>2</sub>/Fe<sub>1.92</sub>Ti<sub>0.61</sub>O<sub>4</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and its catalytic properties. *Fundamental researches*. 2015. no. 9 (3). pp. 532–535. (in Russian).
- 22 Semchenko V.V., Shabelskaya N.P., Kuzmina Ya.A. Synthesis and catalytic properties of nanoscale zinc ferrite. *Advances in modern natural science*. 2018. no. 4. pp. 36–41. (in Russian).

## Сведения об авторах

**Нина П. Шабельская** д.т.н., заведующая кафедрой, кафедра «Экология и промышленная безопасность», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск, 346430, Россия, nina\_shabelskaya@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8266-2128>

**Марина А. Егорова** старший преподаватель, кафедра «Экология и промышленная безопасность», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск, 346430, Россия, marina-npi@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2939-5141>

**Галина М. Чернышева** к.х.н., доцент, кафедра «Экология и промышленная безопасность», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск, 346430, Россия galina-npi@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4424-1020>

**Алексей Н. Салиев** к.т.н., инженер, ЦКП «Нанотехнологии», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск, 346430, Россия, saliev.aleksei@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5787-3393>

**Алексей Н. Яценко** инженер, ЦКП «Нанотехнологии», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск, 346430, Россия, alexyats-npi@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0405-6322>

**Юлия А. Гайдук** к.х.н., доцент, кафедра «Экология и промышленная безопасность», Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск, 346430, Россия, yulia-npi@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5825-1035>

## Вклад авторов

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

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Nina P. Shabelskaya** Dr. Sci. (Engin.), Head of Department, Department of Ecology and Industrial Safety, Platov South-Russian State Polytechnic University, str. Prosvesheniya, Nowotsherkassk, 132, 346430, Russia, nina\_shabelskaya@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8266-2128>

**Marina A. Egorova** Senior Lecturer, Department of Ecology and Industrial Safety, Platov South-Russian State Polytechnic University, str. Prosvesheniya, Nowotsherkassk, 132, 346430, Russia, marina-npi@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2939-5141>

**Galina M. Chernysheva** Cand. Sci. (Chem.), assistant professor, Department of Ecology and Industrial Safety, Platov South-Russian State Polytechnic University, str. Prosvesheniya, Nowotsherkassk, 132, 346430, Russia, galina-npi@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4424-1020>

**Alexei N. Saliev** Cand. Sci. (Engin.), engineer, Platov South-Russian State Polytechnic University, str. Prosvesheniya, Nowotsherkassk, 132, 346430, Russia, saliev.aleksei@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5787-3393>

**Alexei N. Yatsenko** engineer, Platov South-Russian State Polytechnic University, str. Prosvesheniya, Nowotsherkassk, 132, 346430, Russia, alexyats-npi@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0405-6322>

**Yuliya A. Gaidukova** Cand. Sci. (Chem.), assistant professor, Platov South-Russian State Polytechnic University, str. Prosvesheniya, Nowotsherkassk, 132, 346430, Russia, yulia-npi@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5825-1035>

## Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 07/11/2019	После редакции 15/11/2019	Принята в печать 30/11/2019
Received 07/11/2019	Accepted in revised 15/11/2019	Accepted 30/11/2019

## Исследование совместимости пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья с эластомерной матрицей

Анастасия В. Лешкевич	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nastyonke@mail.ru">nastyonke@mail.ru</a>	 0000-0001-6218-1984
Жанна С. Шашок	<sup>1</sup>	<a href="mailto:shashok@belstu.by">shashok@belstu.by</a>	 0000-0003-2279-6866
Николай Р. Прокопчук	<sup>1</sup>	<a href="mailto:pcm@belstu.by">pcm@belstu.by</a>	 0000-0001-7290-1199
Елена П. Усс	<sup>1</sup>	<a href="mailto:uss@belstu.by">uss@belstu.by</a>	 0000-0003-2849-6004
Ольга В. Карманова	<sup>2</sup>	<a href="mailto:karolga@mail.ru">karolga@mail.ru</a>	 0000-0003-2226-6582

<sup>1</sup> Белорусский государственный технологический университет, ул. Сверлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь

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

**Аннотация.** Исследована совместимость полиизопренового каучука СКИ-3 с пластифицирующими добавками на основе вторичного нефтехимического сырья (ДВЧ, ДВЧ с модифицирующей присадкой (МП) в количестве 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 и 10,0% мас.) в сравнении с промышленными нефтяными маслами (ПН-6 и И-20). Совместимость полимера с пластифицирующей добавкой оценивалась на основании экспериментальных данных по методу равновесного набухания. В результате был определен параметр, характеризующий взаимодействие каучука с пластификатором (параметр Хаггинса), и коэффициент диффузии пластифицирующих компонентов в объеме полимера. Сравнительный анализ данных показал, что пластифицирующий компонент на основе вторичного нефтехимического сырья ДВЧ обладает лучшей совместимостью с эластомерной матрицей по сравнению с промышленными маслами ПН-6 и И-20. Установлено, что применение модифицирующей присадки в количестве 0,5 и 1,0% мас. приводит к увеличению коэффициента диффузии и снижению параметра Хаггинса по сравнению с ДВЧ в индивидуальном виде, что свидетельствует о лучшей их совместимости с каучуком СКИ-3. Показано, что дальнейшее увеличение содержания модифицирующей присадки (свыше 1,0% мас.) в объеме пластифицирующего компонента ДВЧ нецелесообразно, так как это приводит к ухудшению исследуемых параметров, и, как следствие, к худшей совместимости с эластомером.

**Ключевые слова:** каучук, пластифицирующий компонент, совместимость, нефтяные масла, параметр Хаггинса, коэффициент диффузии

## Compatibility study of plasticizing additives based on recycled raw materials in the petrochemical with elastomer matrix

Anastasiya V. Leshkevich	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nastyonke@mail.ru">nastyonke@mail.ru</a>	 0000-0001-6218-1984
Zhanna S. Shashok	<sup>1</sup>	<a href="mailto:shashok@belstu.by">shashok@belstu.by</a>	 0000-0003-2279-6866
Nikolay R. Prokopchuk	<sup>1</sup>	<a href="mailto:pcm@belstu.by">pcm@belstu.by</a>	 0000-0001-7290-1199
Elena P. Uss	<sup>1</sup>	<a href="mailto:uss@belstu.by">uss@belstu.by</a>	 0000-0003-2849-6004
Olga V. Karmanova	<sup>2</sup>	<a href="mailto:karolga@mail.ru">karolga@mail.ru</a>	 0000-0003-2226-6582

<sup>1</sup> Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a Minsk, 220006, Republic of Belarus

<sup>2</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** The compatibility of SRI-3 polyisoprene rubber with plasticizing additives based on recycled petrochemical raw materials (DVCH, DVCH with modifying additive (MA) in the amount of 0.5; 1.0; 2.5; 5.0 and 10.0% mas.) in comparison with industrial petroleum oils (PO-6 and I-20). The compatibility of polymer with a plasticizer additive was evaluated by of experimental data using the equilibrium swelling method. As a result, the polymer-plasticizer interaction parameter (Huggins parameter) and the diffusion coefficient of plasticizing components in the polymer volume were determined. Analysis of the experimental data showed that the plasticizer component based on recycled petrochemical raw materials DVCH has better compatibility with the elastomer matrix SRI-3 compared to industrial oils PO-6 and I-20. Was established that the use of modifying additives in the amount of 0.5 and 1.0% mas. leads to an increase in the diffusion coefficient and a decrease in the Huggins parameter in comparison with DVCH in individual form. It indicates their better compatibility with rubber SRI-3. Was shown that a further increase in the content of modifying additive (more than 1.0% mas.) in the volume of plasticizing component DVCH is impractical. This leads to a deterioration of the parameters, and, as a result, to a worse compatibility with the elastomer.

**Keywords:** rubber, plasticizer component, compatibility, petroleum oils, Huggins parameter, diffusion coefficient

Для цитирования

Лешкевич А.В., Шашок Ж.С., Прокопчук Н.Р., Усс Е.П., Карманова О.В. Исследование совместимости пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья с эластомерной матрицей // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 190–195. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-190-195

For citation

Leshkevich A.V., Shashok Zh.S., Prokopchuk N.R., Uss E.P., Karmanova O.V. Compatibility study of plasticizing additives based on recycled raw materials in the petrochemical with elastomer matrix. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 190–195. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-190-195

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Пластификация является одним из способов модификации полимеров и связана с введением в них низкомолекулярных или олигомерных веществ, в результате чего улучшаются эластические и пластические свойства, а также морозостойкость. Важнейшим фактором, определяющим эксплуатационные свойства пластифицированных материалов, является совместимость входящих в их состав полимеров и пластификаторов. Совместимостью, по существу, определяется возможность использования того или иного вещества в качестве пластификатора [1].

На практике в резиновой промышленности пластификатор вводят в полимер путем принудительного смешения компонентов в смесительном оборудовании. При этом происходит молекулярное диспергирование добавки. Если пластификатор не имеет сродства к полимеру, то со временем при хранении или эксплуатации происходит расслаивание системы с образованием капелек – это коллоидное диспергирование. При превышении предела совместимости полимера и пластификатора избыток последнего выделится из системы на поверхность [2].

По общепринятому механизму пластификация растворимой в полимере добавкой осуществляется путем диффузии низкомолекулярных веществ между макромолекулами (набуханием) с разрушением любых полимерных структур. Такая пластификация называется внутрискруктурной (или пачечной). Если пластификатор является плохим растворителем полимера и ограниченно с ним совместим, то его молекулы проникают только в межструктурные пространства полимера и пластификация называется межструктурной (или межпачечной) [2–3].

В настоящее время в качестве пластификаторов в резиновой промышленности находят широкое применение нефтяные масла, самыми распространенными из которых являются – ПН-6 и И-20. Это обусловлено тем, что они позволяют в широких пределах изменять свойства резиновых смесей, резин и изделий при эксплуатации, а также обладают относительно невысокой стоимостью получаемых продуктов.

Нефтяные масла, являющиеся продуктами нефтепереработки, представляют основную массу олигомерных добавок, применяемых при переработке эластомеров. Потребление нефтяных масел достигает 10–15% от общего потребления каучуков. Введение нефтяных масел позволяет уменьшить затраты энергии на смешение каучуков с ингредиентами, понизить температуру переработки резиновых смесей, улучшить технологические свойства смесей при шприцевании,

каландровании и при изготовлении резиновых технических деталей методом литья. Кроме того, нефтяные масла применяют в качестве инертных разбавителей, которые при дозировке 20–50 мас. ч. уменьшают стоимость резиновых смесей на 10–15%.

Однако в связи с недостатком нефтепродуктов большое внимание уделяется переработке отработанного масла с целью дальнейшего использования продуктов на его основе в промышленности [4–5].

Создание альтернативных продуктов для эластомеров на основе вторичного нефтехимического сырья является актуальной тенденцией в развитии резиновой промышленности. Это направление включает в себя разработку технологии их изготовления и удобной выпускной формы, а также испытание полученных добавок в резинах на основе каучуков общего и специального назначения. Решение данных задач позволит уменьшить нагрузку на окружающую природную среду за счет использования в технологическом цикле продуктов, полученных при переработке отходов, получать экологически безопасные добавки, замещающие аналогичные на основе нефтехимического сырья, а также улучшить технологические свойства резиновых смесей при сохранении и / или повышении необходимого уровня физико-механических показателей [6].

**Цель работы** – исследование совместимости изопренового каучука (СКИ-3) с пластифицирующими добавками на основе вторичного нефтехимического сырья (ДВЧ, ДВЧ с модифицирующей присадкой (в количестве 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 и 10,0% мас. МП) в сравнении с промышленными маслами И-20 и ПН-6.

## Материалы и методы

Исследуемый пластифицирующий компонент ДВЧ производства ИООО «ДВЧ-Менеджмент» представляет собой сложную смесь углеводов (таблица 1).

В работах [7–9] предлагалось оценивать совместимость пластификатора с полимером по параметру растворимости, определенному методом равновесного набухания.

Исследование совместимости изопренового каучука СКИ-3 с различными пластифицирующими компонентами осуществлялось при температуре 70 °С до установления сорбционного равновесия [10]. На основании полученных результатов был определен параметр, характеризующий взаимодействие каучука с пластификатором (параметр Хаггинса), а также коэффициент диффузии пластифицирующих компонентов в объеме полимера.

Таблица 1.

Физико-химическая характеристика исследуемых пластифицирующих компонентов

Table 1.

## Physical-chemical characteristics of plasticizing components

Свойства Properties	Исследуемый компонент ДВЧ   Monitoring component DVCH	Промышленный компонент И-20   Industrial component I-20	Промышленный компонент ПН-6   Industrial component OP-6
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>   Density at 20 °С, g/cm <sup>3</sup>	880–885	890	960
Вязкость кинематическая, при 40 °С, сСт   Coefficient of kinematic viscosity at 40 °С, cSt	55–60	29–35	35–40
Кислотное число, мг КОН/г, не более   Acidity index, mg KOH/g, not more than	0–4*	0,03	–
Температура вспышки, °С, не ниже   Flash Temperature, °С, not less	195–210	200	265
Температура потери текучести, °С, не выше   Pour point, °С, not more than	-23÷ -30	-15	-36

В работах [7–9] предлагалось оценивать совместимость пластификатора с полимером по параметру растворимости, определенному методом равновесного набухания.

Исследование совместимости изопренового каучука СКИ-3 с различными пластифицирующими компонентами осуществлялось при температуре 70 °С до установления сорбционного равновесия [10]. На основании полученных результатов был определен параметр, характеризующий взаимодействие каучука с пластификатором (параметр Хаггинса), а также коэффициент диффузии пластифицирующих компонентов в объеме полимера.

Параметр Хаггинса ( $\chi$ ) для каждого образца вычислялся по формуле Крауса, предполагающей линейную зависимость между  $\chi$  и объемной долей каучука в набухшем полимере ( $V_r$ ) [11].

$$\chi = 0,37 + 0,52 \cdot V_r,$$

где  $V_r$  – объемная доля каучука в набухшем полимере;

$$V_r = \frac{1}{\frac{\rho_k}{\rho_{nl}} \cdot \left( W_s - \frac{W_u}{W_s} \right) + 1},$$

где  $\rho_k$  – плотность каучука СКИ-3, г/см<sup>3</sup>;  $\rho_{nl}$  – плотность исследуемого пластифицирующего компонента, г/см<sup>3</sup>;  $W_s$  – масса набухшего каучука, г;  $W_u$  – масса ненабухшего каучука, г.

Для определения коэффициента диффузии пластифицирующих компонентов в объеме полимера рассчитывалось изменение массы образца после испытания ( $\Delta W$ ) [9]:

$$\Delta W = \frac{(W_s - W_u) \cdot 100}{W_u}.$$

За результат испытаний принималось среднее арифметическое не менее пяти определений.

По полученным результатам строилась графическая зависимость  $\Delta W = f(\tau)$ , и исходя из графика определялось время, за которое произошло увеличение массы образца до величины  $W_{\max}/2$ .

Коэффициент диффузии пластифицирующего компонента в объеме полимера  $D$ , см<sup>2</sup>/с, определялся по формуле [9]:

$$D = 0,0494 \cdot \left( \frac{\tau_0}{\delta} \right)^{-1},$$

где  $\tau_0$  – время, за которое произошло увеличение массы образца до  $W_{\max}/2$ , с;  $W_{\max}$  – масса испытуемого образца при установившемся сорбционном равновесии, г;  $\delta$  – толщина образца, см.

### Результаты и обсуждение

Параметр Хаггинса зависит от молекулярной массы полимера и свойств системы «полимер-растворитель» и может служить характеристикой интенсивности их взаимодействия. Данный параметр также называют вискозиметрической константой Хаггинса. Значение данного показателя позволяет оценить степень сродства между полимером и растворителем. В работах [12–13] показано, что значение параметра возрастает с ухудшением термодинамического качества растворителя и уменьшается с понижением температуры. Увеличение константы Хаггинса при «ухудшении» качества растворителя обуславливается возрастанием числа случайных контактов макромолекул [14].

На рисунке 1 представлены значения параметров Хаггинса, характеризующих взаимодействие каучука СКИ-3 с исследуемыми пластифицирующими компонентами.

На основании полученных данных выявлено, что каучук с пластифицирующими компонентами ДВЧ, ДВЧ + 0,5% МП и ДВЧ + 1,0% МП имеет меньшие значения параметра, характеризующего их взаимодействие, по сравнению с ПН-6 и И-20, что обуславливает лучшую их совместимость [14]. Так, значения константы Хаггинса для ДВЧ, ДВЧ + 0,5% МП и ДВЧ + 1,0% МП находятся в пределах 0,64–0,66, а для ПН-6 и И-20 составляют 0,73 и 0,69 соответственно.

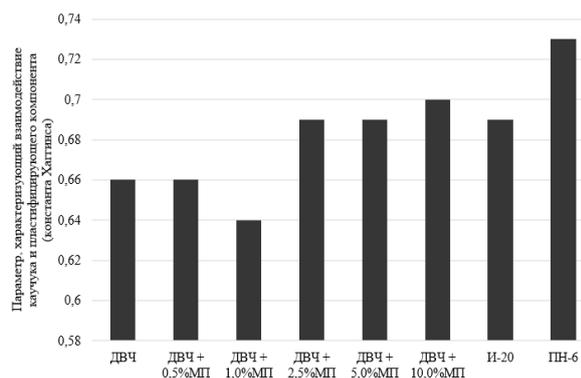


Рисунок 1. Зависимость параметра Хаггинса от природы пластифицирующей добавки

Figure 1. The dependence of Huggins parameter on nature of the plasticizer

Некоторое снижение данного показателя для ДВЧ, содержащего 1,0% МП, по сравнению с ДВЧ в индивидуальном виде, вероятно,

обусловлено повышением подвижности части отрезков несшитых цепей между узлами зацеплений флуктуационной сетки при введении небольшого количества модифицирующей присадки. В этом случае следствием ускорения релаксации напряжений в отрезках цепей между узлами сетки окажется более равномерное нагружение всей флуктуационной сетки и повышение сопротивления образца течению (т. е. его вязкости) [11]. Дальнейшее увеличение содержания модифицирующей присадки свыше уже 1,0% приводит к ухудшению взаимодействия каучука с пластификатором. Так, значения параметра Хаггинса для ДВЧ + 2,5% МП; ДВЧ + 5,0% МП и ДВЧ + 10,0% МП находятся в пределах 0,69–0,70.

В таблице 2 представлены значения коэффициентов диффузии исследуемых пластифицирующих компонентов в каучуке СКИ-3.

Таблица 2.

Коэффициент диффузии пластифицирующих компонентов в объеме каучука СКИ-3

Table 2.

The diffusion coefficient of plasticizing components in the volume of rubber SRI-3

Пластифицирующий компонент   Plasticizing component	Коэффициент диффузии, м <sup>2</sup> /с   Diffusion coefficient, m <sup>2</sup> /s
ДВЧ   DVCH	3,16 · 10 <sup>-11</sup>
ДВЧ + 0,5% МП   DVCH + 0,5% МА	3,17 · 10 <sup>-11</sup>
ДВЧ + 1,0% МП   DVCH + 1,0% МА	3,26 · 10 <sup>-11</sup>
ДВЧ + 2,5% МП   DVCH + 2,5% МА	3,07 · 10 <sup>-11</sup>
ДВЧ + 5,0% МП   DVCH + 5,0% МА	3,04 · 10 <sup>-11</sup>
ДВЧ + 10,0% МП   DVCH + 10,0% МА	3,04 · 10 <sup>-11</sup>
И-20   I-20	3,01 · 10 <sup>-11</sup>
ПН-6   PO-6	3,00 · 10 <sup>-11</sup>

Сравнительный анализ данных показал, что пластифицирующий компонент на основе вторичного нефтехимического сырья ДВЧ обладает несколько большим коэффициентом диффузии в объеме полимера по сравнению с И-20 и ПН-6. Так, значение данного показателя для ДВЧ составляет 3,16 · 10<sup>-11</sup> м<sup>2</sup>/с, а для И-20 и ПН-6 – 3,01 · 10<sup>-11</sup> м<sup>2</sup>/с и 3,00 · 10<sup>-11</sup> м<sup>2</sup>/с соответственно. При введении в объем пластифицирующего компонента модифицирующей присадки в количестве 0,5 и 1,0% мас. выявлено увеличение исследуемого параметра. Так, коэффициент диффузии для ДВЧ + 0,5% МП и ДВЧ + 1,0% МП составляет 3,17 · 10<sup>-11</sup> м<sup>2</sup>/с и 3,26 · 10<sup>-11</sup> м<sup>2</sup>/с соответственно. При увеличении содержания модифицированной присадки свыше 1,0% мас. определено снижение коэффициента диффузии, что свидетельствует о худшей совместимости полимера с исследуемыми пластифицирующими компонентами ДВЧ + 2,5% МП, ДВЧ + 5,0% МП и ДВЧ + 10,0% МП. Полученные данные по коэффициентам диффузии коррелируют со

значениями константы Хаггинса, полученными для данных систем.

### Заключение

Результаты исследования совместимости пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья с эластомерной матрицей показали, что ДВЧ в индивидуальном виде обладает лучшей совместимостью с эластомерной матрицей по сравнению с промышленными маслами ПН-6 и И-20. Установлено, что применение модифицирующей присадки в количестве 0,5 и 1,0% мас. приводит к увеличению коэффициента диффузии и снижению параметра Хаггинса по сравнению с ДВЧ в индивидуальном виде, что свидетельствует о лучшей их совместимости с каучуком СКИ-3. Определено, что дальнейшее увеличение содержания модифицирующей присадки (свыше 1,0% мас.) в объеме пластифицирующего компонента ДВЧ нецелесообразно, так как это приводит к ухудшению исследуемых параметров, и, как следствие, к худшей совместимости с эластомером.

### Литература

- 1 Печерский Г.Г., Приходько И.В., Неверов А.С. Создание и исследование полимерных антикоррозионных композиционных материалов // Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМТРИБ-2011): тезисы докладов международной научно-технической конф. Гомель: ИММС НАН Б, 2011.
- 2 Шутилин Ю.Ф. Физикохимия полимеров. Воронеж: ВГТА, 2012. 838 с.
- 3 Тихомиров С.Г., Карманова О.В., Скачков А.М., Дьяков А.А. Моделирование технологических свойств полимерной композиции с выделением доминирующего компонента // Промышленное производство и использование эластомеров. 2015. № 3. С. 16–18.
- 4 Радбиль А.Б., Щепалов А.А., Долинский Т.И., Куимов А.Ф. и др. Новая концепция канцерогенной безопасности для современных шин // Каучук и резина. 2013. № 2. С. 42–47.
- 5 Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды. Москва: Юнити-Дана, 2012. 125 с.
- 6 Резниченко С.В., Морозов Ю.Л. Большой справочник резинщика: в 2 ч. Ч. 1: Резины и резино-технические изделия. М.: Техинформ, 2012. 744 с.
- 7 Radhakrishnan S., Vijayalakshmi R., Talawar M.B., Arvind K. et al. Screening of polymer-plasticizer systems for propellant binder applications: an experimental and simulation approach // Journal of Energetic Materials. 2019. doi: 10.1080/07370652.2019.1615581
- 8 Широкова Е.С., Фомин С.В. Массоперенос дибутилсебацата в вулканизаты на основе бутадиен-нитрильных и бутадиен-метилстирольных каучуков // Вестник МИТХТ. 2009. Т. 4. № 4. С. 97–100.
- 9 Широкова Е.С., Фомин С.В. Изучение массопереноса сложноэфирного пластификатора в вулканизатах на основе бутадиен-нитрильных каучуков // Вестник Казанского технологического университета. 2008. С. 100–103.
- 10 ГОСТ 12020.72. Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1973. 26 с.
- 11 Аверко-Антонович И.Ю., Бикмуллин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров. Казань: КГТУ, 2002. 604 с.
- 12 Bechekh K., Ghaouar N. Rheological Properties of Polyethylene Glycol (PEG 35000): An Interpretation of a Negative Intrinsic Viscosity and a High Huggins Coefficient Value // Journal of Macromolecular Science: Part B – Physics, 2014. V. 53. doi: 10.1080/00222348.2013.810105.
- 13 Hamidi N. Characteristics of Poly(3,5 – Dimethylphenylacrylate) in Ethyl Acetate at 25 and 30 °C // Journal of Macromolecular Science: Part B – Physics. 2014. V. 53. doi: 10.1080/00222348.2013.874311
- 14 Marani D., Hjelm J., Wandel M. Use of Intrinsic Viscosity for Evaluation of Polymer-Solvent Affinity // Annual transactions of the nordic rheology society. 2013. V. 21. P. 255–262.

### References

- 1 Pecherskiy G.G., Prihod'ko I.V., Neverov A.S. Creation and research of polymeric anticorrosive composite materials. Polymer composites and tribology (POLIKOMTRIB-2011): abstracts of international scientific and technical conf. Gornel, 2011. (in Russian).
- 2 Shutilin Yu.F. Physico-chemistry of polymers. Voronezh, VSUET, 2012. 838 p. (in Russian).
- 3 Tikhomirov S.G., Karmanova O.V., Skachkov A.M., Dyakov A.A. Modeling the technological properties of the polymer composition with the selection of the dominant component. Industrial production and use of elastomers. 2015. no. 3. pp. 16–18. (in Russian).
- 4 Radbil A.B., Schepalov A.A., Dolinsky T.I. New concept of carcinogenic safety for modern tires. Kauchuk and Rubber. 2013. no. 2. pp. 42–47. (in Russian).
- 5 Sarkisov O.R. Environmental safety and environmental legal problems in the field of environmental pollution. Moscow, Unity-Dana, 2012. 125 p. (in Russian).
- 6 Reznichenko S.V., Morozov Yu.L. Large handbook of rubber technologist. Part 1: Rubber and rubber products. Moscow, Tekhinform, 2012. 744 p. (in Russian).
- 7 Radhakrishnan S., Vijayalakshmi R., Talawar M.B., Arvind K. et al. Screening of polymer-plasticizer systems for propellant binder applications: an experimental and simulation approach. Journal of Energetic Materials. 2019. doi: 10.1080/07370652.2019.1615581
- 8 Shirokova E.S., Fomin S.V. Mass transfer of dibutyl sebacate to vulcanizates based on butadiene-nitrile and butadiene-methyl styrene rubbers. Bulletin of MIFChT. 2009. vol. 4. no. 4. pp. 97–100. (in Russian).
- 9 Shirokova E.S., Fomin S.V. Studying of mass transfer of ester plasticizer in vulcanizates based on butadiene-nitrile rubbers. Bulletin of Kazan Technological University. 2008. pp. 100–103. (in Russian).
- 10 GOST 12020.72. Plastics Methods for determining the resistance to chemical environments. Moscow, USSR State Committee on Standards, 1973. 26 p. (in Russian).
- 11 Averko-Antonovich I.Yu., Bikmullin R.T. Methods for studying the structure and properties of polymers. Kazan, KSTU, 2002. 604 p. (in Russian).
- 12 Bechekh K., Ghaouar N. Rheological Properties of Polyethylene Glycol (PEG 35000): An Interpretation of a Negative Intrinsic Viscosity and a High Huggins Coefficient Value. Journal of Macromolecular Science: Part B – Physics, 2014. vol. 53. doi: 10.1080/00222348.2013.810105
- 13 Hamidi N. Characteristics of Poly(3,5 – Dimethylphenylacrylate) in Ethyl Acetate at 25 and 30 °C. Journal of Macromolecular Science: Part B – Physics. 2014. vol. 53. doi: 10.1080/00222348.2013.874311
- 14 Marani D., Hjelm J., Wandel M. Use of Intrinsic Viscosity for Evaluation of Polymer-Solvent Affinity. Annual transactions of the nordic rheology society. 2013. vol. 21. pp. 255–262.

**Сведения об авторах**

**Анастасия В. Лешкевич** аспирант, кафедра полимерных композиционных материалов, Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь, nastyonke@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-6218-1984>

**Жанна С. Шашок** к.т.н., доцент, кафедра полимерных композиционных материалов, Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь, shashok@belstu.by  
 <https://orcid.org/0000-0003-2279-6866>

**Николай Р. Прокопчук** д.х.н., профессор, кафедра полимерных композиционных материалов, Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь, pcm@belstu.by  
 <https://orcid.org/0000-0001-7290-1199>

**Елена П. Усс** к.т.н., старший преп., кафедра полимерных композиционных материалов, Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь, uss@belstu.by  
 <https://orcid.org/0000-0003-2849-6004>

**Ольга В. Карманова** д.х.н., зав. кафедрой, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, karolga@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2226-6582>

**Вклад авторов**

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

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Anastasiya V. Leshkevich** graduate student, polymer composite materials department, Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a Minsk, 220006, Republic of Belarus, nastyonke@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-6218-1984>

**Zhanna S. Shashok** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, polymer composite materials department, Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a Minsk, 220006, Republic of Belarus, shashok@belstu.by  
 <https://orcid.org/0000-0003-2279-6866>

**Nikolay R. Prokopchuk** Dr. Sci. (Chem.), professor, polymer composite materials department, Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a Minsk, 220006, Republic of Belarus, pcm@belstu.by  
 <https://orcid.org/0000-0001-7290-1199>

**Elena P. Uss** Cand. Sci. (Engin.), polymer composite materials department, Belarusian State Technological University, Sverdlova str., 13a Minsk, 220006, Republic of Belarus, uss@belstu.by  
 <https://orcid.org/0000-0003-2849-6004>

**Olga V. Karmanova** Dr. Sci. (Chem.), head of department, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, karolga@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2226-6582>

**Contribution**

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

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 18/11/2019	<b>После редакции</b> 26/11/2019	<b>Принята в печать</b> 05/12/2019
<b>Received</b> 18/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 26/11/2019	<b>Accepted</b> 05/12/2019

## Совершенствование рецептуры резины для массивных шин путем добавок нетрадиционных наполнителей

Инна А. Литвинова<sup>1</sup> [innalitiv@mail.ru](mailto:innalitiv@mail.ru)  0000-0001-5359-1631  
 Игорь В. Веселов<sup>2</sup> [iv-veselov@mail.ru](mailto:iv-veselov@mail.ru)  
 Юрий А. Гамлицкий<sup>2</sup> [gamlit48@mail.ru](mailto:gamlit48@mail.ru)  0000-0001-8925-2439

<sup>1</sup> МИРЭА – Российский технологический университет, пр-т Вернадского, д. 78, г. Москва, 119454, Россия

<sup>2</sup> ООО НПКЦ ВЕСКОМ, ул. Буракова, 27, г. Москва, 105118, Россия

**Аннотация.** Исследовали влияние новых наполнителей на свойства резин для массивных шин. В качестве новых наполнителей использовали модифицированные фуллеренами и немодифицированные железоксидные наполнители (ЖОН). Усталостные характеристики определяли двумя методами: многократное растяжение на приборе УР-500 в соответствии с ГОСТ 261-79; знакопеременный изгиб с вращением на приборе СЗПИ в соответствии с ГОСТ 10952-75. Основные задачи построения усталостных кривых – оценка соответствия результатов прочностных испытаний (растяжение с постоянной скоростью до разрыва) усталостным по показателям усталостной долговечности, усталостной прочности, усталостной плотности энергии разрушения. Кроме того, стояла задача проверки возможности нанесения на одну кривую Веллера точек, полученных на разных приборах, – УР 500 и ЗПИ. Ранжирование резин в статике не совпадает друг с другом. Так как усталостные условия нагружения ближе к условиям реальной эксплуатации, чем статические, то для прогнозирования поведения РТИ в эксплуатации следует ориентироваться на результаты усталостных испытаний. Совмещение результатов усталостных испытаний при многократном растяжении и при знакопеременном изгибе с вращением показало, что эта процедура правомерна, но только в тех случаях, когда температура саморазогрева на приборе ЗПИ не превышает некоторого критического значения, когда начинается термодеструкция. Результаты усталостных испытаний показали, что использование исследованных наполнителей при небольших степенях наполнения (до 30 массовых частей) может быть оправдано. В качестве примера можно привести Ferrocolor фракции 0–20 Мкм с массовой долей 5 м.ч. В этом случае усталостные свойства практически не ухудшаются по сравнению с промышленной резиной для массивных шин, в которую не добавлены новые наполнители.

**Ключевые слова:** резина, активный наполнитель, усиление, прочность, усталостные характеристики

## Improvement of rubber recipe for massive tires by addition of non-traditional fillers

Inna A. Litvinova<sup>1</sup> [innalitiv@mail.ru](mailto:innalitiv@mail.ru)  0000-0001-5359-1631  
 Igor V. Veselov<sup>2</sup> [iv-veselov@mail.ru](mailto:iv-veselov@mail.ru)  
 Yuriy A. Gamlitskiy<sup>2</sup> [gamlit48@mail.ru](mailto:gamlit48@mail.ru)  0000-0001-8925-2439

<sup>1</sup> MIREA – Russian Technological University, 78 Vernadskogo Ave., Moscow, 119454, Russia

<sup>2</sup> NPKTS VESKOM LLC, ul. Burakova, 27, Moscow, 105118, Russia

**Abstract.** We investigated the effect of new fillers on the properties of rubbers for solid tires. Modified by fullerenes and unmodified iron oxide fillers were used as new fillers. Fatigue characteristics were determined by two methods: multiple tension on the UR-500 device in accordance with GOST 261-79; alternating bending with rotation on the device SZPI in accordance with GOST 10952-75. The main tasks of constructing fatigue curves were to assess the compliance of the results of strength tests (tension at a constant speed to break) with fatigue in terms of fatigue life, fatigue strength, and fatigue energy density of fracture. In addition, the task was to verify the possibility of plotting on one Weller curve points obtained on different devices - UR 500 and ZPI. The ranking of rubbers in static does not coincide with each other. Since the fatigue loading conditions are closer to the actual operating conditions than the static ones, in order to predict the behavior of rubber goods in operation, one should focus on the results of fatigue tests. Combining the results of fatigue tests with repeated tension and with alternating bending with rotation showed that this procedure is valid, but only in cases where the temperature of self-heating on the ZPI device does not exceed a certain critical value when thermal decomposition begins. The results of fatigue tests showed that the use of the studied fillers with small degrees of filling (up to 30 mass parts) can be justified. An example is Ferrocolor fraction 0–20 μm with a mass fraction of 5 m.h. In this case, the fatigue properties practically do not deteriorate in comparison with industrial rubber for solid tires, in which new fillers are not added.

**Keywords:** rubber, active filler, reinforcement, strength, fatigue characteristics

### Введение

Результаты статических испытаний резин не позволяют предвидеть их усталостные свойства. Накопленный большой экспериментальный материал и прогресс в понимании закономерностей усталостной выносливости дают основание поставить вопрос о преимущественном использовании показателей усталостной выносливости для

оценки качества резин, работающих при циклическом нагружении, как наиболее точной и достоверной методологии по сравнению с практикой применения для этой цели показателей статических испытаний [1].

Основные требования к работоспособности массивных шин: 1) низкие гистерезисные потери, 2) высокий уровень усталостных свойств, 3) хорошая адгезия резины к металлу диска.

Для цитирования

Литвинова И.А., Веселов И.В., Гамлицкий Ю.А. Совершенствование рецептуры резины для массивных шин путем добавок нетрадиционных наполнителей // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 196–204. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-196-204

For citation

Litvinova I.A., Veselov I.V., Gamlitskiy Yu.A. Improvement of rubber recipe for massive tires by addition of non-traditional fillers. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 196–204. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-196-204

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

В данной работе ставится задача оценки усталостных свойств модифицированных резин для массивных шин. Усталостные испытания проводили на машинах УР-500 (многократное растяжение) и ЗПИ (знакопеременный изгиб с вращением). Кривые Веллера строили в трёх режимах: заданных деформаций, заданных напряжений, заданных плотностей энергии деформации.

Также поставлена задача построить кривые Веллера по результатам усталостных испытаний на двух усталостных машинах – УР-500 и ЗПИ [3] на одном графике. До настоящего времени считалось, что результаты испытаний по разным методикам несовместимы. В работе поставлена задача проверить это утверждение.

В качестве объектов исследования выбраны промышленная резина для массивных шин и те же резины с добавлением разных железокислых наполнителей (ЖОН): FerroFlex, FerroColor [7].

### Материалы и методы

В качестве исследуемых наполнителей были выбраны ЖОН (модифицированные фуллеренами и немодифицированные) с разным размером частиц.

FerroFlex (FF) – комбинированный активный наполнитель армирующего свойства. Представляет собой комплексную систему, состоящую из высокодисперсного железокислого материала, модифицированного фуллеренами, органическими кислотами, волокнистыми минеральными наполнителями,

активным углеродом. Влияет на следующие характеристики резин: напряжение при растяжении, прочность при разрыве, твёрдость по Шору, эластичность по отскоку, сопротивление истиранию, относительное удлинение при разрыве, стойкость к окислению. Объёмные характеристики:

- кажущаяся (насыпная) плотность  $p = 1,1 \text{ г/см}^3$ ;
- истинная плотность  $p = 3,33 \text{ г/см}^3$ ;
- основная фракция – 10 мкм.

Наполнитель FerroColor (FC) представляет собой высокодисперсный железокислый материал, аналогичный FerroFlex, отличающийся от FerroFlex только тем, что не модифицирован фуллеренами [4].

Упруго-прочностные свойства резин определяли на машине УТС-5 в соответствии с ГОСТ 270, ГОСТ 262 и ГОСТ 252.

### Результаты

Испытания проводили для резины массивных шин (таблица 1), в которую добавляли железокислые наполнители FF в количестве 5, 10, 20, 40 м. ч. и FC разных фракций: (0 – 20 мкм): 5, 10, 20, 24 м. ч.; (0–100 мкм): 5, 10, 20, 30, 30,5 м. ч.

Результаты физико-механических испытаний резин с наполнителем FF приведены в таблице 2. На рисунках 1–3 представлены кривые растяжения. Отметим, что продолжение кривых растяжения после точки разрыва не имеет смысловой нагрузки. В таком виде испытательная машина выдаёт результаты.

Таблица 1.

Рецептура резин для изготовления массивных шин

Table 1.

Recipe of rubber for the manufacture of solid tires

Основные ингредиенты для шин клеевого крепления   Main ingredients for tires Adhesive fastening	
Каучук СКМС-10К   Rubber SKMS-10K	70,00
Каучук СКМС-30АРКМ-15   Rubber SKMS-30ARKM-15	30,00
Углерод технический ПМ-100 или ПМ-105   Technical carbon PM-100 or PM-105	15,00
Углерод технический ПМ-50   Technical carbon PM-50	50,00

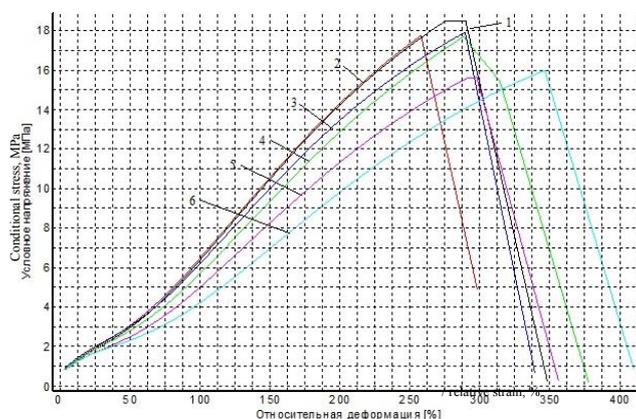


Рисунок 1. Кривые растяжения для резин с FerroFlex: 1 – эталон; 2 – 5 м.ч. FF; 3 – 10 м.ч. FF; 4 – 20 м.ч. FF; 5 – 30 м.ч. FF; 6 – 40 м.ч. FF

Figure 1. Tensile Curves for Rubber with FerroFlex: 1 – reference; 2 – 5 m.h. FF; 3 – 10 m.h. FF; 4 – 20 m.h. FF; 5 – 30 m.h. FF; 6 – 40 m.h. FF

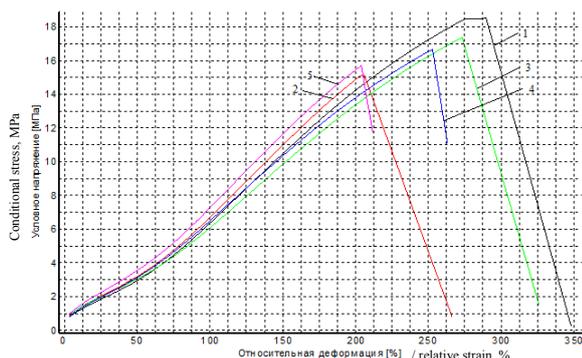


Рисунок 2. Кривые растяжения серии испытаний резины с FerroColor (0–20 мкм): 1 – эталон; 2 – 5 м.ч. FC (0–20 мкм); 3 – 10 м.ч. FC (0–20 мкм); 4 – 20 м.ч. FC (0–20 мкм); 5 – 24 м.ч. FC (0–20 мкм)  
 Figure 2. Tensile curves of a series of tests of rubber with FC (0–20 microns): 1 – standard; 2–5 m.h FC (0–20 microns); 3 – 10 m.h. FC (0–20 microns); 4 – 20 m.h. FC (0–20 microns); 5 – 24 m.h. FC (0–20 microns)

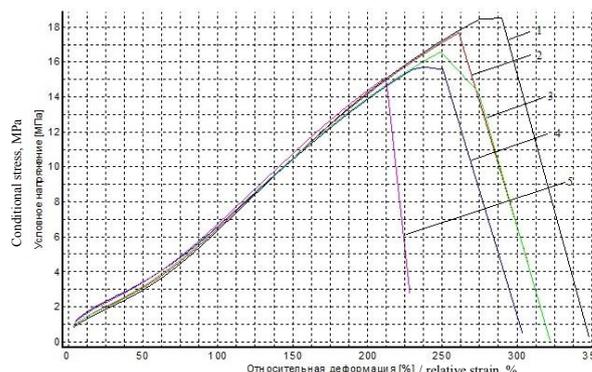


Рисунок 3. Кривые растяжения для резины с FerroColor (0–100) мкм: 1 – эталон; 2 – 10 м.ч. FC (0–100) мкм; 3 – 20 м.ч. FC (0–100) мкм; 4 – 30 м.ч. FC (0–100) мкм; 5 – 30,5 м.ч. FC (0–100) мкм  
 Figure 3. Tension curves for rubbers with FerroColor (0–100) microns: 1 – standard; 2–10 m.h FC (0–100) microns; 3 – 20 m.h. FC (0–100) microns; 4 – 30 m.h. FC (0–100) microns; 5 – 30.5 m.h FC (0–100) microns

Результаты физико-механических испытаний резины для массивных шин

Таблица 2.

Results of physical and mechanical testing of rubber for massive tires

Table 2.

Показатель Indicator	Шифр резины\ Rubber code													
	Эталон Standard	FF 5 м.ч. (m.h.)	FF 10 м.ч. (m.h.)	FF 20 м.ч. (m.h.)	FF 30 м.ч. (m.h.)	FF 40 м.ч. (m.h.)	FC (0-100) 10 м.ч. (m.h.)	FC (0-100) 20 м.ч. (m.h.)	FC (0-100) 30,5 м.ч. (m.h.)	FC (0-20) 5 м.ч. (m.h.)	FC (0-20) 10 м.ч. (m.h.)	FC (0-20) 20 м.ч. (m.h.)	FC (0-20) 24 м.ч. (m.h.)	
Относительный гистерезис, % Relative hysteresis, %	11,2	9,9	9,7	8,3	12,3	10,4	9,2	9,5	9,6	9,4	8,9	9,9	10,4	
Прочность при разрыве, МПа Tensile strength, MPa	17,7	17,8	17,3	17,5	16,4	15,7	16,5	16,6	14,9	15,3	16,3	16,2	15,8	
Относительное удлинение при разрыве, % Elongation at break, %	265	262	276	278	312	337	243	245	212	208	253	241	215	
Сопротивление раздиру Н/мм Tear resistance N/mm	54	51	45	45	57	54	49	52	43	53	56	48	39	

В таблице 3 приведены данные по усталостной выносливости в режиме заданных деформаций для эталонной резины (без железоксидного наполнителя) и с добавлением наполнителей FerroFlex и FerroColor.

На рисунке 4 представлены кривые Веллера в режиме заданных деформаций для резины с различным содержанием наполнителя FerroFlex; для резины FC (0–20); для резины с FC (0–100).

Таблица 3.

Данные по усталостной выносливости в режиме заданных деформаций для эталонной резины

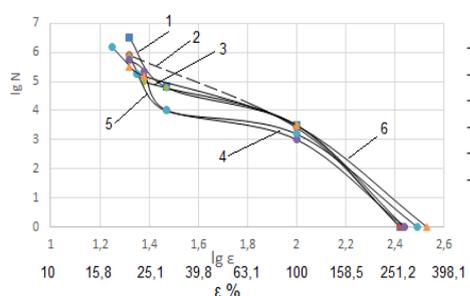
Table 3.

Data on fatigue endurance for Preset Deformations for Reference Rubber

Шифр резины Rubber code	N, количество циклов number of cycles	lgN	Деформация, ε, % Deformation	lge	T, C (через 10 мин после начала испытания) (10 minutes after the start of the test)
1	2	3	4	5	6
Эталон   Standard	5 459 280	6,73	21,62	1,33	84,3
	1 873 672	6,27	24,65	1,39	89,8
	89976	4,95	30,72	1,48	110,6
FF 5 м.ч. (m.h.)	1 268 680	6,10	21,62	1,33	84,5
	984 400	5,99	24,65	1,39	89,8

Продолжение табл. 3 | Continuation of table 3

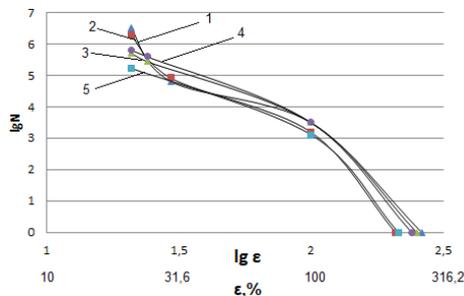
1	2	3	4	5	6
FF 10 м.ч. (m.h.)	976 120	5,98	21,62	1,33	92,6
	150 627	5,17	24,65	1,39	98,0
	67 344	4,82	30,72	1,48	108,8
FF 20 м.ч. (m.h.)	679 420	5,83	21,62	1,33	83,7
	431 112	5,63	24,65	1,39	94,2
	11 040	4,04	30,72	1,48	130,0
FF 30 м.ч. (m.h.)	1 759 500	6,24	18,58	1,26	84,3
	139 840	5,14	21,62	1,33	98,8
	300840	5,47	24,65	1,39	99,2
	10448	4,01	30,72	1,48	130,0
FF 40 м.ч. (m.h.)	441 048	5,64	21,62	1,33	90,8
	219 420	5,34	24,65	1,39	101,0
FC (0-20) 5 м.ч. (m.h.)	2 470 200	6,39	21,62	1,33	84,0
	1 765 296	6,24	24,65	1,39	96,7
	94 944	4,97	30,72	1,48	96,7
FC (0-20) 10 м.ч. (m.h.)	660 100	5,82	21,62	1,33	85,6
	339 420	5,53	24,65	1,39	97,2
FC (0-20) 20 м.ч. (m.h.)	756 240	5,88	21,62	1,33	88,7
	428 888	5,63	24,65	1,39	89,2
FC (0-20) 24 м.ч. (m.h.)	92 920	4,97	21,62	1,33	87,6
	464 784	5,66	24,65	1,39	107,8
FC (0-100) 10 м.ч. (m.h.)	903 440	5,95	21,62	1,33	87,7
	231 560	5,36	24,65	1,39	97,3
FC (0-100) 20 м.ч. (m.h.)	218 960	5,34	21,62	1,33	86,0
	218 933	5,34	24,65	1,39	95,1
FC (0-100) 30 м.ч. (m.h.)	105 373	5,02	21,62	1,33	104,7
	100 740	5,00	24,65	1,39	107,5
FC (0-100) 30.5 м.ч. (m.h.)	148 580	5,17	21,62	1,33	101,6
	137 386	5,13	24,65	1,39	101,8



(a)

1 – Эталон; 2 – FerroFlex 5 м. ч.; 3 – FerroFlex 10 м. ч.; 4 – FerroFlex 20 м. ч.; 5 – FerroFlex 30 м. ч.; 6 – FerroFlex 40 м. ч.

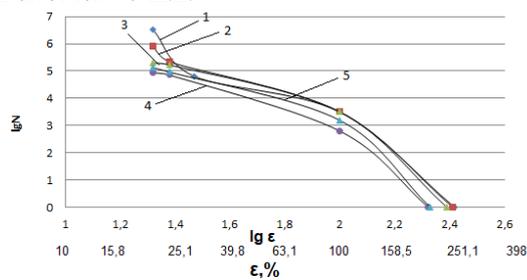
1 – Standard; 2 – FerroFlex 5 m.h.; 3 – FerroFlex 10 m.h.; 4 – FerroFlex 20 m.h.; 5 – FerroFlex 30 m.h.; 6 – FerroFlex 40 m.h.



(b)

1 – Эталон; 2 – FC (0-20) 5 м.ч.; 3 – FC (0-20) 10 м.ч.; 4 – FC (0-20) 20 м.ч.; 5 – FC (0-20) 24 м.ч.

1 – Standard; 2 – FC(0-20) 5 m.h.; 3 – FC (0-20) 10 m.h.; 4 – FC (0-20) 20 m.h.; 5 – FC (0-20) 24 m.h



(c)

1 – Эталон; 2 – FC (0-100) 10 м.ч.; 3 – FC (0-100) 20 м. ч.; 4) FC (0-100) 30 м. ч.; 5 – FC (0-100) 30, 5 м. ч.

1 – Standard; 2 – FC (0-100) 10 m.h.; 3 – FC (0-100) 20 m.h.; 4 – FC (0-100) 30 m.h.; 5 – FC (0-100) 30, 5m. h

Рисунок 4. Кривые Веллера в режиме заданных деформаций: а – для резин с наполнителем FerroFlex; б – для резин FC (0-20); в – для резин с FC (0-100)

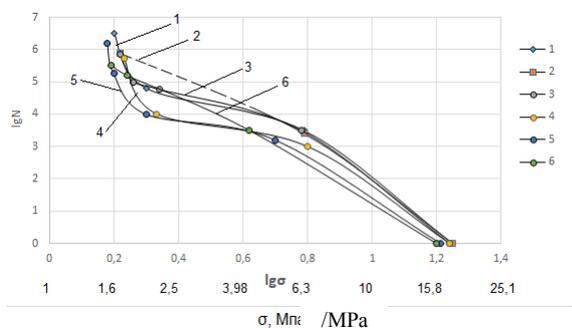
Figure 4. Weller curves in the set deformation mode: a – for rubber with FerroFlex filler; b – for FC rubber (0-20); c – for FC rubber (0-100)

Далее пересчитали данные для кривых Веллера из режима заданных деформаций в режим заданных напряжений. Это было сделано с помощью кривых напряжения-деформации для данных резин, рисунки 1–3.

На рисунке 5 показаны кривые Веллера в режиме заданных напряжений для резин с FF; для резин с FC (0–20); для резин FC (0–100).

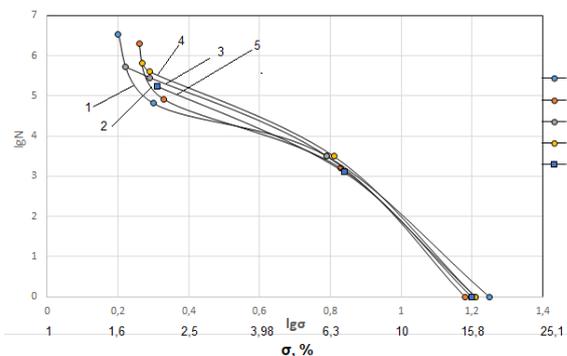
На рисунке 6 показаны кривые Веллера в режиме заданных плотностей энергии деформации для резин с FF; для резин с FC (0–20); для резин FC (0–100).

На рисунке 7 показаны гистограммы ходимости для резин с FF; для резин с FC (0–20); для резин FC (0–100).



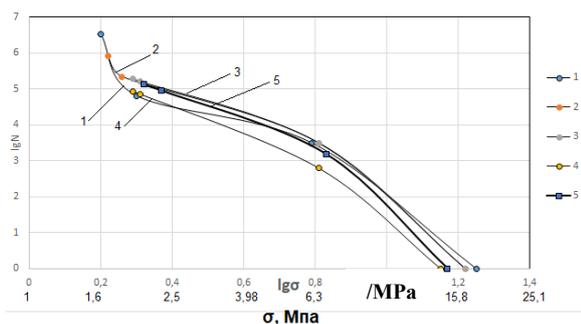
(a)

- 1 – Эталон; 2 – FF 5; 3 – FF 10; 4 – FF 20; 5 – FF 30; 6 – FF 40  
 1 – Standart; 2 – FF 5; 3 – FF 10; 4 – FF 20; 5 – FF 30; 6 – FF 40



(b)

- 1 – Эталон; 2 – FC (0–20) 5 м.ч.; 3 – FC (0–20) 10 м.ч.; 4 – FC (0–20) 20 м.ч.; 5 – FC (0–20) 24 м.ч  
 1 – Standard; 2 – FC (0–20) 5 m.h.; 3 – FC (0–20) 10 m.h.; 4 – FC (0–20) 20 m.h.; 5 – FC (0–20) 24 m.h

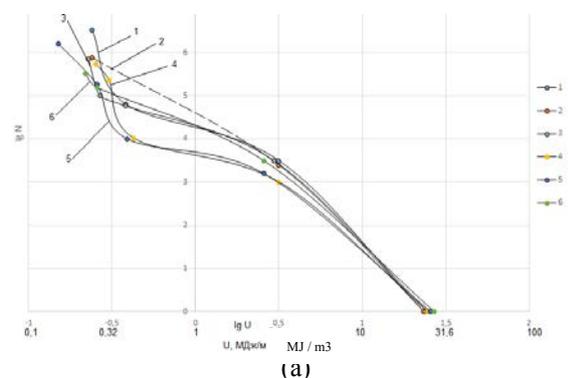


(c)

- 1 – Эталон; 2 – FC (0–100) 10 м.ч.; 3 – FC (0–100) 20 м.ч.; 4 – FC (0–100) 30 м.ч.; 5 – FC (0–100) 30, 5 м.ч  
 1 – Standard; 2 – FC (0–100) 10 m.h.; 3 – FC (0–100) 20 m.h.; 4 – FC (0–100) 30 m.h.; 5 – FC (0–100) 30.5 m.h

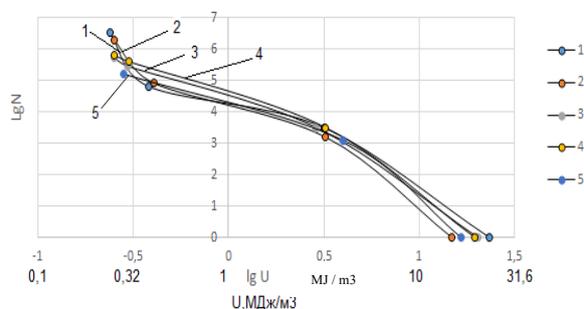
Рисунок 5. Кривые Веллера в режиме заданных напряжений: а – для резин с FF; б – для резин FC (0–20); с – для резин с FC (0–100)

Figure 5. Weller curves in the set deformation mode: a – for rubber with FF; b – for FC rubber (0-20); c – for FC rubber (0-100)



(a)

- 1 – Эталон; 2 – FF 5; 3 – FF 10; 4 – FF 20; 5 – FF 30; 6 – FF 40  
 1 – Standart; 2 – FF 5; 3 – FF 10; 4 – FF 20; 5 – FF 30; 6 – FF 40



(b)

- 1 – Эталон; 2 – FC (0–20) 5 м.ч.; 3 – FC (0–20) 10 м.ч.; 4 – FC (0–20) 20 м.ч.; 5 – FC (0–20) 24 м.ч  
 1 – Standard; 2 – FC (0–20) 5 m.h.; 3 – FC (0–20) 10 m.h.; 4 – FC (0–20) 20 m.h.; 5 – FC (0–20) 24 m.h

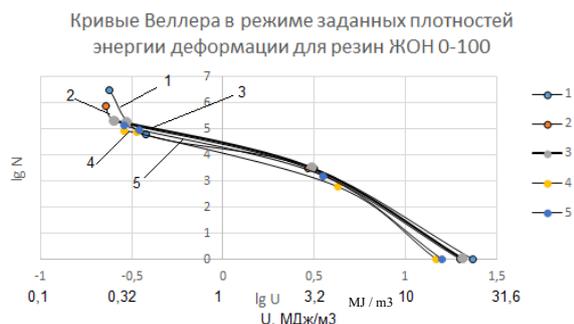
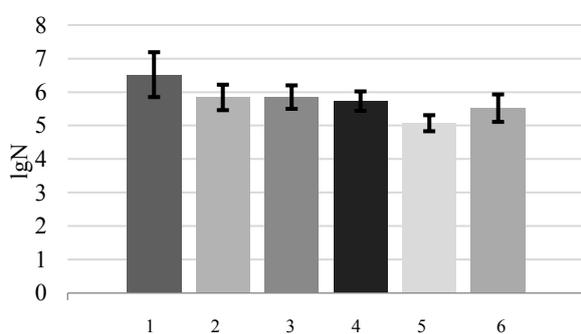


Рисунок 6. Кривые Веллера в режиме заданных плотностей энергии деформации: а – для резин с FF; б – для резин FC (0–20); с – для резин с FC (0–100)

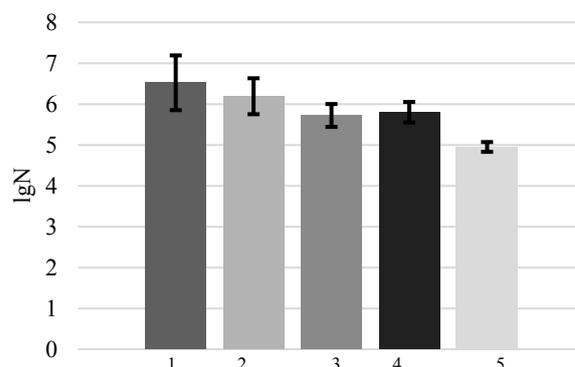
Figure 6. Weller curves in the mode of preset deformation energy densities: a – for rubber with FF; b – for FC rubber (0-20); c – for FC rubber (0-100)

1 – Эталон; 2 – FC (0–100) 10 м.ч; 3 – FC (0–100) 20 м. ч;  
 4 – FC (0–100) 30 м. ч; 5 – FC (0–100) 30, 5 м. ч  
 1 – Standard; 2 – FC (0–100) 10 m.h; 3 – FC (0–100) 20 m.h;  
 4 – FC (0–100) 30 m.h; 5 – FC (0–100) 30.5 m. h



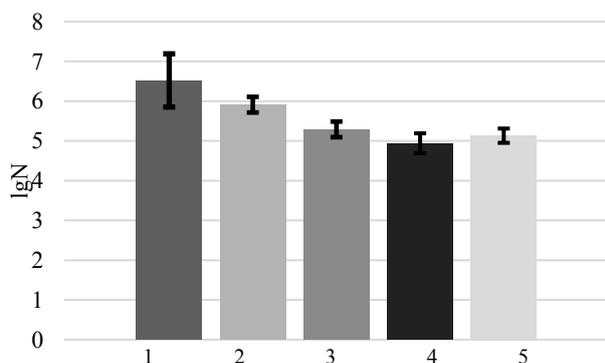
(a)

1 – Эталон; 2 – FF 5; 3 – FF 10; 4 – FF 20; 5 – FF 30;  
 6 – FF 40  
 1 – Standard; 2 – FF 5; 3 – FF 10; 4 – FF 20; 5 – FF 30;  
 6 – FF 40



(b)

1 – Эталон; 2 – FC (0–20) 5 м.ч; 3 – FC (0–20) 10 м.ч.;  
 4 – FC (0–20) 20 м.ч; 5 – FC (0–20) 24 м.ч  
 1 – Standard; 2 – FC (0–20) 5 m.h; 3 – FC (0–20) 10 m.h;  
 4 – FC (0–20) 20 m.h; 5 – FC (0–20) 24 m.h



(c)

1 – Эталон; 2 – FC (0–100) 10 м.ч; 3 – FC (0–100) 20 м. ч;  
 4 – FC (0–100) 30 м. ч; 5 – FC (0–100) 30, 5 м. ч  
 1 – Standard; 2 – FC (0–100) 10 m.h; 3 – FC (0–100) 20 m.h;  
 4 – FC (0–100) 30 m.h; 5 – FC (0–100) 30.5 m. h

### Обсуждения

Прочность эталонной резины составляет 17,7 МПа, относительное удлинение – 265%. При введении железистого наполнителя FerroFlex в резины в количестве до 20 м. ч. прочность резин практически не ухудшается,

Рисунок 7. Гистограмма ходимости резин при деформации 21,62%: а – для резин с FF; б – для резин FC (0–20); с – для резин с FC (0–100)

Figure 7. Histogram of rubber mileage at a strain of 21,62%: a – for rubber with FF; b – for FC rubber (0-20); c – for FC rubber (0-100)

также происходит небольшое увеличение относительного удлинения. По рисунку 1 видно, что с увеличением дозы наполнителя FerroFlex в резинах их модуль снижается. Это может быть связано с тем, что поверхность наполнителя модифицирована фуллеренами, он начинает

взаимодействовать с серой, снижая тем самым густоту вулканизационной сетки, что приводит к снижению модуля резины [2].

При введении в резины наполнителя немодифицированной фракции 0–20 мкм эти показатели незначительно снижаются. Также по кривым растяжения (рисунок 2) видно, что для некоторых точек наполнения жёсткость увеличивается (24 м. ч.), а для некоторых уменьшается (10 масс. ч.). Здесь присутствует два фактора: в первом случае преобладает гидродинамический эффект, во втором начинается взаимодействие наполнителя с серой, вследствие чего уменьшается густота вулканизационной сетки и происходит уменьшение модуля резин [1]. Для более точной интерпретации этих результатов на основе теории усиления требуются дополнительные исследования.

В таблице 2 представлены результаты физико-механических испытаний резин с FC фракции 0–100 мкм.

По кривым растяжения (рисунок 3) видно, что с увеличением количества наполнителя прочность постепенно снижается. Жёсткость резин практически не меняется, что можно объяснить взаимной компенсацией влияния на модули гидродинамического эффекта и адсорбцией вулканизирующей группы на поверхности FC.

Увеличение или уменьшение показателя сопротивления раздиру в соответствии с добавлением наполнителя совпадает с изменениями показателя прочности резин.

Относительный гистерезис – важная эксплуатационная характеристика, характеризующая потери на качение, расход топлива и теплообразование. Определяли относительный гистерезис в соответствии с ГОСТ 252–75.

В таблице 2 приведены полученные значения относительного гистерезиса для резин с различными типами ЖОН в сравнении с эталонной. Из таблицы 2 видно, что значение относительного гистерезиса для эталонной резины составляет 11,2%. Введение ЖОН снижает относительный гистерезис, за исключением FerroFlex, который в количестве больше 30 м. ч. начинает расти. Это можно объяснить в соответствии с представлениями об усилении, изложенными в статье [2], увеличением переходной зоны между частицей наполнителя и матрицей каучука.

Из рисунка 4 следует, что резины, худшие в статике, в усталости имеют существенно иное ранжирование. Что, например, для эталона говорит о маленьком разрывном удлинении. А для резины, содержащей наполнитель FF 40, напротив, о высоком значении удлинения при разрыве.

Из рисунка 6 видно, что резины, лучшие в статике, имеют аналогичное ранжирование и в области больших баз утомления. Это достаточно редкий случай, т. к. по статическим испытаниям нельзя сказать, как резины поведут себя в усталостных испытаниях.

Из рисунков 4–6 видно, что резины, которые имеют лучшие показатели при статических деформациях, в усталостных испытаниях имеют другое ранжирование. Самая высокая усталостная выносливость у эталона.

По рисунку 4 можно увидеть, что резина «Эталон» и резина с малым количеством наполнителя FF 5 м.ч. имеют лучшие показатели и в статике, и в усталости.

Из рисунка 6 следует, что лучшей усталостной выносливостью обладают резины с наполнителями FC (0–100), 10 м.ч, FC (0–100), 20 м.ч.

Далее необходимо пересчитать кривые Веллера из режима заданных напряжений в режим заданных плотностей энергии деформации с помощью интегрирования кривых напряжения-деформации данных резин (рисунок 1). Из рисунка 6 (b) следует, что резины «эталон» и FC (0–20), 5 м.ч. имеют лучшие усталостные показатели при значении плотности энергии деформации равной 0,27 МПа. Однако при увеличении плотности энергии деформации до значения 0,32 МПа и более характер кривых меняется, и они располагаются ниже остальных, что свидетельствует о низкой усталостной выносливости. Из рисунков 4, 5, 6 видно, что ранжирование кривых FC (0–20) в разных режимах разное. В режиме заданных деформаций самая высокая усталостная выносливость у эталона и у резины FC (0–20), 5 м.ч. В режиме заданных напряжений самая высокая усталостная выносливость у резины с наполнителем FC (0–20), 20 м.ч., а вот у ранее упомянутых эталона и FC (0–20), 5 м.ч. – самая низкая ходимость.

Из рисунка 6 (c) следует, что резины с наполнителем FC (0–100) в статике и в динамике имеют существенно разное ранжирование. Из рисунков 4, 5, 6 можно увидеть, какая усталостная выносливость у резин с наполнителем FC (0–100) в разных режимах. В режиме заданных деформаций самая высокая усталостная выносливость у эталона и у резины FC (0–100), 10 м.ч. В режиме заданных напряжений самая высокая усталостная выносливость у резины FC (0–100), 20 м.ч. и FC (0–100), 10 м.ч. В режиме заданных плотностей энергии деформации при малой плотности энергии деформации самая высокая ходимость у эталона. Однако при увеличении плотности энергии деформации кривая снижается, что говорит о снижении усталостной выносливости. За исключением эталона в режиме заданных плотностей энергии деформации самая высокая ходимость у резин FC (0–100), 20 м.ч и FC (0–100), 10 м.ч.

Из рисунка 7 (а) видно, что самая высокая усталостная выносливость при малых деформациях у эталона, самая низкая – у резины FF 5. Резины FF 5, FF 10, FF 20, FF 40 с учетом доверительного интервала имеют близкую друг к другу ходимость при данной (20,8%) деформации.

По рисунку 7 (б) видно, самая высокая усталостная выносливость у резин «эталон» и FC (0–20) 5 м.ч. Самая низкая усталостная выносливость у резины FC (0–20) 24 м.ч. У резин FC (0–20) 10 м.ч и FC (0–20) 20 м.ч. близкая усталостная выносливость с учетом доверительного интервала.

Из рисунка 7 (с) видно, что в данном ряду самая высокая усталостная выносливость у эталона. Далее следуют FC (0–100) 10 м.ч, FC (0–100) 20 м.ч. и FC (0–100) 30, 5 м.ч., FC (0–100), 30 м.ч.

### Заключение

Основные задачи построения усталостных кривых – оценка соответствия результатов прочностных испытаний (растяжение с постоянной скоростью до разрыва) усталостным по показателям усталостной долговечности, усталостной прочности, усталостной плотности энергии разрушения. Кроме того, стояла задача проверки возможности нанесения на одну кривую Веллера точек, полученных на разных приборах, – УР-500 и ЗПИ.

Основные выводы следующие.

– В результате проведенных исследований показано, что ранжирование резин в статике (растяжение с постоянной скоростью до разрушения) по всем трём показателям – разрывное удлинение, разрывное напряжение, разрывная

плотность энергии деформации, вообще говоря, часто не совпадает друг с другом.

– Ранжирование резин в статике и в усталости также не совпадает друг с другом. Так как усталостные условия нагружения ближе к условиям реальной эксплуатации, чем статические, то для прогнозирования поведения РТИ в эксплуатации следует ориентироваться на результаты усталостных испытаний.

– Ранжирование резин по результатам усталостных испытаний в трёх разных режимах также часто не коррелирует между собой. Следовательно, прогнозирование ходимости резин следует проводить с учётом реального режима, ближе к которому эксплуатируется рассматриваемая деталь шины или РТИ.

– Совмещение результатов усталостных испытаний при многократном растяжении и при знакопеременном изгибе с вращением показало, что эта процедура правомерна, но только в тех случаях, когда температура саморазогрева на приборе ЗПИ не превышает некоторого критического значения, когда начинается термодеструкция.

– Результаты усталостных испытаний показали, что использование исследованных наполнителей при небольших степенях наполнения (до 30 м.ч.) может быть оправдано. В качестве примера можно привести Ferrocolor фракции 0–20 Мкм с массовой долей 5 м.ч. В этом случае усталостные свойства практически не ухудшаются по сравнению с промышленной резиной для массивных шин, в которую не добавлены новые наполнители.

### Литература

- 1 Гамлицкий Ю.А. Наномеханика явления усиления наполненных эластомеров. // Каучук и резина. 2017. № 5. С. 308–317.
- 2 Gamlitsky Yu.A. Nanomechanics of the Phenomenon of Reinforcement of Filled Elastomers // Nanomechanics Science and Technology An International Journal. 2013. V. 4. № 3. P. 1–18.
- 3 Черныш А.А., Яковлев С.Н. Экспериментальное исследование динамического модуля полиуретановых эластомеров при знакопеременном изгибе с вращением // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. № 4 (128).
- 4 Дружининская Ю.А. Усталостные свойства резин с использованием в их составе железооксидных и минеральных наполнителей: диссертация. Москва, 2019. 113 с.
- 5 Шашок Ж.С., Касперович А.В., Прокопчук Н.Р., Каюшников С.Н. Влияние рецептурного состава эластомерных композиций на упруго-деформационные свойства шинных резин // Труды БГТУ. 2013. № 4(160). С. 137–140.
- 6 Игуменова Т.И., Гудков М.А., Попов Г.В. Особенности усталостной устойчивости резин на основе комбинации минеральных наполнителей и фуллеренсодержащего технического углерода // Промышленное производство и использование эластомеров. 2012. № 1. С. 25–27.
- 7 Шульга А.М., Игуменова Т.И., Акатов Е.С. Влияние углеродных наноматериалов на усталостные свойства полимерных композиций // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. № 4 (19). С. 169–172.
- 8 Dong B., Zhang L., Wu Y. Influences of different dimensional carbon-based nanofillers on fracture and fatigue resistance of natural rubber composites // Polymer Testing. 2017. V. 63. P. 281–288.
- 9 Tonatto M.L.P., Forte M.M.C., Amico S.C. Compressive-tensile fatigue behavior of cords/rubber composites // Polymer Testing. 2017. V. 61. P. 185–190.
- 10 Marco Y. et al. Prediction of fatigue properties of natural rubber based on the descriptions of the cracks population and of the dissipated energy // Polymer Testing. 2017. V. 59. P. 67–74.

## References

- 1 Gamlitsky Yu.A. Nanomechanics of the phenomenon of reinforcement of filled elastomers. *Rubber and Rubber*. 2017. no. 5. pp. 308–317. (in Russian).
- 2 Gamlitsky Yu.A. Nanomechanics of the Phenomenon of Reinforcement of Filled Elastomers. *Nanomechanics Science and Technology. An International Journal*. 2013. vol. 4. no. 3. pp. 1–18.
- 3 Chernysh A.A., Yakovlev S.N. An experimental study of the dynamic modulus of polyurethane elastomers under alternating bending with rotation. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2018. no. 4 (128). (in Russian).
- 4 Druzhininskaya Yu.A. Fatigue properties of rubbers using iron oxide and mineral fillers in their composition: dissertation. Moscow, 2019. 113 p. (in Russian).
- 5 Shashok J.S., Kasperovich A.V., Prokopchuk N.R., Kaushnikov S.N. The influence of the prescription composition of elastomeric compositions on the elastic-deformation properties of tire rubbers. *Transactions of BSTU*. 2013. no. 4 (160). pp. 137–140. (in Russian).
- 6 Igumenova T.I., Gudkov M.A., Popov G.V. Features of the fatigue resistance of rubbers based on a combination of mineral fillers and fullerene-containing carbon black. *Industrial production and use of elastomers*. 2012. no. 1. pp. 25–27. (in Russian).
- 7 Shulga A.M., Igumenova T.I., Akatov E.S. Influence of carbon nanomaterials on the fatigue properties of polymer compositions. *News of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2016. no. 4 (19). pp. 169–172. (in Russian).
- 8 Dong B., Zhang L., Wu Y. Influences of different dimensional carbon-based nanofillers on fracture and fatigue resistance of natural rubber composites. *Polymer Testing*. 2017. vol. 63. pp. 281–288.
- 9 Tonatto M.L.P., Forte M.M.C., Amico S.C. Compressive-tensile fatigue behavior of cords/rubber composites. *Polymer Testing*. 2017. vol. 61. pp. 185–190.
- 10 Marco Y. et al. Prediction of fatigue properties of natural rubber based on the descriptions of the cracks population and of the dissipated energy. *Polymer Testing*. 2017. vol. 59. pp. 67–74.

## Сведения об авторах

**Инна А. Литвинова** аспирант, кафедра химии и технологии переработки эластомеров имени Ф.Ф. Кошелева, МИРЭА – Российский технологический университет, пр-т Вернадского, д. 78, г. Москва, 119454, Россия, innalitiv@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-5359-1631>

**Игорь В. Веселов** к.т.н., профессор, ООО НПКЦ ВЕСКОМ, ул. Буракова, 27, г. Москва, 105118, Россия, iv-veselov@mail.ru

**Юрий А. Гамлицкий** к.ф.-м.н., доцент, кафедра химии и технологии переработки эластомеров имени Ф.Ф. Кошелева, ООО НПКЦ ВЕСКОМ, ул. Буракова, 27, г. Москва, 105118, Россия, gamlit48@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-8925-2439>

## Вклад авторов

**Инна А. Литвинова** выполнила расчёты, провела эксперимент, обзор литературы по исследуемой проблеме

**Игорь В. Веселов** написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Юрий А. Гамлицкий** консультация в ходе исследования

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Inna A. Litvinova** graduate student, chemistry and technology of processing elastomers named after F.F. Kosheleva department, MIREA – Russian Technological University, 78 Vernadskogo Ave., Moscow, 119454, Russia, innalitiv@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-5359-1631>

**Igor V. Veselov** Cand. Sci. (Engin.), professor, NPKTS VESKOM LLC, ul. Burakova, 27, Moscow, 105118, Russia, iv-veselov@mail.ru

**Yuriy A. Gamlitskiy** Cand. Sci. (Phys.-Math.), associate professor, chemistry and technology of processing elastomers named after F.F. Kosheleva department, NPKTS VESKOM LLC, ul. Burakova, 27, Moscow, 105118, Russia, gamlit48@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-8925-2439>

## Contribution

**Inna A. Litvinova** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Igor V. Veselov** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Yuriy A. Gamlitskiy** consultation during the study

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 04/10/2019	После редакции 14/11/2019	Принята в печать 25/11/2019
Received 04/10/2019	Accepted in revised 14/11/2019	Accepted 25/11/2019

**Экономика и управление****Economics and Management**DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-4-205-210>

Оригинальная статья

УДК 338.28

Open Access Available online at [vestnik-vsuet.ru](http://vestnik-vsuet.ru)**Особенности эффективного инновационного проектирования в сфере электроэнергетики**Галина С. Армашова-Тельник<sup>1</sup> atgs@ya.ru  0000-0001-9370-5875Михаил В. Канавцев<sup>1</sup> atgs@ya.ru  0000-0003-2518-6991<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия

**Аннотация.** В последнее время традиционная энергетическая система не может удовлетворить потребности большого количества пользователей, поэтому для обеспечения эффективного использования энергии необходимо применять новые структуры и технологии. На сегодняшний день ключевой проблемой российского энергетического сообщества является низкая энергоэффективность, которая, в свою очередь, оказывает негативное влияние на экономику страны. Основную роль в повышении энергоэффективности могут сыграть инновационные преобразования. Внедрение методов и технологий предиктивной аналитики позволяет наиболее эффективно проводить реинжиниринг производственных процессов и наиболее качественно расставлять приоритеты при разработке и внедрении инновационных продуктов. Интеграция интеллектуальных сетевых технологий, устойчивых энергетических ресурсов является важным путем к стабильному развитию. Для увеличения доли импортозамещения, а в перспективе для начала экспорта разрабатываемых технологий и готовых технических решений необходимы поддержка и развитие инновационной среды и существующих перспективных проектов как со стороны государства и инфраструктурных организаций, так и со стороны участников рынка. Выделен ряд направлений инновационных преобразований в области электроэнергетики, которые в ближайшем будущем станут определять перспективные технологические и рыночные тренды. При создании эффективных инновационных проектов важно правильно выбирать подход, используемый при инновационном проектировании. Кроме того, в текущих рыночных условиях эффективность энергетической отрасли напрямую отражает результативность принятых и реализованных инновационных решений. Являясь одним из важнейших факторов социально-экономического развития любого государства, состояние энергетического комплекса и его взаимосвязь с другими отраслями национальной экономики обуславливает его значительное влияние на устойчивое инновационное развитие России.

**Ключевые слова:** инновационное проектирование, электроэнергетика, управление проектами, инновационная активность**Features of effective innovative design in the field of electric power industry**Galina S. Armashova-Telnik<sup>1</sup> atgs@ya.ru  0000-0001-9370-5875Michael V. Kanavcev<sup>1</sup> atgs@ya.ru  0000-0003-2518-6991<sup>1</sup> St. Petersburg State University Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, 190000, Russia

**Abstract.** Recently, the traditional energy system cannot satisfy the needs of a large number of users, therefore, to ensure efficient use of energy, it is necessary to apply new structures and technologies. Today, the key problem of the Russian energy community is low energy efficiency, which, in turn, has a negative impact on the country's economy. Innovative transformations can play a major role in improving energy efficiency. The introduction of methods and technologies of predictive analytics allows for the most efficient reengineering of production processes and the highest quality prioritization in the development and implementation of innovative products. The integration of intelligent network technologies, sustainable energy resources is an important path to sustainable development. To increase the share of import substitution, and in the long term to start exporting the developed technologies and ready-made technical solutions, support and development of the innovation environment and existing promising projects both from the state and infrastructure organizations, as well as from market participants are necessary. A number of areas of innovative transformations in the electric power industry have been identified, which in the near future will determine promising technological and market trends. When creating effective innovative projects, it is important to choose the right approach used in innovative design. In addition, in the current market conditions, the efficiency of the energy industry directly reflects the effectiveness of the adopted and implemented innovative solutions. Being one of the most important factors in the socio-economic development of any state, the state of the energy complex and its relationship with other sectors of the national economy determines its significant impact on the sustainable innovative development of Russia.

**Keywords:** innovative design, electric power, project management, innovative activity

Для цитирования

Армашова-Тельник Г.С., Канавцев М.В. Особенности эффективного инновационного проектирования в сфере электроэнергетики // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 205–210. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-205-210

For citation

Armashova-Telnik G.S., Kanavcev M.V. Features of effective innovative design in the field of electric power industry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 205–210. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-205-210

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

В проекте энергетической стратегии России на период до 2035 г. сформулировано, что энергетической отрасли необходима структурная трансформация, заявлена необходимость увеличить расходы на НИОКР и инновации. Для обеспечения необходимого уровня конкурентоспособности отечественного энергооборудования и поддержания надежного и бесперебойного энергоснабжения всех потребителей следует значительно повысить уровень модернизации энергоотрасли. В текущих рыночных условиях эффективность энергетической отрасли напрямую зависит от принятых и реализованных инновационных решений.

Для увеличения доли импортозамещения, а в перспективе для начала экспорта разрабатываемых технологий и готовых технических решений необходимы поддержка и развитие инновационной среды и существующих перспективных проектов как со стороны государства и инфраструктурных организаций, так и со стороны участников рынка. Однако на практике множество проектов, в основе которых лежит инновационная технология, способная улучшить работу энергетического бизнеса, сталкивается с рядом проблем при попытке ее внедрения и реализации.

В рамках принятой энергетической стратегии России на период до 2035 г. [1, 2] обозначены внутренние проблемы и внешние вызовы, характерные для электроэнергетической отрасли РФ. Среди них стоит выделить следующие.

1. Повышение спроса на потребление электроэнергии, а также изменение качественных характеристик спроса. В мире вместе с ростом населения и уровнем благосостояния жителей развивающихся стран происходит рост потребления электроэнергии. По прогнозам к 2035 г. количество потребителей электроэнергии возрастет на 5,6 млрд чел. В результате за указанный период потребление электроэнергии вырастет примерно на 40–50%. Все стремится к тому, чтобы в мире началось развитие «четвертой промышленной революции», основой которой будут цифровые системы, аддитивные и высокоточные производства [3, 4]. Это приведет к повышению «цифрового спроса», на долю которого по некоторым оценкам придется 20–30% к 2030 г.

2. Несоответствие темпов обновления и модернизации основного энергетического оборудования современным реалиям и запросам на повышение производительности. Причиной подобного явления стало несоответствие реальных сроков службы энергетического оборудования и нормативно установленных, как следствие, завышенные эксплуатационные сроки приводят к несвоевременному плановому обновлению.

Сегодня уровень износа мощностей в российской электроэнергетике составляет примерно 65%, по мнению экспертов INFOLine1 (рисунок 1), однако степень амортизации отличается в разных сегментах отрасли. Минимально изношенными являются активы магистрального сетевого комплекса, находящиеся под управлением Федеральной сетевой компании (50%). Износ мощностей сегмента генерации составляет 65–70%. Самый высокий уровень износа мощностей у распределительного сетевого сегмента [5, 6].

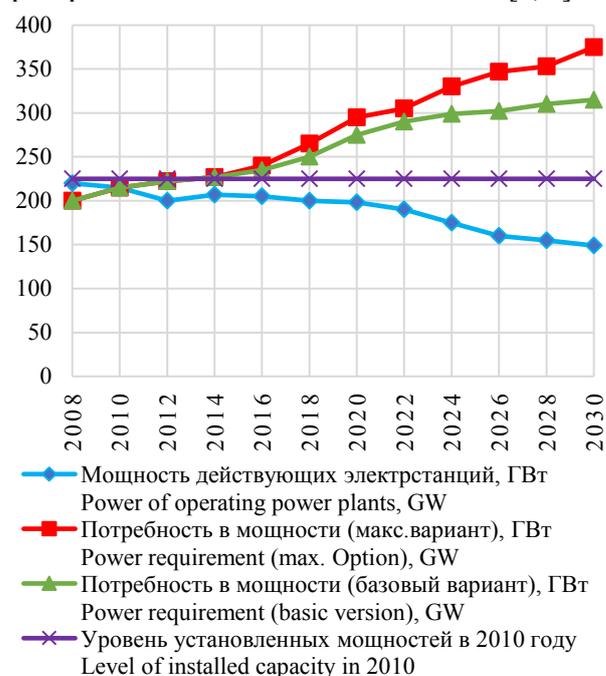


Рисунок 1. Потребность в установленной мощности до 2030 года, ГВт (Источник INFOLine, «Гидроэнергетика России 2011–2016 гг.»)

Figure 1. Demand for installed capacity until 2030, GW (Source INFOLINE, “Hydropower of Russia 2011–2016”)

## Обсуждение

По нашему мнению, следует выделить ряд направлений инновационных преобразований в области электроэнергетики, которые в ближайшем будущем станут определять перспективные технологические и рыночные тренды.

1. Удешевление технологий, позволяющих использовать возобновляемые источники энергии. Динамика снижения стоимости электроэнергии от ВИЭ за последние годы значительна. Например, стоимость ветрогенераторов снизилась в 10 раз за период с 1980 по 2016 гг., а фотоэлектрические модули в 2014–2017 гг. упали в цене на 75% относительно 2009 г. [7, 8]. Причем экспертные оценки нормированной стоимости электричества для альтернативной энергетики демонстрируют устойчивую тенденцию приближения себестоимости генерации электроэнергии из ВИЭ к традиционным технологиям. Как следствие, традиционный подход использования ВИЭ как запасного источника энергии остаётся в прошлом.

2. Децентрализация производства электроэнергии. Такие факторы, как скорость, простота, низкая стоимость установки и обслуживания распределенной генерации по сравнению с подключением к сети общего пользования, приводят к масштабному развитию распределенной энергетики в мире. Толчком в развитии данной тенденции является инновационная активность компаний в области появления систем накопления электроэнергии.

3. Переход к цифровым (автоматизированным) и интеллектуально-управляемым системам. Процесс цифровизации производства, внедрение цифровых технологий и автоматизированной инфраструктуры выступает в качестве активно-адаптивного элемента в энергетической системе. В совокупности с системами интеллектуального управления финансовыми и технологическими процессами сетевая инфраструктура превращается в совершенно новое явление – киберфизическую платформу, позволяющую гибко и эффективно обеспечивать энергоснабжение для потребителей.

4. Изменение модели поведения потребителей. Процесс потребления становится гораздо более подвижным и гибким. Новые тенденции, уже зарекомендовавшие себя в ряде стран, – сами потребители становятся и поставщиками электроэнергии, как следствие, традиционные нормы и технологии не могут корректно регулировать электроэнергетический рынок.

Отраслевые стратегические и прогнозные документы РФ в значительной мере полагаются на эволюционный сценарий развития электроэнергетики, который во многом не учитывает скорость разработки и внедрения современных инноваций и экспоненциального роста прибыли при своевременном внедрении [9]. Данный сценарий, являясь традиционным для российской экономики, является нормой, но не гарантирует устойчивость существования предприятий в перспективе. Другой сценарий развития событий, более революционный, направлен на переход к новому технологическому укладу и формированию для него технологических условий. Но возможность его реализации маловероятна или актуальна при современных бюджетных возможностях не ранее горизонта 2025 г.

Необходимо отметить, что в настоящее время и каждое отдельное предприятие в сфере электроэнергетики, и экономика страны в целом нуждаются в инновационных передовых технических и технологических объектах.

Вопреки более высокой вероятности реализации консервативного сценария модернизации предприятий электроэнергетики специалисты,

работающие в этой области, осознают необходимость форсированного сценария внедрения инноваций. Именно активные исследования, разработки и внедрения являются стандартом цифровой эпохи и соответствуют глобальным тенденциям. При этом реализация данного сценария позволит решить накопившиеся внутренние проблемы, требующие существенного обновления производственной базы, минимизировать риски потери конкурентоспособности России на формирующихся мировых рынках новой электроэнергетики.

Инновационная деятельность, как одна из форм инвестирования, сводится к разработке инновационных проектов и программ и осуществляется с целью внедрения научно-технического прогресса в производство и социальную сферу. В свою очередь, инновационный проект – это проект, содержащий практическое, юридическое и организационное обоснование конечной инновационной деятельности. Результатом разработки инновационного проекта является документ, содержащий описание инновационного продукта, обоснование его жизнеспособности, необходимость, возможность и виды привлечения инвестиций, информацию о сроках реализации, исполнителях и с учетом правовых аспектов его продвижения [9].

Процесс, который соединяет в себе основы теоретической выкладки, а также опыт практической реализации проектов является инновационным проектированием. При создании эффективных инновационных проектов важно правильно выбирать подход, используемый при инновационном проектировании.

Подход 1. Разделить процесс инноваций между подразделениями и внутри подразделений. Результаты опроса, проведенного компанией ORACLE [4, 5] в 2017 г., свидетельствуют о том, что при реализации рассредоточенного подхода инновационных исследований и внедрении качество результатов значительно возрастает. Роль управления по развитию, или топ менеджмента, в данном подходе заключается в горизонтальном и вертикальном делении ответственности среди дивизионов организации. Не менее важным остаётся фактор выстраивания и согласования этапности проведения инноваций и распределения бюджетных средств таким образом, чтобы не нарушать производственные процессы, закрыть технологически узкие места и выстроить в приоритет коммерциализируемые инновационные предложения. Процесс инновационной активности при данном подходе должен сопровождаться применением платформенного решения, PLM систем для наглядности процесса и его динамичной систематизации.

Подход 2. Выстраивать жизненный цикл процесса инноваций и закреплять ответственных. Распространенным заблуждением является то, что управление инновационными продуктами относится к деятельности от идеи до запуска. Максимизация ROI от инновационной продукции требует принятия решений на всех этапах жизненного цикла продукта: от идеи через выход

на рынки до выхода на финальную стадию (рисунок 2) [10]. Менеджмент инновационного продукта должен осуществляться на каждом чётко определенном этапе его следования, должен быть закреплен за конкретным ответственным лицом или группой и обеспечить максимальную отдачу от инноваций в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

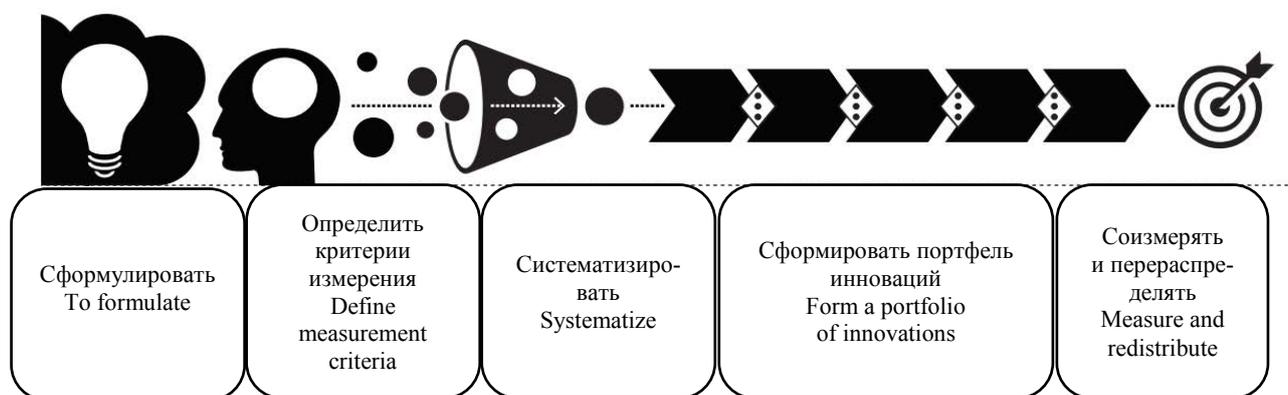


Рисунок 1. Этапы жизненного цикла продукта

Figure 1. Product life cycle

Изначально непроработанный весь жизненный цикл инновации приводит к невозможности выявления и устранения неэффективных продуктов, распространению продуктов и масштабированию продуктовых линеек, оказывающих сильное негативное влияние на производительность ROI и на вероятность внедрения всего портфеля инноваций.

Подход 3. Инновационные разработки должны быть коммерциализуемы. Выгодная инновация заключается не только во внедрении жизненно важных эффективных преобразований в правильном направлении, но также в инвестировании в коммерчески выгодное предприятие. Современный подход к внедрению инноваций заключается в акценте на повышении эффективности процессов разработки продукта. При этом часто забывают о его сбытовой функции, тиражируемости на рынке, скорости отдачи инвестиций от момента запуска [11]. При принятии решения о верных направлениях для инвестиций организация должна иметь возможность оценивать потенциальную коммерческую ценность возможностей.

Более половины компаний не имеют какого-либо систематического метода для оценки коммерческих выгод от внедрения продукта. Следовательно, инвестиционные решения в конечном итоге субъективны и основаны на доверии к виртуальным экспертам, информации

из открытых источников и к рекламным предложениям, что приводит к неоптимальному принятию решений. В компаниях должна быть разработана чёткая модель просчёта коммерческой выгоды и инновационное решение должно иметь технико-экономическое обоснование.

Подход 4. Основа конкурентоспособности инноваций – изучение клиентского опыта. Ведущие мировые новаторы создают свой продукт и успешно его продвигают, находясь в поиске новых идей на мировых рынках и сопоставлении их с возможностями и потребностями собственного производственного процесса. Современные цифровые технологии позволяют активно использовать сбор и обработку мнений своих клиентов, привлекая полученные данные на первых этапах производственной цепочки инновационного проектирования. Тем не менее, менее половины современных предприятий заявили, что их компания реализует подходы привлечения клиентов к генерации инноваций.

### Заключение

Современные реалии демонстрируют одни и те же тенденции развития в сфере финансовых услуг, телекоммуникации, производственной сфере и энергетике. Многие компании, быстро занимающие новые ниши, активно используют собственные платформенные решения и привлекают экспертно-обработанные данные лидеров

рынка, что позволяет выпускать наиболее конкурентоспособную продукцию. Внедрение методов и технологий предиктивной аналитики позволяет наиболее эффективно проводить реинжиниринг производственных процессов и наиболее качественно расставлять приоритеты при разработке и внедрении инновационных продуктов. Кроме того, в текущих рыночных условиях эффективность энергетической отрасли напрямую

отражает результативность принятых и реализованных инновационных решений. И, являясь одним из важнейших факторов социально-экономического развития любого государства, состояние энергетического комплекса и его взаимосвязь с другими отраслями национальной экономики обуславливает его значительное влияние на устойчивое инновационное развитие России.

### Литература

- 1 Алабугин А.А., Мухортова Н.А. Актуальные проблемы оценки и качества регулирования процессов наукоемкого развития комплекса предприятий постиндустриального типа. Часть 2 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2019. Т. 13. № 3. С. 60–68. URL: <https://vestnik.susu.ru/em/article/view/8637>
- 2 Артемова О.В., Савченко А.Н. Основные тренды регионального развития: коридор возможностей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2019. Т. 13. № 3. С. 5–13. URL: <https://vestnik.susu.ru/em/article/view/9101>
- 3 Износ оборудования системная проблема всей электроэнергетической отрасли // Электротехнический рынок. № 3 (39). URL: <https://market.elec.ru/nomer/36/iznosoborudovaniya-sistemnaya-problema-vsej-elekt/>
- 4 Галушко М.В., Чахеев А.А. Инновационное развитие регионов России с учетом их особенностей и направленностей экономик // Актуальные вопросы экономических наук и современного менеджмента: сборник статей по материалам XXIII международной научно-практической конференции. 2019. С. 52–66.
- 5 Гулин С.В., Пиркин А.Г. Особенности бизнес-инжиниринга при создании электротехнологических систем // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-biznes-inzhiniringa-pri-sozdanii-elektrotehnologicheskikh-sistem>
- 6 Шишова А.С. Обоснование принятия коммерческих решений при отборе инноваций (на примере отрасли электроэнергетики) // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2019. Т. 13. № 1. С. 132–142.
- 7 Цифровой переход в электроэнергетике России. Экспертно-аналитический доклад; под общ. ред. В.Н. Княгинина, Д.В. Холкина. 46 с.
- 8 Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. М., 2016. 75 с. URL: [http://www.energystrategy.ru/ab\\_ins/source/ES-2035\\_09\\_2015.pdf](http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/ES-2035_09_2015.pdf)
- 9 Hirooka M. Innovative Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective. Edward Elgar, 2006. 448 p.
- 10 Energy Sector Update // World Bank Group. 2018. URL: <https://ppi.worldbank.org/~media/GIAWB/PPI/Documents/DataNotes/Energy-Sector-Update-2018.pdf>
- 11 Energy Efficiency and Renewable Energy Bonding Act // New Mexico Energy, Minerals and Natural Resources Department. URL: <http://www.emnrd.state.nm.us/ECMD/CleanEnergyTaxIncentives/CREB.html>
- 12 Momoh J.A. Electric Power Distribution, Automation, Protection, and Control. Boca Raton: CRC Press, 2008. 384 p.
- 13 Liang X. Emerging Power Quality Challenges Due to Integration of Renewable Energy Sources // IEEE Transactions on Industry. 2017. V. 53. № 2.

### References

- 1 Alabugin A.A., Mukhortova N.A. Actual problems of assessment and quality of regulation of processes of high technology development of a complex of enterprises of post-industrial type. Part 2. Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. 2019. vol. 13. no. 3. pp. 60–68. Available at: <https://vestnik.susu.ru/em/article/view/8637> (in Russian).
- 2 Artemova O.V., Savchenko A.N. The main trends of regional development: the corridor of opportunities. Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. 2019. vol. 13. no. 3. pp. 5–13. Available at: <https://vestnik.susu.ru/em/article/view/9101> (in Russian).
- 3 Equipment wear is a systemic problem of the entire electric power industry. Electrotechnical market. no. 3 (39). Available at: <https://market.elec.ru/nomer/36/iznosoborudovaniya-sistemnaya-problema-vsej-elekt/> (in Russian).
- 4 Galushko M.V., Chakheev A.A. Innovative development of the regions of Russia, taking into account their characteristics and economies. Actual issues of economic sciences and modern management: a collection of articles based on the materials of the XXIII international scientific and practical conference. 2019. pp. 52–66. (in Russian).
- 5 Gulina S.V., Pirkin A.G. Features of business engineering in the creation of electrotechnological systems. Bulletin of St. Petersburg State Agrarian University. 2019. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-biznes-inzhiniringa-pri-sozdanii-elektrotehnologicheskikh-sistem> (in Russian).
- 6 Shishova A.S. The rationale for making commercial decisions in the selection of innovations (for example, the electric power industry). Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. 2019. vol. 13. no. 1. pp. 132–142. (in Russian).
- 7 Digital transition in the electric power industry of Russia. Expert analytical report. 46 p. (in Russian).
- 8 The energy strategy of Russia for the period until 2035. Moscow, 2016. 75 p. Available at: [http://www.energystrategy.ru/ab\\_ins/source/ES\\_2035\\_09\\_2015.pdf](http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/ES_2035_09_2015.pdf) (in Russian).
- 9 Hirooka M. Innovative Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective. Edward Elgar, 2006. 448 p.

10 Energy Sector Update. World Bank Group. 2018. Available at: <https://ppi.worldbank.org/~media/GIAWB/PPI/Documents/DataNotes/Energy-Sector-Update-2018.pdf>

11 Energy Efficiency and Renewable Energy Bonding Act. New Mexico Energy, Minerals and Natural Resources Department. Available at: <http://www.emnrd.state.nm.us/ECMD/CleanEnergyTaxIncentives/CREB.html>

12 Momoh J.A. Electric Power Distribution, Automation, Protection, and Control. Boca Raton, CRC Press, 2008. 384 p.

13 Liang X. Emerging Power Quality Challenges Due to Integration of Renewable Energy Sources. IEEE Transactions on Industry. 2017. vol. 53. no 2.

**Сведения об авторах**

**Галина С. Армашова-Тельник** к.э.н., доцент, зав. кафедрой, кафедра программно-целевого управления в приборостроении, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия, atgs@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-9370-5875>

**Михаил В. Канавцев** к.э.н., кафедра программно-целевого управления в приборостроении, Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия, atgs@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2518-6991>

**Information about authors**

**Galina S. Armashova-Telnik** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, head of the department, program-oriented management in instrumentation department, St. Petersburg State University Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, 190000 Russia, atgs@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-9370-5875>

**Michael V. Kanavcev** Cand. Sci. (Econ.), program-oriented management in instrumentation department, St. Petersburg State University Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, 190000 Russia, atgs@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-2518-6991>

**Вклад авторов**

**Галина С. Армашова-Тельник** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Михаил В. Канавцев** обзор литературных источников по исследуемой проблеме

**Contribution**

**Galina S. Armashova-Telnik** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Michael V. Kanavcev** review of the literature on an investigated problem

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 11/11/2019	<b>После редакции</b> 23/11/2019	<b>Принята в печать</b> 03/12/2019
<b>Received</b> 11/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 23/11/2019	<b>Accepted</b> 03/12/2019

## Особенности и значение внедрения оплаты по результатам в деловую практику управления организацией

Марина В. Пономаренко <sup>1</sup> [marina307@inbox.ru](mailto:marina307@inbox.ru)  0000-0001-7059-3911

Анжелика Р. Байчерова <sup>1</sup> [corsta@mail.ru](mailto:corsta@mail.ru)  0000-0003-0754-9701

<sup>1</sup> Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, 12, г. Ставрополь, 355017, Россия

**Аннотация.** Системы компенсации за труд, такие как индивидуальные схемы оплаты по результатам, представляют собой важный подход к согласованию интересов работодателя и работника в рамках организации. Однако распространенность оплаты по результатам в российской практике остается достаточно низкой, несмотря на успешные примеры внедрения. Проведен анализ ряда факторов, которые могут способствовать или мешать внедрению оплаты по результатам, в том числе именно в российских условиях. Среди таких факторов отмечены как внешние, так и внутренние, хотя авторы подчеркивают более выраженное влияние последних. Авторы утверждают, что применение оплаты по результатам только к отдельным группам сотрудников компаний: руководителям, специалистам, работникам знания – редко представляется действительно оправданным реально существующими ограничениями. Среди внешних воздействующих факторов авторы особое внимание уделяют уровню и особенностям регулирования рынка труда. К основным среди внутренних они относят уровень потребности в изменениях в системе оплаты труда, степень готовности к изменениям фирмы в целом и отдельных ее подсистем, квалификацию работников, особенно управленцев, а также сложившуюся корпоративную культуру. В итоге сделаны определенные выводы о возможностях, особенностях и перспективах внедрения оплаты по результатам как в целом, так и в условиях российской деловой практики. Тем не менее, указывается, что простое заимствование зарубежных практик и способов внедрения оплаты по результатам в российских условиях не может принести полных и положительных результатов в силу различий макроэкономических и социальных условий.

**Ключевые слова:** человеческие ресурсы, компенсация за труд, премия, оплата по результатам, рынок труда, корпоративная культура, сопротивление изменениям

## The features and importance of pay for performance introduction into the business practice of organizational management

Marina V. Ponomarenko <sup>1</sup> [marina307@inbox.ru](mailto:marina307@inbox.ru)  0000-0001-7059-3911

Anzhelika R. Baycherova <sup>1</sup> [corsta@mail.ru](mailto:corsta@mail.ru)  0000-0003-0754-9701

<sup>1</sup> Stavropol State Agricultural University, Zootekhnicheskiiy lane, 12, Stavropol, 355017, Russia

**Abstract.** Compensation systems for work, such as individual payment schemes for the results, are an important approach to harmonizing the interests of the employer and employee within the organization. However, the prevalence of payment by results in Russian practice remains quite low, despite successful implementation examples. The analysis of a number of factors that may contribute to or hinder the implementation of payment according to the results, including under Russian conditions. Among these factors, both external and internal are noted, although the authors emphasize the more pronounced influence of the latter. The authors argue that the application of payment by results only to certain groups of company employees: managers, specialists, knowledge workers - rarely seems really justified by the real limitations. Among external influencing factors, the authors pay special attention to the level and characteristics of labor market regulation. The main ones among internal ones include the level of need for changes in the wage system, the degree of readiness for changes in the company as a whole and its individual subsystems, the qualifications of employees, especially managers, as well as the established corporate culture. As a result, certain conclusions were drawn about the possibilities, features and prospects of introducing payment according to the results both in general and in the context of Russian business practice. Nevertheless, it is indicated that a simple borrowing of foreign practices and methods of introducing payment according to the results in Russian conditions cannot bring complete and positive results due to differences in macroeconomic and social conditions.

**Keywords:** human resources, compensation for labor, bonus, pay based on results, labor market, corporate culture, resistance to changes

### Введение

Системы компенсации за труд (или оплаты труда в качестве более привычного в российской практике термина) имеют решающее значение в согласовании интересов работодателя и работника и, как правило, составляют одну из

самых крупных статей расходов фирмы. Подходы к организации компенсации за труд, включая оплату за выполняемую работу, были в центре внимания большинства исследований, проводимых в последние десятилетия [3, 6, 8].

Для цитирования

Пономаренко М.В., Байчерова А.Р. Особенности и значение внедрения оплаты по результатам в деловую практику управления организацией // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 211–217. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-211-217

For citation

Ponomarenko M.V., Baycherova A.R. The features and importance of pay for performance introduction into the business practice of organizational management. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 211–217. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-211-217

Тем не менее, несмотря на всю проделанную в этом направлении работу, в теории вопроса сохраняется три важных пробела. Во-первых, в большинстве исследований основное внимание уделяется вознаграждению руководителей, которые составляют сравнительно небольшой элемент расходов большинства фирм [10]. При этом гораздо меньше внимания уделяется компенсации для других групп работников. Во-вторых, несмотря на то что межнациональным различиям в практике оплаты труда уделялось некоторое внимание, как и в случае с другими разделами управления человеческими ресурсами, национальные особенности могли быть искажены из-за того, что не учитывались относительные различия, объясняемые факторами на уровне страны и на уровне фирмы. Таким образом, учет межнациональных различий в практике управления, которые сосредоточены в основном на национальном уровне, может недооценивать потенциальную роль управленческого фактора в обеспечении межфирменных различий в практике управления. В-третьих, общим для межнациональных исследований является исключительное внимание культурным, а не институциональным объяснениям межнациональных различий.

### **Обсуждение**

Оплата по результатам включает вознаграждение за заслуги, фактически отражающееся в размере заработной платы и/или премий, которое может быть результатом индивидуальных или групповых оценок и может включать вознаграждения на уровне отдельных лиц или групп. В современных условиях нам представляется необходимым уделять особое внимание при применении данного принципа к работникам знания как наиболее эффективным работникам. У П. Гудерхама с соавторами [4] эта концепция названа И-ОПР: индивидуализированная оплата по результатам. Хотя текучесть любых кадров для большинства компаний нежелательна, концепция И-ОПР помогает компаниям удерживать лучшие кадры, заместить которые на равнозначные в кратчайшие сроки обычно затруднительно. Криволинейные отношения между эффективностью работы сотрудников и текучестью кадров могут смягчаться особенностями корпоративной культуры. Если эта гипотеза верна, то внедрение И-ОПР будет особенно важно в культурах, адаптированных к высокой неопределенности, индивидуалистической и ориентированной на достижения, где текучесть кадров с высокими показателями является наиболее распространенной. Кроме того, законы и деятельность профсоюзов, которые затрудняют увольнение сотрудников, могут влиять на криволинейные отношения, хотя в российских условиях влияние этих факторов не так ярко выражено.

Для того чтобы принимать обоснованные решения по поводу содержания и специфики оплаты по результатам для работников знания, необходимо, прежде всего, разобраться, каким целям служит внедрение этой системы в целом и для данной категории работников в частности [1].

Во-первых, данная система позволяет обеспечить определенную справедливость вознаграждения за труд в том плане, что привязывает его к конкретному трудовому результату, измеренному через ключевые показатели эффективности, и его воздействию на работу компании в целом. Данные показатели формируются руководством таким образом, чтобы оценивать степень, в которой действия конкретного сотрудника способствовали достижению целей бизнеса. Это соображение применимо к оплате по результатам труда абсолютно любых категорий работников.

В некоторых случаях система может выглядеть несправедливой, так как учитывает только текущее применение компетенций сотрудников, но не принимает во внимание прошлые усилия, затраченные на их приобретение и развитие. Однако работодателя, очевидно, компетенции сотрудников интересуют ровно в той мере, в которой они применяются в трудовой деятельности и обеспечивают ее эффективность, и в этом смысле именно оплата по результатам выступает чувствительным индикатором развитости и полезности приобретенных компетенций.

С этой точки зрения можно выделить вторую цель внедрения ОПР для работников знания. Именно они обладают наиболее развитыми компетенциями в организации и наиболее мотивированы применять их в практической деятельности. Поэтому дополнительное поощрение, с одной стороны, является определенным стимулом для всех сотрудников к развитию и совершенствованию своих профессиональных компетенций, а с другой стороны, выделяет работников знания в некую внутриорганизационную элиту, стимулируя остальных присоединяться к ним. Последнее вполне возможно, если воспринимать работников знания не как лиц, занимающихся умственным трудом, но, как рекомендует Т.В. Сабетова [7], как людей, генерирующих новое знание, что доступно практически на любом рабочем месте.

Во-вторых, система оплаты, а особенно премирования по результатам может считаться и способом экономии премиального фонда, точнее, повышения эффективности его использования.

В настоящее время крайне мало компаний применяют простую повременную оплату труда. Простая сделная оплата труда может с определенными оговорками считаться примитивной формой оплаты по результатам. Любые же формы премирования имеют своей целью стимулирование персонала к работе, результаты которой превышали бы необходимый минимум, предусмотренный трудовым договором. Очевидно, что равномерное распределение премиального фонда пропорционально окладам или отработанному времени вообще не способно стимулировать работников к каким-либо действиям. Такие решения могут быть оправданы с точки зрения корпоративной культуры или социальной ответственности бизнеса, но задача премирования в этом случае достигнута быть не может в принципе. Эффективность использования премиального фонда как отношения к нему полученного прироста производительности труда равна нулю. Если премии и надбавки назначаются за стаж, положение в организационной иерархии и другие аналогичные параметры, это также не влечет роста производительности труда каждого конкретного премируемого работника. Они могут предотвращать текучесть или мотивировать карьерные устремления и в долгосрочной перспективе иметь определенный положительный эффект, но повлиять на предлагаемый нами показатель бессильны.

С другой стороны, внедрение премирования по результатам ставит сумму премии в зависимость от того, что конкретный получатель привнес в результат работы компании. Если показатели оценки личных результатов назначены корректно и отражают вклад к результативность работы бизнеса, то именно такой подход может полностью исключить перерасход и неэффективное использование премиального фонда.

С позиций стимулирования труда работников знания данный подход имеет определенные недостатки. Новаторы не могут всегда выдвигать только те идеи, которые принесут ощутимую отдачу. Более того, проверка даже ошибочных идей требует затрат времени и сил. Следовательно, оплата только успешных попыток может привести к их общему снижению, так как часть лиц, потенциально способных генерировать новшества, будет сознательно отказываться от их проверки, опасаясь потратить на это рабочее время, которое можно использовать для достижения заведомо предсказуемого результата проверенными методами без риска ошибки. Следовательно, если работодатель заинтересован в росте количества новшеств, ему придется внести коррективы в премирование по результатам и учесть в нем все новые идеи, как принесшие успех, так и неудачные, хотя сумма выплат может отличаться.

Последователи неоинституционального направления в науках о социально-экономических процессах глубоко расходятся с неоклассиками в том, что касается любых атомистических явлений на рынках [5]. В некоторых случаях они вообще отрицают существование атомистического рынка в какой бы то ни было сфере, в том числе и на рынке труда. Работники, указывают они, не действуют на нем как множество независимых агентов. На самом деле они объединены в формальные и неформальные группы внутри организации, в профсоюзы и иные объединения. Кроме того, государство, проявляя заботу обо всех аспектах качества жизни и благосостоянии своих граждан, в существенной степени выражает интересы работников на рынке труда как единый институциональный субъект.

Мы не относим себя в полной мере к данному научному течению, однако не можем отрицать, что степень и специфика регулирования процессов на рынке труда формирует как возможность, так и потребность внедрения оплаты по результатам, либо отсутствие последней. Также мы подчеркиваем, что такое регулирование частично определяет конкретную форму, которую примет оплата по результатам в той или иной ситуации (компания, отрасли, локации).

Регулирование рынка труда находит выражение в двух укрупненных формах: правовое, то есть посредством законодательства, в частности Трудового кодекса РФ, и организационное, осуществляемое профсоюзами и другими организациями наемных работников.

Различия в трудовом законодательстве и деятельности профсоюзных организаций в различных странах формируют национальные особенности внедрения оплаты по результатам, что в итоге затрудняет как использование данной методики в транснациональных корпорациях, так и заимствование передовых практик, доказавших свою эффективность в компаниях других стран.

В России организационная составляющая регулирования рынка труда остается достаточно слабой. Нередки случаи, когда деятельность профсоюзов представляет собой простую формальность, коллективные договоры пишутся под диктовку руководителей компаний, а в случае трудового спора работник остается с нанимателем один на один, и даже Государственная инспекция труда не оказывает ему никакой существенной помощи, включая консультационную.

Правовая составляющая может быть оценена положительно. Трудовой кодекс во многих случаях защищает права работников и ставит их в более выгодное положение по сравнению с работодателем. С другой стороны, трудовое законодательство часто нарушается, а система

принуждения к его соблюдению малоэффективна. Низкая правовая грамотность и большая занятость тех, кто потенциально способен отстаивать свои права, делают оценку сложившегося положения еще более пессимистичной.

С другой стороны, сравнительно большая свобода бизнеса в определении правил и методов формирования системы компенсации за труд позволяет компаниям как нарушать права своих сотрудников, так и действовать в более позитивном русле: стимулировать трудовые результаты и личные профессиональные достижения, проявлять

высокий уровень корпоративной социальной ответственности, дифференцировать оплату сотрудников по различным критериям.

В случае внедрения дифференцированной компенсации за труд в зависимости от конкретных результатов может возникнуть противодействие со стороны всего либо части трудового коллектива, причем его причины и направления будут существенно отличаться сообразно тому, какая часть компенсации за труд поставлена в зависимость от результата – заработная плата или премия (таблица 1).

Таблица 1.

Противоречия между ожиданиями работников в традиционных условиях и условиями ОПР

Table 1.

Contradictions between the expectations of workers in traditional conditions and conditions DEFINED

Ожидания   Expectations	В условиях ОПР   In PFP conditions
Зарботная плата формируется по принципам ОПР   Wage is formed based on PFP principles	
Оплата труда работников на одинаковых должностях одинаковая   Wages for all employees of the same positions are the same	Оплата труда работников на одинаковых должностях может существенно отличаться Wages for the employees of the same positions may differ considerably
Оплата труда отражает позицию в иерархии компании   Wages demonstrate the position within company's hierarchy	Оплата труда отражает фактические результаты трудовой деятельности на текущий или предшествующий период   Wages demonstrate actual labour results for the current or previous period
Оплата труда отражает прошлые трудовые усилия и усилия по формированию компетенций: стаж, квалификационный уровень (разряды, категории и т. д.)   Wages take into consideration the past effort including those forming the competencies: experience, qualification (levels, categories, etc.)	Оплата труда почти или полностью игнорирует прошлые усилия, акцент делается на то, что прошлые усилия должны были сформировать такой уровень компетенций, который позволяет сейчас получать лучшие результаты Wages virtually completely ignore past effort, and it is accentuated that any past effort is only worthy if its helps to obtain better results now
Оплата труда может учитывать достижения и компетенции, не используемые в настоящий момент в трудовой деятельности   Wages may take into consideration the achievements and competencies not used at the present	Оплата труда никак не отражает компетенции, не использованные в оценочном периоде   Wages are not affected by the competencies not used during the report period
Премия формируется по принципам ОПР   Bonus is formed based on PFP principles	
Широко распространено премирование для всех пропорционально окладу   Bonuses for all employees in proportion to the wages is very typical	Равное премирование всего коллектива невозможно в принципе Equal bonuses for all employees in absolutely impossible
Система учета результатов может отсутствовать как таковая   Performance analysis system may not be formed at all	Как руководители, так и все исполнители должны понимать ключевые показатели, используемые для учета результатов работы их подразделения / должности, и правила их оценки Both managers and all other employees should understand the key performance indicators used for performance analysis for their unit / position as well as the procedure of their assessment

Как можно видеть из таблицы 1, при внедрении оплаты по результатам возникает достаточно много противоречий между привычной для российских рабочих и служащих ситуацией, складывавшейся десятилетиями, и новыми правилами.

Если рассматривать те противоречия, которые связаны с внедрением ОПР в формирование заработной платы, то в части позиций мы не можем отрицать достоинств традиционного подхода. Так, полностью осознавая достоинства учета фактических трудовых достижений для оплаты конкретного периода работы, мы тем не менее не можем отказаться от идеи о том, что оплата труда должна расти по уровням иерархии в организации. Это связано с расширением необходимых компетенций, кругом

обязанностей и объемом ответственности по мере иерархического роста. Если же такого не происходит, это можно считать организационной патологией, оргструктура в этом случае построена некорректно.

Мы согласны с Т.В. Сабетовой [2] в том, что текущая оплата труда должна учитывать прошлые усилия по формированию и развитию компетенций работника, а также наличие у него компетенций, не используемых в данный момент. Очевидно, что учитываться должны не любые компетенции, а только те, которые, во-первых, могут быть использованы для достижения целей компании, а во-вторых, не были использованы в оценочном периоде не по вине работника, а в силу внешних обстоятельств.

В результате мы можем утверждать, что традиционные подходы к формированию заработной платы, в том числе и защищенные правовыми нормами, наравне со сложившейся деловой практикой не лишены здравого смысла. Рекомендуется частично сохранять их при внедрении оплаты по результатам.

С другой стороны, теоретически доказанные принципы премирования и функции премии при внедрении оплаты по результатам реализуются в гораздо большей степени, чем в ряде организаций, не использующих данную методику. Фактически нередко можно наблюдать ситуации со следующими особенностями:

— премиальный фонд распределяется пропорционально окладам или даже просто поровну (в небольших коллективах);

— премии выплачиваются тогда, когда у компании есть на это финансовые возможности, а не тогда, когда в ее деятельности произошли достижения, ради которых прилагали усилия сотрудники;

— система премирования не понятна рядовым исполнителям, они не осознают, как могут действовать, чтобы увеличить причитающуюся им сумму премии.

Все указанные недостатки преодолеваются внедрением оплаты по результатам в сферу премирования. Более того, данная часть компенсации за труд в гораздо меньшей степени подвержена влиянию со стороны законодательства и сложившейся деловой практики, что дает компаниям больше свободы как в выборе алгоритмов денежной оценки результатов работы сотрудников, так и в их корректировке.

Оплата по результатам ставит одной из своих важнейших задач корректировку показателей текучести кадров, причем не столько их абсолютного снижения, сколько удержания за счет повышения материальной заинтересованности наиболее эффективных и активных в достижении целей организации сотрудников.

Логично предположить, что в странах с более высоким уровнем зарегулированности рынка труда существует большее разнообразие возможностей сокращения текучести. С другой стороны, в них же будет наблюдаться повышенная степень ориентации бизнеса на традиционные формы оплаты труда, закрепленные как на законодательном уровне, так и на уровне коллективных договоров. Их применение также в существенной степени консервируется влиянием профсоюзов, деятельность которых ориентирована на защиту интересов всех трудящихся, а не только высокоэффективной их части – эти последние на рынке труда нуждаются в защите в наименьшей степени. С другой стороны, в ситуациях, где рынок труда отличается высоким

уровнем неопределенности и непрозрачности, а чертами национальной экономики являются большой размер теневого сектора, включая неформальную занятость и размах коррупционных отношений, эффективные и квалифицированные сотрудники могут и не иметь выраженных преимуществ по гарантиям занятости и уровню оплаты труда.

Исходя из сказанного, можно выдвинуть гипотезу о том, что при прочих равных условиях внедрение оплаты по результатам будет проходить легче, а потребность в нем будет выше на тех рынках труда, где фактический уровень государственного регулирования и профсоюзного влияния будет ниже.

Несмотря на все вышеизложенное, трудно предположить, что в одинаковых внешних условиях, то есть в одной стране или регионе, под одной правовой юрисдикцией и на одном сегменте рынка труда, все компании одновременно с равными усилиями и равными успехами будут внедрять оплату по результатам. Среди компаний будут выделяться следующие группы по типу отношения к оплате по результатам.

1. Руководство не осведомлено о существовании методики ОПР либо знания о ней поверхностны и не позволяют оценить ее преимущества и способы внедрения.

2. Компания не испытывает необходимости во внедрении ОПР: фонд оплаты труда распределяется оптимально, коллектив работает эффективно, стратегические цели бизнеса успешно достигаются, текучесть остается на удовлетворительном уровне.

3. Внедрению мешают внешние факторы, например, правовое регулирование, связанное с отраслевой принадлежностью организации.

4. Избран метод постепенного внедрения, например, сначала в отдельных «пилотных» подразделениях или сначала изменение премирования с последующим распространением методики на заработную плату и другие варианты. Иногда такой проект останавливают на середине, причем не происходит ни отказа в случае неудачи, ни дальнейшего развития в случае успеха, если наблюдается организационное сопротивление.

5. Выбор в пользу внедрения ОПР в основную часть компенсации за труд или в премирование сделан осознанно, и внедрение происходит последовательно, до получения ожидаемого результата.

6. Оплата по результатам внедрена, но доказала свою непригодность для данной организации, неэффективность, и от нее отказались, вернувшись к традиционным способам определения размеров компенсации за труд или перейдя к иным прогрессивным методикам.

То, в какую группу попадет та или иная организация на той или иной стадии своего развития, зависит от ряда факторов, причем внешние обстоятельства проявляют свое влияние не только в случае с организациями третьей группы, но и во всех других.

Однако гораздо большее воздействие на попадание в группу оказывают внутриорганизационные факторы.

1. Объем накопленных проблем и противоречий. Часто даже в организациях, которые могли бы существенно выиграть от внедрения ОПР на долгосрочной перспективе, такого решения не принимается просто потому, что ситуация и без того достаточно хорошая, а для проведения преобразований придется преодолевать сопротивление.

2. Сложившаяся иерархия и организационная структура.

3. Качественные характеристики управляющей подсистемы, доминирующий стиль управления.

4. Параметры управляемой подсистемы, причем очень широкий их круг: от размеров до квалификационного уровня, от профессиональной, половозрастной и социальной структуры до соотношения размеров организационного ядра и периферии.

5. Достигнутый уровень управляемости.

6. Сложившаяся в компании корпоративная культура.

Мы согласны с А. Цуи и его соавторами [9] в том, что именно последний фактор является одним из наиболее существенных в данном случае и при этом достаточно трудно преодолимым. Анализ особенностей корпоративных культур позволяет предположить, что наиболее подходящей и даже нуждающейся во внедрении оплаты по результатам является культура, обладающая следующими чертами:

- маскулинность;
- низкое стремление к избеганию неопределенности;
- индивидуализм;
- конструктивность.

Корпоративная культура во многих российских компаниях, с одной стороны, сформировалась стихийно на основе национальной (точнее – многонациональной) культуры. С другой стороны, в ряде компаний она отличается существенной степенью неустойчивости, особенно в сферах с традиционно высокой текучестью кадров и в сферах, широко применяющих дистанционную занятость. Это дает менеджерам дополнительные возможности для корректировки корпоративной культуры в нужном направлении, а такая подготовка, в свою очередь, может снизить интенсивность сопротивления внедрению оплаты по результатам.

## **Заключение**

Из изложенного можно вывести следующие заключения. Во-первых, рассматривая факторы национального, наднационального и локального уровней, можно сказать, что:

— хотя национальные особенности влияют на процесс внедрения оплаты по результатам и конкретные варианты ее применения, они ни в каких случаях не могут ни полностью исключить возможность такого внедрения, ни сделать такое внедрение абсолютно необходимым либо абсолютно бессмысленным;

— причины, по которым ряд компаний ограничивает применение оплаты по результатам отдельными, часто небольшими группами работников, в большинстве случаев несущественны как с точки зрения общей теории управления человеческими ресурсами, так и с позиций концепции менеджмента знаний;

— среди факторов, определяющих отношение компании к использованию оплаты по результатам и ее успехи на этом поприще, присутствуют обычно как внешние, так и внутренние, но последние оказывают более существенное влияние;

— практически возможно реализовать некоторые действия в рамках заблаговременной подготовки коллектива к внедрению оплаты по результатам, в том числе через корректировку корпоративной культуры, но полностью избежать сопротивления такого рода изменениям это не поможет.

Можно сделать ряд выводов касательно перспектив внедрения оплаты по результатам в практику российских компаний:

— существуют определенные национальные предпосылки для сравнительно легкого внедрения оплаты по результатам как со стороны уровня регулирования рынка, так и со стороны доминирующих особенностей корпоративной культуры;

— компании нельзя назвать наиболее пригодной ареной для внедрения оплаты по результатам из-за высокого уровня сопротивления изменениям и низкого индивидуализма корпоративной культуры;

— оплата по результатам легче внедряется на уровне премирования, а не основной части компенсации за труд, хотя более высокая эффективность таких действий никак не доказана;

— многие компании избегают внедрения оплаты по результатам;

— можно найти примеры формального внедрения оплаты по результатам без каких-либо существенных последствий для системы оплаты труда на деле.

## Литература

- 1 Запорожцева Л.А., Сабетова Т.В. Формирование стратегии устойчивого развития коммерческих организаций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2 (68). С. 350–355.
- 2 Сабетова Т.В. Проблемы оплаты труда по результатам в российской практике // Экономика, управление, образование: история, исследования, перспективы: сборник статей по итогам межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 60-летию ОГАПОУ «Алексеевский колледж». Воронеж: Научная книга, 2018. С. 131–136.
- 3 Crossland C., Hambrick D.C. Differences in managerial discretion across countries: How national-level institutions affect the degree to which CEOs matter // Strategic Management Journal. 2011. № 32. P. 797–819.
- 4 Gooderham P., Fenton-O’Creevy M., Croucher R., Brookes M. A Multilevel Analysis of the Use of Individual Pay-for-Performance Systems // Journal of Management. 2018. V. 44. № 4. P. 1479–1504.
- 5 Heugens P.P., Lander M.W. Structure! Agency! (and other quarrels): A meta-analysis of institutional theories of organization // Academy of Management Journal. 2009. № 52. P. 61–85.
- 6 Larkin I., Pierce L., Gino F. The psychological costs of pay-for-performance: Implications for the strategic compensation of employees // Strategic Management Journal. 2012. № 33. P. 1194–1214.
- 7 Sabetova T.V. Analysis of the human resource quality under the terms of innovative economy // Advances in Economics, Business and Management Research: International Scientific Conference “Far East Con”. 2018. V. 47. P. 891–895.
- 8 Sakamoto A., Woo H., Takei I., Murase Y. Cultural constraints on rising income inequality: A US–Japan comparison // Journal of Economic Inequality. 2012. № 10. P. 565–581.
- 9 Tsui A.S., Nifadkar S.S., Ou A.Y. Cross-national, cross-cultural organizational behavior research: Advances, gaps and recommendations // Journal of Management. 2007. № 33. P. 426–478.
- 10 Zhurkina T.A., Izmaylova L.N., Mezheritskaya N.N. Analysis of Use of The Enterprise' Labor Potential // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. V. 63. № 3. P. 29–33.

## References

- 1 Zaporozhtseva L.A., Sabetova T.V. Formation of sustainable development strategy for commercial organizations. Proceedings of VSUET. 2016. no. 2 (68). pp. 350–355. (in Russian).
- 2 Sabetova T.V. The issues of the payment for performance in Russian practice. Economy, management, education: history, research, prospects: the collection of works resulting from the inter-regional conference for the 60<sup>th</sup> anniversary of Alekseevka college. Voronezh, Nauchnaya kniga, 2018. pp. 131–136. (in Russian).
- 3 Crossland C., Hambrick D.C. Differences in managerial discretion across countries: How national-level institutions affect the degree to which CEOs matter. Strategic Management Journal. 2011. no. 32. pp. 797–819.
- 4 Gooderham P., Fenton-O’Creevy M., Croucher R., Brookes M. A Multilevel Analysis of the Use of Individual Pay-for-Performance Systems. Journal of Management. 2018. vol. 44. no. 4. pp. 1479–1504.
- 5 Heugens P.P., Lander M.W. Structure! Agency! (and other quarrels): A meta-analysis of institutional theories of organization. Academy of Management Journal. 2009. no. 52. pp. 61–85.
- 6 Larkin I., Pierce L., Gino F. The psychological costs of pay-for-performance: Implications for the strategic compensation of employees. Strategic Management Journal. 2012. no. 33. pp. 1194–1214.
- 7 Sabetova T.V. Analysis of the human resource quality under the terms of innovative economy. Advances in Economics, Business and Management Research: International Scientific Conference “Far East Con”. 2018. vol. 47. pp. 891–895.
- 8 Sakamoto A., Woo H., Takei I., Murase Y. Cultural constraints on rising income inequality: A US–Japan comparison. Journal of Economic Inequality. 2012. no. 10. pp. 565–581.
- 9 Tsui A.S., Nifadkar S.S., Ou A.Y. Cross-national, cross-cultural organizational behavior research: Advances, gaps and recommendations. Journal of Management. 2007. no. 33. pp. 426–478.
- 10 Zhurkina T.A., Izmaylova L.N., Mezheritskaya N.N. Analysis of Use of The Enterprise' Labor Potential. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. vol. 63. no. 3. pp. 29–33.

## Сведения об авторах

**Марина В. Пономаренко** к.э.н., доцент, кафедра экономической теории и экономики, Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, 12, г. Ставрополь, 355017, Россия, marina307@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7059-3911>

**Анжелика Р. Байчерова** к.э.н., доцент, кафедра предпринимательства и мировой экономики, Ставропольский ГАУ, пер. Зоотехнический, 12, г. Ставрополь, 355017, Россия, corsta@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0754-9701>

## Вклад авторов

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

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Marina V. Ponomarenko** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and economy of agro-industrial complex department, Stavropol State Agricultural University, Zootehnicheskii lane, 12, Stavropol, 355017, Russia, marina307@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7059-3911>

**Anzhelika R. Baycherova** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, entrepreneurship and global economy department, Stavropol State Agricultural University, Zootehnicheskii lane, 12, Stavropol, 355017, Russia, corsta@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0754-9701>

## Contribution

Authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 04/11/2019	После редакции 15/11/2019	Принята в печать 27/11/2019
Received 04/11/2019	Accepted in revised 15/11/2019	Accepted 27/11/2019

## Управление моделированием жизнедеятельности региональных социально-экономических систем

Александр С. Астахин<sup>1</sup> [aastaxin@yandex.ru](mailto:aastaxin@yandex.ru)  0000-0002-4828-1070

Лариса А. Третьякова<sup>1</sup> [tretyakova@bsu.edu.ru](mailto:tretyakova@bsu.edu.ru)  0000-0002-0030-4341

<sup>1</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, г. Белгород, 308015

**Аннотация.** В исследовании поставлены и решены задачи теоретического и методического обоснования управления моделированием обеспечения жизнедеятельности населения и функционированием народнохозяйственных объектов. Представлен подход к моделированию уровня жизнедеятельности и устойчивости динамических систем региона. Использован математический аппарат и методологическое обеспечение с применением методов линейных матричных неравенств и неквадратичных векторных функций Ляпунова совместно с методом оптимизации линейных рядов комбинации частных и усредненных значений интегрированных социально-экономических показателей. Предложены и апробированы методики оценки управленческих решений и дифференциации регионов на уровне субъектов РФ на примере Владимирской, Ивановской и Рязанской областей. Исследованиями установлено, что уровень экономической жизнеспособности населения является приоритетным показателем при характеристике уровня и качества госуправления и определении дифференциации региона (территории). В результате проведенного анализа пришли к выводу, что решение задач повышения устойчивости экономического развития региональных экономик следует связывать со следующими процессами: стратегическое управление как непрерывный процесс обоснования и выбора перспективных целей устойчивого развития региона и разработки конкретных планов и программ, обеспечивающих достижение этих целей; финансовое моделирование как система форм, методов и приемов по управлению денежными потоками, финансовыми и материальными ресурсами региона, направленными на обеспечение устойчивого развития территории; оптимизация производственно-технической деятельности как совокупность методов, принципов и средств управления для перехода на современные технологии и экологические стандарты качества; нормативно-правовое регулирование как процесс целенаправленного воздействия на социальные, экономические, экологические и общественные отношения, протекающие на территории региона, с помощью правовых (юридических) институтов; формирование организационной структуры и усиление административного ресурса (активизация воздействия общественно-политических сил на социально-экономическое развитие). В этих условиях одним из гарантов реализации мер по достижению сбалансированности и устойчивого развития должны быть местные органы власти.

**Ключевые слова:** региональная экономика, развитие региона, геоэкономические проблемы, точки роста, стратегия развития

## Management of life modelling of regional socio-economic systems

Aleksandr S. Astahin<sup>1</sup> [aastaxin@yandex.ru](mailto:aastaxin@yandex.ru)  0000-0002-4828-1070

Larisa A. Tretiakova<sup>1</sup> [tretyakova@bsu.edu.ru](mailto:tretyakova@bsu.edu.ru)  0000-0002-0030-4341

<sup>1</sup> Belgorod State National Research University, Pobedy st., 85, Belgorod, 308015

**Abstract.** The study posed and solved the problems of theoretical and methodological substantiation of the management of modeling of the provision of vital functions of the population and the functioning of national economic facilities. An approach to modeling the level of life and stability of the region's dynamic systems is presented. The mathematical apparatus and methodological support were used using the methods of linear matrix inequalities and non-quadratic Lyapunov vector functions, together with the method of optimizing linear series of a combination of partial and average values of integrated socio-economic indicators. Methods for evaluating managerial decisions and differentiating regions at the level of constituent entities of the Russian Federation are proposed and tested using the example of Vladimir, Ivanovo and Ryazan regions. Studies have established that the level of economic viability of the population is a priority indicator in characterizing the level and quality of public administration and determining the differentiation of a region (territory). As a result of the analysis, we came to the conclusion that the solution to the problems of increasing the sustainability of the economic development of regional economies should be associated with the following processes: strategic management as a continuous process of substantiating and selecting promising goals for the sustainable development of the region and developing specific plans and programs to achieve these goals; financial modeling as a system of forms, methods and techniques for managing cash flows, financial and material resources of the region, aimed at ensuring sustainable development of the territory; optimization of production and technical activities as a set of methods, principles and management tools for the transition to modern technologies and environmental quality standards; legal regulation as a process of targeted impact on social, economic, environmental and social relations occurring in the region, with the help of legal (legal) institutions; formation of the organizational structure and strengthening of the administrative resource (intensification of the impact of socio-political forces on socio-economic development). In these conditions, one of the guarantors of the implementation of measures to achieve balance and sustainable development should be local authorities.

**Keywords:** regional economy, regional development, geo-economic problems, growth points, development strategy

### Введение

По данным Росстата [1], доля российских семей, дохода которых хватает только на питание и одежду, в 2019 г. увеличилась до с 48,8 до 49,4% по сравнению с 2018 г. В ноябре 2018 г.

более 90% россиян когда-либо сэкономили на еде. При этом доля домохозяйств, которые испытывают трудности при покупке одежды и оплате жилищно-коммунальных услуг, упала на 2,6% с I квартала 2018 г. и составила 14,1%. Выросла

Для цитирования

Астахин А.С., Третьякова Л.А. Управление моделированием жизнедеятельности региональных социально-экономических систем // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 218–225. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-218-225

For citation

Astahin A.S., Tretiakova L.A. Management of life modelling of regional socio-economic systems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 218–225. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-218225

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

доля семей, которые испытывают финансовые трудности только при покупке автомобиля, квартиры или дачи. В начале 2018 г. 29,8% россиян принадлежали к этой группе, в 2019 г. – уже 32,6%. В то же время сократилась категория россиян, которым хватает денег для покупки всего необходимого (2,7%), а также тех, кто не может позволить себе купить еду (0,7%). Доля домохозяйств, которые не в состоянии приобрести товары долговременного пользования, а могут позволить только расходы на питание и одежду, растет на протяжении II–III кварталов 2019 г. Российские граждане в первую очередь стали экономить на одежде и отдыхе, по оценкам специалистов их доля возросла с 17 до 25%. Среди тех, кто отказывается от частых покупок одежды или трат на развлечения, преобладает молодежь до 24 лет. Почти две трети россиян согласились экономить на морепродуктах, около половины решили воздержаться от покупки сахара, кондитерских изделий и свежих фруктов. 47% россиян отказались бы от приобретения мяса.

К тому же, по данным Росстата [1], россияне из «обеспеченных групп населения» активно переходят в группы с более высокими доходами. Банк «Credit Suisse» опубликовал 10 ежегодный доклад о глобальном богатстве. В России за 2018–19 гг. число долларовых миллиардеров выросло с 74 до 110, а 10% самых богатых граждан РФ владеют 83% общего благосостояния страны, к примеру, в США этот показатель на уровне 76%, в Китае – 60%. Приведенные в докладе цифры свидетельствуют о том, что в России имеется прогрессирующая тенденция в поляризации накоплений и перераспределении доходов. Отметим, что процесс концентрации богатства наблюдается в последние годы во всем мире (сейчас 1–2% населения земли владеет 90% с лишним глобального богатства), в России он происходит особенно быстрыми темпами. Причем рост неравномерности в распределении доходов происходит не только между богатыми и бедными гражданами, но и между государством и бизнес-структурами. К примеру, в 2018 г. доходы федерального бюджета выросли на 17,2%, реальные доходы корпоративного сектора – на 6,3%, а реальные доходы населения даже после корректировки данных Росстатом – только на 0,2% (данные о доходах населения не жестко коррелируются с данными по НДФЛ). Вызывает некоторые сомнения корреляционная связь официальных данных госстатистики и доходов населения, а именно: рост реальных располагаемых доходов населения в III квартале 2019 г. на 3% в годовом выражении не коррелирует с основными макроэкономическими показателями; оборот розничной

торговли замедлился в III квартале текущего года с 1,6 до 0,8%; снижается средний чек жителя России, а платежи по кредитам растут, следовательно, уменьшаются доходы населения. Полагаем, что одной из причин был активный рост финансовых рынков после кризиса 2008–09 гг., и рост личного богатства происходил в основном за счет роста финансовых активов, связанных с финансовыми вложениями и размещениями (механизм виртуального перераспределения собственности). За 2019 г. было много эпизодов, когда за один день инвесторы теряли по 10–15 млрд дол. и даже более. Что касается возможного роста социальной напряженности в результате роста неравенства в распределении богатства (отметим, что реальные доходы населения в России отстают сейчас от уровня 2008 г. на 13%), то к критической черте нынешние показатели пока не стремятся. Полагаем, что если финансовые средства не размещаются в реальных секторах экономики, не создают рабочие места, а идут в основном в финансовые операции, экономика растет медленно, теряет динамику, балансируя на грани нулевой доходности, что неминуемо приведет к очередному финансовому кризису.

Таким образом, можем констатировать факт снижения доходов населения, а соответственно и уровня жизни основной части населения, особенно это явно проявляется в сельской местности, с одной стороны, и увеличения доходов и повышения уровня жизни меньшей части населения, т. е. наблюдается явная поляризация интересов и дифференциация по уровню доходов (на основе применяемой Росстатом методики при оценке доходов населения).

Теоретическая и методологическая база исследований экономической динамики в контексте социально-экономического развития изучалась нами в соответствии с трудами Л. Абалкина, А. Богданова, А. Гранберга, Г. Клейнера, В. Чекмарева, В. Солопова и др. Вопросы чувствительности системы рассматривались в контексте трудов Ф. Хайека, Дж. Кларка, Ф. Найта, М. Вукобратовича, Р. Томовича и др. Самостоятельное значение в этом направлении имеют работы российских ученых – В.И. Городецкого, О.Д. Моревой, А.А. Решетова и др.

Для анализа динамических процессов управления экономическими системами эффективным является использование теоретического аппарата теории устойчивости и качественной теории динамических систем. Методы, разработанные в трудах А.М. Ляпунова, Н.Е. Жуковского, Н.Г. Четаева и др. ученых, позволяют исследовать устойчивость состояний равновесия и предельных циклов в динамических управляемых системах.

Предельные свойства динамических систем изучались, начиная с работ А.М. Ляпунова, А. Пуанкаре, в работах Дж. Селла, Арпггейна, Дж. Като, А.С. Андреева, А.А. Мартынюка, А.А. Шестакова и др.

Исследованиями концепции точек роста и динамики структурных изменений в региональных экономиках ученые занимаются в течение долгого периода времени и отмечают в своих работах Е.В. Болоцкий, М.М. Бутакова, Ю.В. Вертакова, Л.А. Дедов и др.

Способы оптимальной стабилизации управляемых систем различных типов разработаны в трудах Н.Н. Красовского, В.В. Румянцева, А.С. Андреева, О.В. Дружининой и Е.В. Щенниковой и др. [3–15].

### Методы

Использовали математический аппарат и методологическое обеспечение, с применением методов линейных матричных неравенств и неквадратичных векторных функций Ляпунова совместно с методом оптимизации линейных рядов комбинации частных и усредненных значений интегрированных социально-экономических показателей [2, 16]. Решали систему уравнений:

$$V(x(t))_{\min} \leq V(x(t)) \leq V(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0$$

$$V'(x(t)) \leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x^*(t) (P_k + S) x(t) + W_2(x, z) + W_3(x, z)$$

$$\text{при } V'(x(t)) < 0$$

$$W_4(x(t))_{\min} \leq W_4(x(t)) \leq W_4(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0,$$

$$K(P_{\text{SIST}}(t))_{\min} \leq K(P_{\text{SIST}}(t)) \leq 1,$$

$$\text{при } K(G_{\text{SIST}}(t)) \rightarrow 0,$$

где  $V(x(t))$  – функция Ляпунова;  $V'(x(t))$  – производная функции Ляпунова;  $W_4(x(t))$  – функция показателя безопасности системы объекта экономики;  $K(P_{\text{SIST}}(t))$  – функция коэффициента устойчивости при ЧС объекта экономики;  $K(G_{\text{SIST}}(t))$  – функция вероятности наступления ЧС на объекте экономики.

Рассчитывали значения уровней жизнедеятельности методом линейной комбинации частных показателей. Данный показатель формируется из группировки частных показателей по основным стратегическим направлениям [17; 18]:

- уровень жизнедеятельности системы объекта экономики (VARE) – критерии 1–22 в интегрированный показатель VARE;

- уровень жизнедеятельности развития экономики региона (LAE) – критерии 1–8 в интегрированный показатель LAE;

- уровень жизнедеятельности социально-экономического сектора региона (LSE) – критерии 1–18 в интегрированный показатель LSE;

- уровень экономической жизнедеятельности населения (GEP) – критерии 9–18 в интегрированный показатель GEP;

- индекс локализации (IL);

- уровень дифференциации региона (территории) (Dr).

Объединение частных значений показателя в единый интегрированный целесообразно производить методом получения среднего арифметического значения. Использование данной методики линейной комбинации частных показателей объясняется тем, что все используемые показатели взаимозаменяемы, а снижение значения одного из них в суммарной оценке полностью компенсируется другим положительным изменением значения показателя:

$$\text{VARE} = (\sum I_1 - 22) / n_1$$

$$\text{LAE} = (\sum I_1 - 8) / n_2,$$

$$\text{LSE} = (\sum I_1 - 18) / n_3,$$

$$\text{GEP} = (\sum I_9 - 18) / n_4,$$

где  $n_i$  – количество стратегических направлений, в данном случае  $n_1 = 22$ ,  $n_2 = 8$ ,  $n_3 = 18$ ,  $n_4 = 10$ .

Степень значимости для каждого частного показателя в отдельности следует рассматривать через отношение фактических и пороговых значений показателей. Для системы используемых показателей с разными единицами измерения важным является приведение показателей к единой величине и проведение нормирования порогового значения, принимаемого за 1, что и позволяет делать подобная техника расчета.

Коэффициент значимости показателя жизнедеятельности экономики ( $I_i$ ) определяется как отношение фактического значения показателя к пороговому:

$$I_i = Sp_j \cdot Sv_i (Sf_i / Sp_i),$$

где  $P_i$  – коэффициент значимости фактических и пороговых значений показателя;  $Sp_j$  – весовой коэффициент показателя-фактора относительно других показателей-факторов в системе критерий-факторов в пределах конкретного региона относительно регионов исследуемого государства (страны);  $Sv_i$  – весовой коэффициент показателя-фактора относительно других показателей-факторов в системе критерий-факторов в пределах конкретного региона;  $Sf_i$  – фактическое значение показателя-фактора;  $Sp_i$  – пороговое значение показателя-фактора. Допущение: в данном случае апробации методики  $Sv_i$  и  $Sp_j$  примем равным 1,0.

Вышеперечисленные критерии характеризуют уровень жизнедеятельности народнохозяйственных объектов, расположенных на той или иной территории, уровень жизнедеятельности населения, социально-экономического сектора территории и экономики региона в целом.

Проведем расчет показателей уровней жизнедеятельности на примере Владимирской области по отдельным направлениям в сравнении с пороговыми значениями на уровне средних значений соответствующих показателей по России.

Применительно к предмету исследования целесообразно оценить индекс локализации, показывающий насколько локализовано в регионе (территории) производство ВРП:

$$IL = GRP_i / GRP_o,$$

где  $GRP_i$  – ВРП на душу населения в регионе (территории);  $GRP_o$  – средний уровень ВРП на душу населения по более доминируемому территориальному образованию.

### Обсуждение

Дифференциация и развитие региона (территории) определяется по совокупности анализа 3 интегрированных показателей с учетом индекса локализации: уровню жизнедеятельности региональной экономики, экономической жизнедеятельности населения, уровню дифференциации региона (территории) и индексу локализации (таблица 1).

Нами предложена упрощенная методика определения уровня дифференциации региона (территории) –  $Dr$  – следующим образом:

$$Dr = K_o \times (GEP / VARE),$$

где  $K_o$  – коэффициент обратной осцилляции; коэффициент обратной осцилляции

$$K_o = 1 - R / GRP,$$

где  $GRP$  – среднее значение ВРП на душу населения в совокупности.

Для оценки величины вариаций территорий по среднедушевому ВРП рассчитали показатели [13]:

размах вариации

$$R = GRP_{max} - GRP_{min},$$

где  $GRP_{max}$  и  $GRP_{min}$  – соответственно максимальное и минимальное значение ВРП на душу населения.

Провели оценку значений уровней жизнедеятельности систем региональной экономики и дифференциации на примере Владимирской области на основе шкалы критериальных границ показателей критерий-факторов, разработанных на основе учета мнений региональных экспертов.

Таблица 1.

Шкала показателя уровней жизнедеятельности: объекта экономики, экономической жизнедеятельности населения, уровня дифференциации региона (территории), жизнедеятельности региона, индекса локализации ВРП

Table 1.

Scale decreased levels of activity: the object of the economy, economic activity of the population, the level of differentiation of the region (territory) of life of the region of localization index GRP

Значение показателя уровня жизнедеятельности The value of the level of vital activity	Критериальная оценка уровня жизнедеятельности Criterion Assessment				Dr	IL
	VARE	GEP	LAE	LSE		
≤0,50	Критический   Critical					Критическая локализация Critical localization
0,51–0,69	Кризисный   Crisis				Резкая Sharp	Малая локализация Low localization
0,70–0,79	Предкризисный   Pre-crisis				Средняя Average	Средняя локализация Average localization
0,80–0,85	Нормально-предкризисный   Normal pre-crisis				Малая Small	Резкая локализация Sharp localization
0,85–0,99	Нормальный Normal	Нормально-устойчивый Normally stable	Нормальный Normal			Нормальная локализация Normal localization
>0,99	Высокий High	Высоко-устойчивый Highly resistant	Высокий High	Кризисная Crisis		1,00

На основании рассмотренной выше методики авторами оценены уровни жизнедеятельности объекта экономики, развития экономики, социально-экономического сектора и экономической жизнедеятельности населения на примере Владимирской, Ивановской и Рязанской областей за период 2002–18 гг. (рисунок 1–7)

Исследование показало, что показатель GEP – уровень экономической жизнедеятель-

ности населения является приоритетным показателем при анализе и характеристике качества уровня управления регионом и анализе экономических процессов, протекающих в регионе, также при принятии стратегических кадровых решений в регионе органами государственной власти. Аналогичным образом ретроспективно анализируем ситуацию в Рязанской и Ивановской областях.

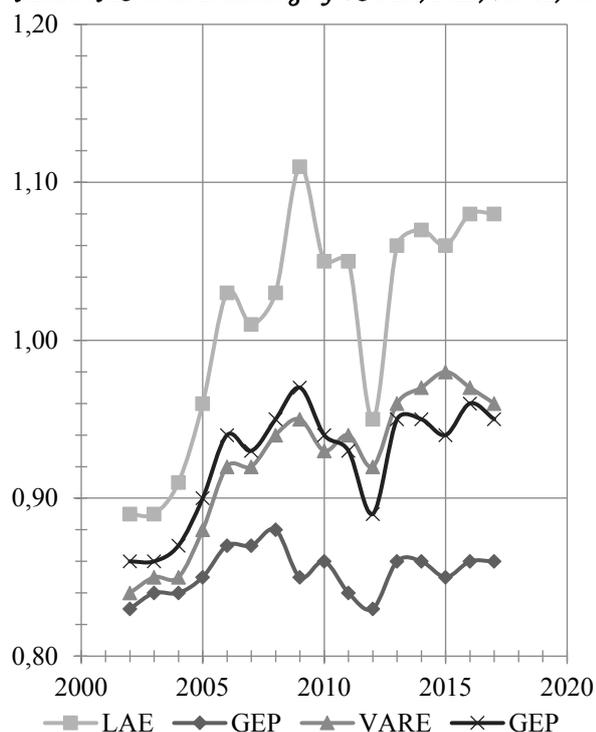


Рисунок 1. Уровень жизнедеятельности экономики Владимирской области за период 2002–2018 гг.

Figure 1. The level of economic activity of the Vladimir region for the period 2002–2018

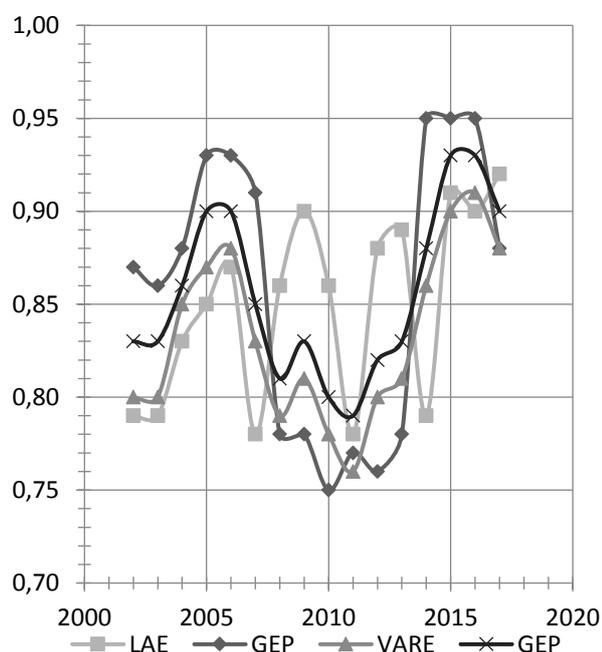


Рисунок 2. Уровни жизнедеятельности системы объекта экономики, региональной экономики и экономической жизнедеятельности населения Ивановской области за период 2002–2018 гг.

Figure 2. The levels of vital activity of the system of the object of the economy, the regional economy and the economic life of the population of the Ivanovo region for the period 2002–2018

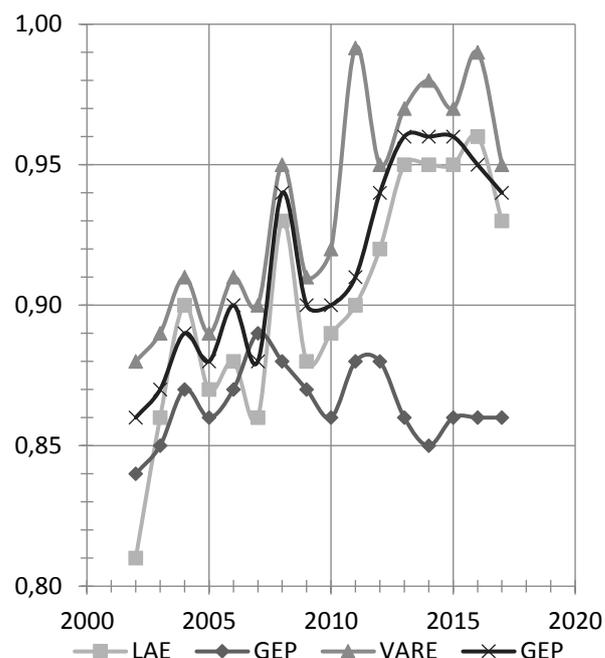


Рисунок 3. Уровни жизнедеятельности системы объекта экономики, региональной экономики и экономической жизнедеятельности населения Рязанской области за период 2002–2018 гг.

Figure 3. The levels of activity of the system of the object of the economy, regional economy and economic life of the population of the Ryazan region for the period 2002–2018

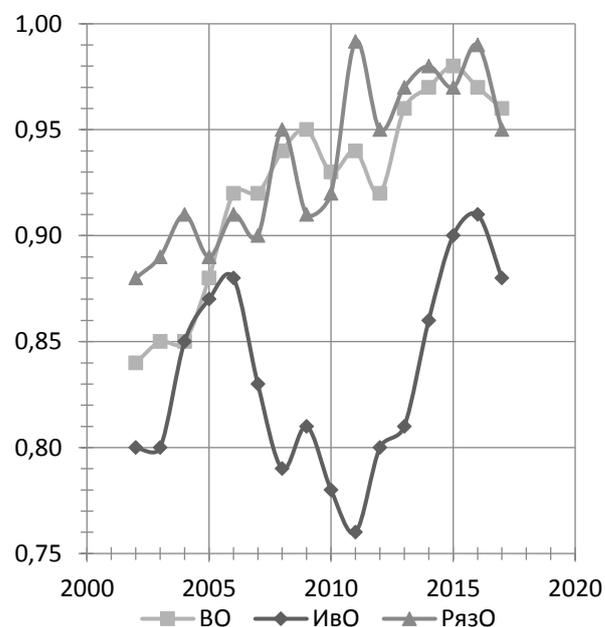


Рисунок 4. Уровень жизнедеятельности системы объекта экономики Владимирской, Ивановской, Рязанской областей за период 2002–2018 гг.

Figure 4. The level of vital activity of the system of the object of the economy of Vladimir, Ivanovo, Ryazan regions for the period 2002–2018

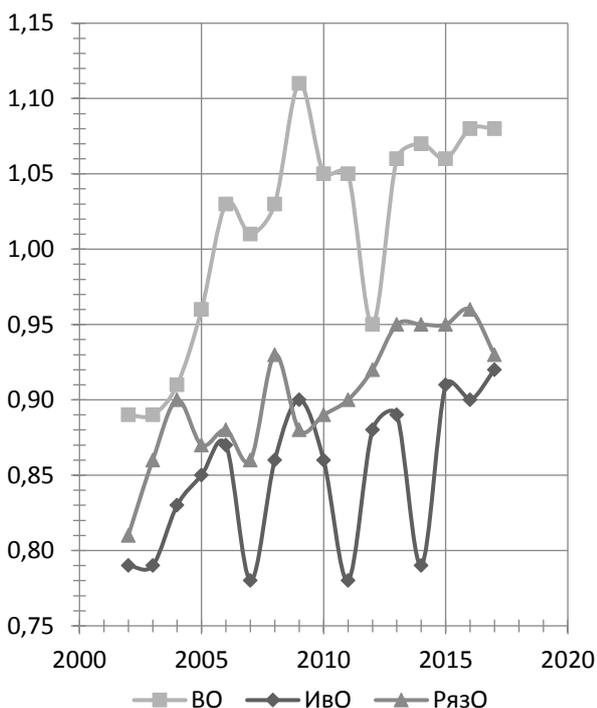


Рисунок 5. Уровень жизнедеятельности развития экономики региона Владимирской, Ивановской, Рязанской областей за период 2002–2018 гг.

Figure 5. The level of vital activity of the development of the economy of the region of Vladimir, Ivanovo, Ryazan regions for the period 2002–2018

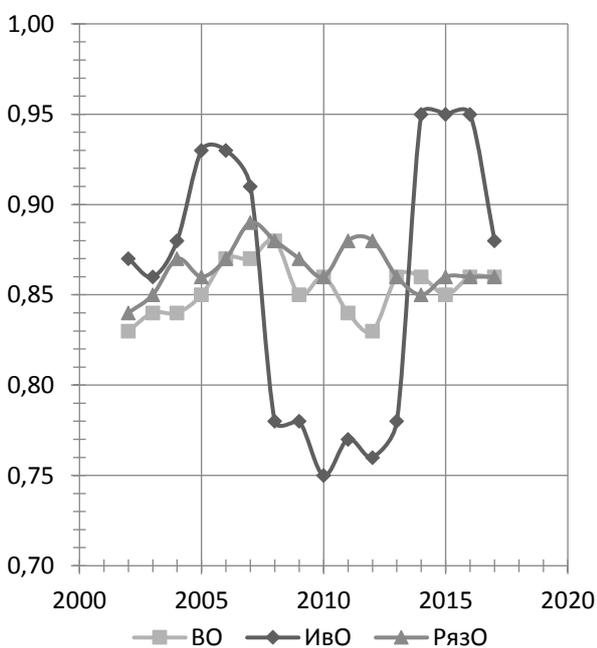


Рисунок 6. Уровень экономической жизнедеятельности населения Владимирской, Ивановской, Рязанской областей за период 2002–2018 гг.

Figure 6. The level of economic activity of the population of Vladimir, Ivanovo, Ryazan regions for the period 2002–2018

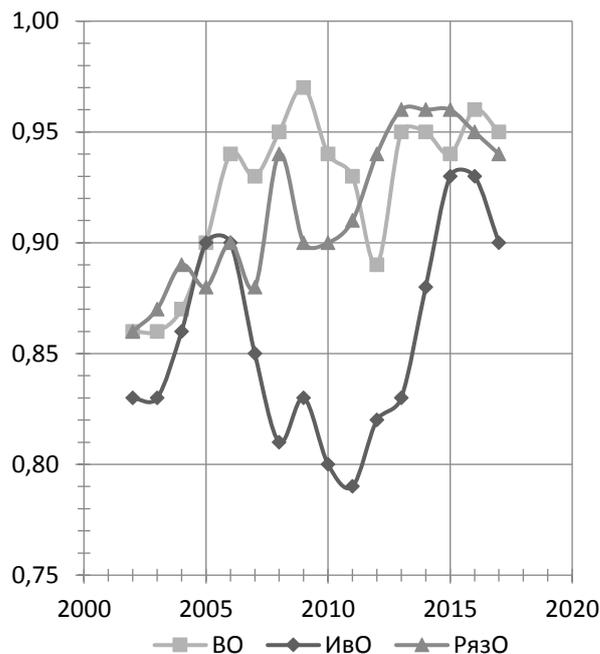


Рисунок 7. Уровень жизнедеятельности социально-экономического сектора Владимирской, Ивановской, Рязанской областей за период 2002–2018 гг.

Figure 7. The level of life of the socio-economic sector of the Vladimir, Ivanovo, Ryazan regions for the period 2002–2018

### Заключение

В результате проведенного анализа приходим к выводу, что решение задач повышения устойчивости экономического развития региональных экономик следует связывать со следующими процессами.

1. Стратегическое управление как непрерывный процесс обоснования и выбора перспективных целей устойчивого развития региона и разработки конкретных планов и программ, обеспечивающих достижение этих целей.

2. Финансовое моделирование как система форм, методов и приемов по управлению денежными потоками, финансовыми и материальными ресурсами региона, направленными на обеспечение устойчивого развития территории.

3. Оптимизация производственно-технической деятельности как совокупность методов, принципов и средств управления для перехода на современные технологии и экологические стандарты качества.

4. Нормативно-правовое регулирование как процесс целенаправленного воздействия на социальные, экономические, экологические и общественные отношения, протекающие на территории региона, с помощью правовых (юридических) институтов.

5. Формирование организационной структуры и усиление административного ресурса обусловлено активизацией воздействия общественно-политических сил на социально-экономическое

развитие. В этих условиях одним из гарантов реализации мер по достижению сбалансированности и устойчивого развития должны являться местные органы власти.

### Литература

- 1 Федеральная служба государственной статистики // Официальный сайт Росстата. URL: <https://www.gks.ru/folder/10705>
- 2 Астахин А.С., Новиков А.И. Сравнительная оценка уровня безопасности и развития экономики Владимирской области Российской Федерации // *Горизонты Экономики*, издательство «Экономика». 2018. № 3 (43). С. 24–37.
- 3 Бахтизин А.Р., Бухвальд Е.М., Кольчугина А.В. Выравнивание регионов России: иллюзии программы и реалии экономики // *Вестник Института экономики РАН*. 2016. № 1. С. 76–91.
- 4 Беляева Л.А. Качество жизни в субъективных оценках населения: Россия в европейском контексте // *Вестник РУДН. Серия: Социология*. 2018. № 4.
- 5 Большаков Б.Е., Рябкова С.А. Возникновение и основные проблемы вхождения понятия «устойчивое развитие» в мировую политику и науку // *Устойчивое развитие: наука и практика*. 2009. № 1 (2).
- 6 Бухвальд Е.М., Иванов О.Б. Актуальные проблемы пространственной интеграции российской экономики // *ЭТАП: Экономическая теория, Анализ, Практика*. 2015. № 5. С. 7–31.
- 7 Де Керк Херт В., Чипрян П. Индекс устойчивого развития общества // *Общество и экономика*. 2008. № 9.
- 8 Васильев А.Н., Шукина А.Я. Эффективное управление устойчивым развитием на основе естественных законов // *Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*. 2016. Т. 2. № 2. С. 12–18.
- 9 Ващалова Т.В. Концепция рационального природопользования и ее развитие на современном этапе // *Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2014. № 1. С. 37–46.
- 10 Гурьева М.А., Бутко В.В. Практика реализации модели циркулярной экономики // *Экономические отношения*. 2019. № 4.
- 11 Данилишин Б.М., Веклич О.А. Индикатор подлинного прогресса как адекватный макроэкономический показатель общественного благосостояния // *Проблемы прогнозирования*. 2010. № 6 (123). С. 103–112.
- 12 Ефремова С.М. Критерии устойчивости эколого-экономической системы региона // *Бизнес в законе*. 2010. № 3. С. 338–340.
- 13 Журавлев Д.М. Организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием региона // *Креативная экономика*. 2019. Т. 13. № 2. С. 249–260.
- 14 Лебедев А.Н., Гордякова О.В. Международный индекс счастья и психологическое состояние российского общества // *Прикладная юридическая психология*. 2018. № 2. С. 14–25.
- 15 Мамина М.Т. Рейтинговая оценка состояния национальной экономической безопасности // *Научное обозрение*. 2012. № 5. С. 592–599.
- 16 Новиков А.И., Емельянов Р.А., Астахин А.С. Моделирование устойчивости, стабилизации и безопасности динамических систем объекта экономики. // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация*. 2018. № 4. С. 78–86. doi: 10.25257/FE.2018.4.78–86
- 17 Пустохина Н.Г., Валиев В.Н. Концепция устойчивого развития: основные положения // *Известия УГТУ*. 2015. № 2 (38).
- 18 Родионов-Зражевский А.Г. От эпохи валового внутреннего продукта к «экономике счастья» // *ПСЭ*. 2013. № 3 (47). С. 129–131.

### References

- 1 Federal State Statistics Service. Rosstat official website. Available at: <https://www.gks.ru/folder/10705> (in Russian).
- 2 Astakhin A.S., Novikov A.I. Comparative assessment of the level of security and economic development of the Vladimir region of the Russian Federation. *Horizons of Economics*, publishing house “Economics”. 2018. no. 3 (43). pp. 24–37. (in Russian).
- 3 Bakhtizin A.R., Bukhvald E.M., Kolchugina A.V. Alignment of Russian regions: illusions of the program and realities of the economy. *Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*. 2016. no. 1. pp. 76–91. (in Russian).
- 4 Belyaeva L.A. Quality of life in subjective estimates of the population: Russia in the European context. *Bulletin of RUDN University. Series: Sociology*. 2018. no. 4. (in Russian).
- 5 Bolshakov B.E., Ryabkova S.A. The emergence and main problems of the concept of “sustainable development” entering the world politics and science. *Sustainable development: science and practice*. 2009. no. 1 (2). (in Russian).
- 6 Buchwald E.M., Ivanov O.B. Actual problems of spatial integration of the Russian economy. *STAGE: Economic Theory, Analysis, Practice*. 2015. no. 5. pp. 7–31. (in Russian).
- 7 De Kerk Hert V., Chipryan P. Index of sustainable development of society. *Society and Economics*. 2008. no. 9. (in Russian).
- 8 Vasiliev A.N., Schukina A.Ya. Effective sustainable development management based on natural laws. *Bulletin of the Volga University. V.N. Tatishchev*. 2016. vol. 2. no. 2. pp. 12–18. (in Russian).
- 9 Vashchalova T.V. The concept of rational environmental management and its development at the present stage. *Vestnik RUDN. Series: Ecology and Life Safety*. 2014. no. 1. pp. 37–46. (in Russian).
- 10 Guryeva M.A., Butko V.V. The practice of implementing the circular economy model. *Economic relations*. 2019. no 4. (in Russian).
- 11 Danylyshyn B.M., Veklich O.A. The indicator of true progress as an adequate macroeconomic indicator of social welfare. *Problems of forecasting*. 2010. no. 6 (123). pp. 103–112. (in Russian).
- 12 Efremova S.M. Sustainability criteria for the ecological and economic system of a region. *Business in law*. 2010. no. 3. pp. 338–340. (in Russian).
- 13 Zhuravlev D.M. Organizational and economic mechanism for managing sustainable development of the region. *Creative Economy*. 2019. vol. 13. no. 2. pp. 249–260. (in Russian).

14 Lebedev A.N., Gordyakova O.V. The international index of happiness and the psychological state of Russian society. Applied Legal Psychology. 2018. no. 2. pp. 14–25. (in Russian).

15 Mommy M.T. Rating assessment of the state of national economic security. Scientific Review. 2012. no. 5. pp. 592–599. (in Russian).

16 Novikov A.I., Emelyanov R.A., Astakhin A.S. Modeling the stability, stabilization and security of dynamic systems of an economy. Fires and emergency situations: prevention, elimination. 2018. no. 4. pp. 78–86. doi: 10.25257/FE.2018.4.78–86 (in Russian).

17 Pustokhina N.G., Valiev V.N. The concept of sustainable development: key points. News of the USMU. 2015. no. 2 (38). (in Russian).

18 Rodionov-Zrazhevsky A.G. From the era of gross domestic product to the “economy of happiness”. PSE. 2013. no. 3 (47). pp. 129–131. (in Russian).

**Сведения об авторах**

**Александр С. Астахин** аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, г. Белгород, 308015, aastaxin@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4828-1070>

**Лариса А. Третьякова** д.э.н., кафедра менеджмента и маркетинга, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, г. Белгород, 308015, tretyakova@bsu.edu.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0030-4341>

**Information about authors**

**Aleksandr S. Astahin** postgraduate, Belgorod State National Research University, Pobedy st., 85, Belgorod, 308015, aastaxin@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4828-1070>

**Larisa A. Tretyakova** Dr. Sci. (Econ.), Department of Management and Marketing, Belgorod State National Research University, Pobedy st., 85, Belgorod, 308015, tretyakova@bsu.edu.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0030-4341>

**Вклад авторов**

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

**Contribution**

Authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 21/10/2019	<b>После редакции</b> 31/10/2019	<b>Принята в печать</b> 15/11/2019
<b>Received</b> 21/10/2019	<b>Accepted in revised</b> 31/10/2019	<b>Accepted</b> 15/11/2019

## Внедрение контроллинга кадров в перерабатывающих организациях: особенности процессного подхода

Елена В. Ендовицкая<sup>1</sup> [elena.endovitskaya@ya.ru](mailto:elena.endovitskaya@ya.ru)  0000-0003-3440-097X

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, 394018, Россия

**Аннотация.** В перерабатывающих организациях постепенно осваиваются инновационные методы персонал-менеджмента. Однако инструменты контроллинга кадров при этом остаются недооцененными. В отдельных случаях в ходе внедрения и использования приемов кадрового контроллинга акцент делается на его контрольных функциях в ущерб способам мотивации проявления креативности персонала. Для преодоления противоречий в восприятии технологий персонал-менеджмента и контроллинга кадров, в частности относительно теории и практики внедрения последнего, в перерабатывающих организациях его необходимо рассматривать как систему методов и инструментов, радикально изменяющих управленческие процессы на основе реализации креативного потенциала менеджеров. Опираясь на методологические диалектические установки перехода количества в качество, доказана возможность двух направлений внедрения технологии контроллинга кадров в структуру перерабатывающей организации: 1) переориентация управленческих процессов в существующем персонал-менеджменте; 2) создание специальной контроллинговой подсистемы. Учитывая мнения специалистов относительно развития контроллинга кадров как существующей структуры, сделан выбор в пользу активизации процессных управленческих воздействий в направлении «снизу-вверх» при одновременном изменении структуры самих процессов в направлении «сверху-вниз» и освоении на этой основе новых правил взаимоотношений «работник-работник». Применение полученных знаний дало возможность обосновать целесообразность использования для реализации такого проекта процессов реинжиниринга. Отличительными преимущественными чертами предлагаемой формы реинжиниринга кадрового контроллинга является одновременное повышение уровня креативных компетенций кадров, упрощение условий разработки управленческих решений и оптимизация самой структуры персонал-менеджмента. Реализация идеи процессного подхода логично становится продуктивной, если экономическую деятельность перерабатывающих организаций рассматривать как систему бизнес-процессов. Кадровый контроллинг, построенный на основе процессной модели реинжиниринга, будет способствовать созданию необходимых для конкурентоустойчивого развития перерабатывающих организаций условий посредством активизации изменений в бизнесе.

**Ключевые слова:** перерабатывающие организации, технология, кадровый контроллинг, процессный подход, реинжиниринг, модель внедрения, бизнес-процессы

## The introduction of personnel control in processing organizations: features of the process approach

Elena V. Endovitskaya<sup>1</sup> [elena.endovitskaya@ya.ru](mailto:elena.endovitskaya@ya.ru)  0000-0003-3440-097X

<sup>1</sup> Voronezh State University, Universitetskaya sq., 1, Voronezh, 394018, Russia

**Abstract.** The innovative methods of personnel management are gradually being mastered in production organizations. However, personnel control tools are not enough estimated. In some cases, during the implementation and use of personnel controlling techniques, emphasis is placed on its control functions to the detriment of ways to motivate the manifestation of staff creativity. To overcome the contradictions in the perception of personnel management technologies and personnel control, in particular, regarding the theory and practice of introducing the latter in processing organizations, it should be considered as a system of methods and tools that radically change management processes based on the realization of the creative potential of managers. Based on the methodological dialectical installation of the transition of quantity into quality, The possibility of two directions of introducing personnel controlling technology into the structure of a processing organization has been proved: 1) reorientation of managerial processes in the existing personnel management; 2) the creation of a special controlling subsystem. Taking into account the opinions of specialists regarding the development of personnel controlling as an existing structure, a choice has been made in favor of activating process managerial influences in the "bottom-up" direction while changing the structure of the processes themselves in the "top-down" direction and, on this basis, mastering new rules for "employee-employee" relationships worker. The application of the knowledge gained made it possible to justify the feasibility of using reengineering processes for the implementation of this project. The distinctive advantageous features of the proposed form of personnel controlling reengineering are the simultaneous increase in the level of creative staff competencies, simplification of the development of management decisions and optimization of the personnel management structure itself. The implementation of the idea of a process approach logically becomes productive if the economic activity of processing organizations is considered as a system of business processes.

**Keywords:** processing organizations, technology, personnel controlling, process approach, reengineering, implementation model, business processes

### Введение

Достижение целей развития менеджментом перерабатывающей организации находится в логической связи с системой соответствующих мобилизационных инструментов кадрового

контроллинга. Такие инструменты являются действенным способом контактов инновационной среды, продуцирующей преобразующие идеи, и производственной инфраструктуры, реализующей их.

Для цитирования

Ендовицкая Е.В. Внедрение контроллинга кадров в перерабатывающих организациях: особенности процессного подхода // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 226–230. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-226-230

For citation

Endovitskaya E.V. The introduction of personnel control in processing organizations: features of the process approach. *Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]*. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 226–230. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-226-230

Необходимым условием продвижения технологии кадрового контроллинга кадров на уровень её практической востребованности должно быть выполнение требований этапности и постепенности, чтобы принимаемые постулаты идеи не остались декларированными доктринами, а вошли в сознание менеджеров и стали настоящей потребностью развития организации.

Таким образом, сокращается временной период созревания идеи внедрения контроллинга кадров в менеджмент перерабатывающей организации.

Названные требования необходимо обязательно учитывать, если технология кадрового контроллинга осваивается в организациях впервые, а тем более если его инструменты внедряются в систему приемов и способов персонал-менеджмента.

Однако на сегодняшний день идея процессно-ориентированного контроллинга кадров не является широко востребованной, особенно в небольших организациях. Субъективной причиной такой ситуации является моральная и компетентностная неготовность менеджеров организаций к кардинальным изменениям окружающей среды [1, 3, 4], объективной – недостаточность средств на реализацию дорогостоящего проекта. С другой стороны, переориентация инструментов менеджмента с функционального на процессный характер дает возможность оптимально реализовать его преимущества и возможности, что, безусловно, может дать положительный синергетический эффект.

### Обсуждение

Для суждения о необходимости внедрения процессно-ориентированного кадрового контроллинга в перерабатывающих организациях как естественного элемента в их структуре необходимо выявить комплекс опознавательных признаков, решающими из которых должны быть такие, которые определяют значимость роли контроллеров в разработке управленческих решений: позиционирование кадрового контроллинга в персонал-менеджменте организации и сформированность базы его инструментов.

Ниже представлена разработанная нами восьмиэтапная логическая последовательность внедрения контроллинга кадров в перерабатывающей организации, основанная на методологии системности и процессного подхода: 1) оценка разработанного проекта кадрового контроллинга (КК); 2) анализ текущего состояния организации; 3) непосредственное внедрение проекта КК; 4) освоение, корректировка проектных модулей КК; 5) реорганизация персонал-менеджмента

со встроенным КК; 6) преобразование организационной структуры субъекта хозяйствования и инструментария его персонал-менеджмента; 7) оптимизация информационных потоков КК; 8) оценка кадрового состава организации.

Не вызывает сомнения тот факт, что формирование кадрового контроллинга изменяет организационную структуру, уровень ответственности менеджеров, перестраивая при этом систему бизнес-отношений в управленческих процессах организации. Нами считаются приемлемыми два подхода к иерархическому внедрению технологии контроллинга кадров в структуру организации: 1) для небольших организаций, что весьма характерно для периферийных субъектов хозяйствования пищевого профиля, целесообразно перераспределение управленческих процессов внутри персонал-менеджмента организации, исполнителем которых относительно управления персоналом может быть один человек – контроллер с соответствующим статусом; 2) в крупных перерабатывающих организациях, особенно в пищевых холдингах, приемлемо службу контроллинга выделить в качестве самостоятельного процесса, представляющего собой отдельную подсистему в менеджменте.

В настоящее время имеют место разные способы внедрения кадрового контроллинга [2, 10]. Если такое действие по каким-либо причинам невозможно или его нецелесообразно сделать собственными силами, то есть с делегированием полномочий контроллинга кадров собственному персонал-менеджменту, или создавая собственные временные службы с привлечением внешних персонал-ресурсов, то имеются другие способы внедрения подсистемы кадрового контроллинга. Наиболее известный вариант предполагает обращение к услугам консалтинговой фирмы, обладающей накопленным опытом подобных разработок и оснащенной всеми необходимыми ресурсами. Однако профессионализм, предлагая качество труда, требует высокое ценовое вознаграждение, что может быть доступно не всем организациям. В небольших перерабатывающих организациях, в том числе пищевом производстве, такой способ может быть неприемлемым из-за высокой стоимости проекта и недостаточно продуктивен, так как консалтинговая фирма, как правило, предлагает типовый проект со стандартным подходом к решению задач управления, который может не учитывать специфические производственные особенности организации, что может привести к снижению качества проекта и его эффективности.

Наиболее целесообразная идея формирования кадрового контроллинга кадров применительно к перерабатывающим организациям нами предлагается в форме соглашения, а именно как временное добровольное объединение организаций для осуществления конкретного проекта внедрения кадрового контроллинга, представляющего собой реализацию крупной целевой программы на условиях корпоративной ответственности, с долей каждой организации в затратах и соответствующего участия в результатах. Кроме того, в таком формате происходит необходимая трансформация трудовых отношений и, как следствие, возникших условий цифровой экономики [8, 9, 11–14].

Направления развития контроллинга кадров, если он уже существует, рассматриваются нами в разной степени глубины качественных изменений в менеджменте организаций. Мягкий режим изменений предполагает поток незначительных, но постоянных улучшений по всем составляющим бизнес-процессов. Одно из средств таких изменений было впервые применено в Японии. Японский подход Кайдзен (Kaidzen) в процессном восприятии нам показан на рисунке 1.

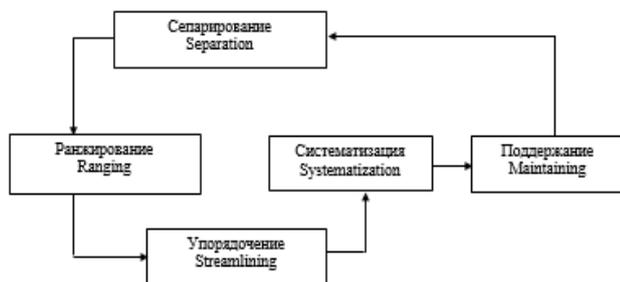


Рисунок 1 Процессы Kaidzen в организациях

Figure 1. Kaidzen processes in organizations

Процессом «сепарирования» начинается цикл менеджмента с целью избавления в сознании контролера и на его рабочем месте от всего, что не имеет отношения к его основной работе; «ранжирование» – это построение процесса выполнения работы в необходимом порядке с использованием сопровождающего документа, обеспечивающего решение подобной задачи; «упорядочение» предполагает осмысление и определение итогов за конкретный временной период; «систематизацией» завершается цикл «Kaidzen» с документальной и ментальной оценкой итогов; «поддержание» – переход на новый способ деятельности и поиск дальнейших изменений новым приемом, соответствующим новым условиям бизнеса и новационным идеям адаптации к ним.

Постоянное совершенствование, которое предполагает длительное перманентное развитие персонал-менеджмента организации и его специальной технологии – контроллинга кадров, – совершается в направлении «снизу вверх» в порядке реализации неиспользованных возможностей, возникающих в силу естественных организационных и технологических изменений, идущих от самоорганизации в единоличной или коллективной форме, с сохранением социального равновесия и мотивационной удовлетворённости. Однако слабой стороной метода «Kaidzen», как мы считаем, остаётся определенная частичность улучшений и сложности отрыва от прежних приверженностей, привычек, правил, а также необходимость внедрения в ранее действующие структуры с неизбежными потерями.

Идея фундаментального переосмысления процессов персонал-менеджмента вообще и контроллинга кадров как его новационного элемента, который может решать задачи коренных изменений с переходом в более высокий класс организации управления процессами, сводима, по нашему мнению, к идее реинжиниринга. Реинжиниринг ассоциируется с такими формами совершенствования экономической деятельности, как автоматизация и роботизация, сокращающие ручной труд, или реструктуризация уровней менеджмента с упразднением структур и служб управления. Реинжиниринг, как правило, – это изменение структуры процессов. В частности, реинжиниринг существующей в организациях системы контроллинга кадров не ставит задачу совершенствования действующих процессов, а полностью заменяет их другими, основанными на иных подходах к менеджменту и управленческому труду. Мы считаем, что в реинжиниринге можно использовать возможности применения самой мощной творческой составляющей персонала организации – кадров. При рациональном использовании креативного капитала кадров можно продуктивнее решать любые оперативные задачи организации на основе накопленных знаний, умений, навыков. Кроме того, в таких условиях в полной мере реализуется компетентность персонала [5–7, 15, 16].

В ходе реинжиниринга активизируются и видоизменяются вертикальные связи и взаимодействия: первоначальная инициация идей может идти «снизу вверх», однако их реализация в виде промежуточного и окончательного продукта реинжиниринга происходит «сверху вниз». Тем не менее, как мы считаем, успешное решение задач реинжиниринга контроллинговых процессов в режиме традиционного администрирования непродуктивно.

Для необходимого успеха важна моральная коллективная готовность на эмоциональном и ментальном уровнях сознания принять новые разновидности работы и другие правила взаимодействия «работник–работник» в изменяющихся условиях ведения производственных и управленческих процессов.

Принципиальная форма реинжиниринга контроллинга кадров перерабатывающей организации с точки зрения процессного подхода к управлению показана на рисунке 2.

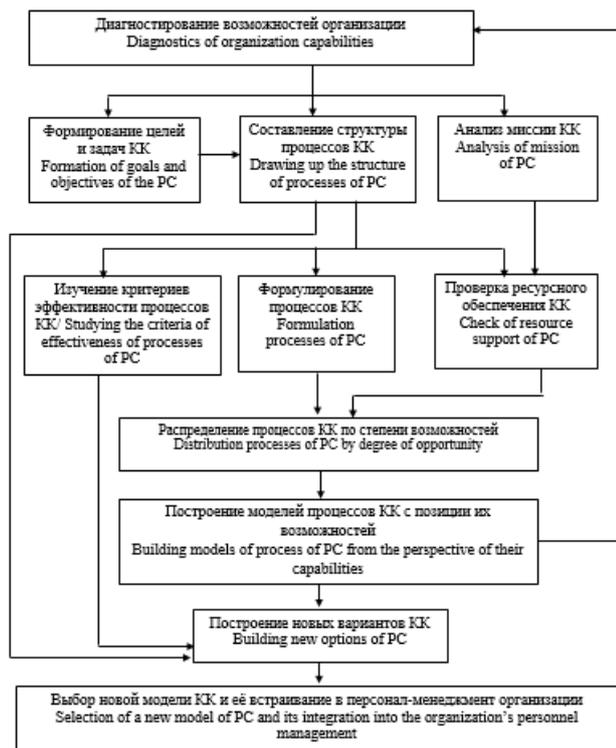


Рисунок 2 Модель реинжиниринга кадрового контроллинга в организациях

Figure 2. Model of a reynzhiniring of personnel controlling in the organizations

Важная сторона идеи реинжиниринга кадрового контроллинга проявляется также, по нашему мнению, в его коммуникативном и мотивационном аспектах, вырабатывающих новую идеологию участия в процессах управления, которая преодолевает естественное сопротивление работников нововведениям, минимизирует протесты относительно неизвестного и реализует процесс мотивации проявления креативности.

### Заключение

Изложенное дает основание резюмировать:

– реинжиниринг оптимизирует процессы контроллинга кадров не только посредством сокращения и временных затрат на эти цели, но и путём упрощения условий выполнения ими управленческих действий при одновременном повышении уровня креативных компетенций для их исполнения;

– реинжинирингом достигается эффект оптимизации структуры процессов контроллинга кадров, для чего выявляются самые важные процессы, затрудняющие или тормозящие протекание других процессов;

– корректировка и внесение изменений в характеристики реинжиниринга процессов кадрового контроллинга предполагают построение модели, имитирующей различные способы, формы, связи в достижении целей и решении задач персонал-менеджмента;

– реинжиниринг контроллинга кадров, по сути, изменяет экономическую деятельность всей организации, внося прямые или косвенные изменения в её бизнес-процессы, так как изменяется сам персонал-менеджмент организации, поэтому он может быть признан действенным катализатором преобразующих управленческих решений.

### Литература

- 1 Азарнова Т.В., Щепина И.Н., Демидова А.С., Глотова Е.А. и др. Информационные аналитические приложения для оценки человеческого потенциала организационных систем // Современная экономика: проблемы и решения. 2017. Т. 10. С. 14–32.
- 2 Боргардт Е.А., Вишнякова М.В. Система контроллинга как современная концепция управления // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2015. № 1 (31). С. 78–85.
- 3 Яхонтова И.М., Великанова Л.О. К вопросу повышения эффективности бизнес-процесса управления персоналом предприятия // Современная экономика: проблемы и решения. 2017. Т. 11. С. 50–56.
- 4 Горбунова О.С. Влияние потенциала формирования человеческого капитала на экономическое состояние сельского хозяйства // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2018. № 4 (45). С. 226–231.
- 5 Дайнеко В.Г., Дайнеко Е.Ю. Интеллектуальный капитал в системе невещественных капиталов // Современная экономика: проблемы и решения. 2017. № 5 (89). С. 8–17.
- 6 Заграновская А.В., Эйссер Ю.Н. Моделирование сценариев развития экономической ситуации на основе нечетких когнитивных карт // Современная экономика: проблемы и решения. 2017. Т. 10. С. 33–47.
- 7 Печерская Э.П., Кривцов А.И., Тарасова Т.М. Оценка компетенций работников в системе профессиональных квалификаций в условиях цифровой экономики // Учет. Анализ. Аудит. 2019. Т. 6. № 3. С. 68–75.
- 8 Саликов Ю.А., Логунова И.В., Каблашова И.В. Тенденции изменений в управлении человеческими ресурсами предприятия в условиях цифровой экономики // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 2. С. 393–399.
- 9 Семячков К.А. Факторы развития социальных инноваций в условиях цифровизации // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2018. № 4 (45) С. 186–197.

- 10 Серебрякова Т.Ю., Куртаева О.Ю. Внутренний контроль и контроллинг: концептуальные особенности // Международный бухгалтерский учет. 2015. № 26 (368). С. 2–12.
- 11 Федченко А.А. Трансформация социально-трудовых отношений в цифровой экономике // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2018. № 3. С. 91–95.
- 12 Шевченко С.А. Практическая реализация предпринимательской деятельности организации в условиях цифровой экономики // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2019. № 2. С. 52–58.
- 13 Шевченко С.А., Кузьмина Е.В., Трунова В.Ф. Характерные особенности цифровой экономики // Финансовая экономика. 2018. № 6. С. 996–1001.
- 14 Щепина И.Н., Бородина А.А. Цифровая экономика как одна из моделей развития постиндустриального общества // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2019. № 2. С. 97–105.
- 15 Carayannis E.G., Giudice M.D., Coto-Acosta P. Disruptive technological change within of Things (JoT) // Technological Forecasting and Social Change. 2018. V. 136. P. 265–267.
- 16 Cuzzo B., Palmaccio M., Dumay I., Lombard R. Intellectual capital disclosure: a structured literature review // Journal of Intellectual Capital. 2017. V. 18. № 1. P. 9–28.

### References

- 1 Azamova T.V., Schepina I.N., Demidova A.S., Glotova E.A. et al. Informational analytical applications for assessing the human potential of organizational systems. *Modern Economics: problems and solutions*. 2017. vol. 10. pp. 14–32. (in Russian).
- 2 Borgardt E.A., Vishnyakova M.V. Controlling system as a modern management concept. *Science Vector of Togliatti State University*. 2015. no. 1 (31). pp. 78–85. (in Russian).
- 3 Yakhontova I.M., Velikanova L.O. On the issue of improving the efficiency of the business process of personnel management of an enterprise. *Modern Economics: problems and solutions*. 2017. vol. 11. pp. 50–56. (in Russian).
- 4 Gorbunova O.S. Influence of the potential for the formation of human capital on the economic state of agriculture. *Business. Education. Right. Bulletin of the Volgograd Institute of Business*. 2018. no. 4 (45). pp. 226–231. (in Russian).
- 5 Daineko V.G., Daineko E.Yu. Intellectual capital in the system of non-material capital. *Modern Economics: problems and solutions*. 2017. no. 5 (89). pp. 8–17. (in Russian).
- 6 Zagranovskaya A.V., Eissner Yu.N. Modeling scenarios for the development of the economic situation based on fuzzy cognitive maps. *Modern Economics: problems and solutions*. 2017. vol. 10. pp. 33–47. (in Russian).
- 7 Pecherskaya E.P., Krivtsov A.I., Tarasova T.M. Assessment of the competencies of workers in the system of professional qualifications in the digital economy. *Accounting. Analysis. Audit* 2019. vol. 6. no. 3. pp. 68–75. (in Russian).
- 8 Salikov Yu.A., Logunova I.V., Kablashova I.V. Trends in changes in the human resources management of an enterprise in a digital economy. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019. vol. 81. no. 2. pp. 393–399. (in Russian).
- 9 Semyachkov K.A. Factors of development of social innovations in the context of digitalization. *Business. Education. Right. Bulletin of the Volgograd Institute of Business*. 2018. no. 4 (45). pp. 186–197.
- 10 Serebryakova T.Yu., Kurtaeva O.Yu. Internal control and controlling: conceptual features. *International Accounting*. 2015. no. 26 (368). pp. 2–12. (in Russian).
- 11 Fedchenko A.A. Transformation of social and labor relations in the digital economy. *Bulletin of Voronezh State University. Series: Economics and Management*. 2018. no. 3. pp. 91–95. (in Russian).
- 12 Shevchenko S.A. The practical implementation of the entrepreneurial activity of the organization in the digital economy. *Bulletin of Voronezh State University. Series: Economics and Management*. 2019. no. 2. pp. 52–58. (in Russian).
- 13 Shevchenko S.A., Kuzmina E.V., Trunova V.F. Characteristic features of the digital economy. *Financial Economics*. 2018. no. 6. pp. 996–1001. (in Russian).
- 14 Schepina I.N., Borodina A.A. Digital economy as one of the models for the development of post-industrial society. *Bulletin of Voronezh State University. Series: Economics and Management*. 2019. no. 2. pp. 97–105. (in Russian).
- 15 Carayannis E.G., Giudice M.D., Coto-Acosta P. Disruptive technological change within of Things (JoT). *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. vol. 136. pp. 265–267.
- 16 Cuzzo B., Palmaccio M., Dumay I., Lombard R. Intellectual capital disclosure: a structured literature review. *Journal of Intellectual Capital*. 2017. vol. 18. no. 1. pp. 9–28.

### Сведения об авторах

**Елена В. Ендовицкая** к.э.н., доцент, кафедра международной экономики и внешнеэкономической деятельности, Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, 394018, Россия, elena.endovitskaya@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-3440-097X>

### Вклад авторов

**Елена В. Ендовицкая** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### Information about authors

**Elena V. Endovitskaya** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, international economics and foreign economic affairs department, Voronezh State University, Universitetskaya sq., 1, Voronezh, 394018, Russia, elena.endovitskaya@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-3440-097X>

### Contribution

**Elena V. Endovitskaya** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

### Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 05/11/2019	После редакции 16/11/2019	Принята в печать 28/11/2019
Received 05/11/2019	Accepted in revised 16/11/2019	Accepted 28/11/2019

## Методический подход к оптимизации бизнес-процессов на основе анализа параметров дифференциации в рамках разработки и реализации конкурентной стратегии компании

Андрей Е. Плахин<sup>1</sup> [apla@usue.ru](mailto:apla@usue.ru)  0000-0003-1379-0497  
Саад М. Аль Огили<sup>1</sup> [saad\\_musah@yahoo.com](mailto:saad_musah@yahoo.com)  
Мария С. Хохолуш<sup>1</sup> [hms@usue.ru](mailto:hms@usue.ru)

<sup>1</sup> Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, Екатеринбург, 620144, Россия

**Аннотация.** Разработка конкурентной стратегии компании, являясь важным фактором ее развития, определяет комплексный подход к управлению конкурентоспособностью путем применения широкого круга инструментов, в том числе основанных на управлении и оптимизации ключевых бизнес-процессов компании. Цель выполненного исследования состояла в разработке и апробации методического подхода к оптимизации бизнес-процессов компании кожевенной промышленности Республики Ирак на основе реализации серии последовательных шагов, включающих как оценку отдельных параметров дифференциации конкурентной стратегии, так и идентификации проблемных зон для последующей настройки бизнес-процессов. Используя различные методы исследования: экономического, статистического, сравнительного анализа, аналогии и логического обоснования, авторы предлагают разработки по оценке конкурентоспособности и ее повышению применительно к организациям, функционирующим в кожевенной промышленности. Результаты проведенного исследования выражаются в виде разработки авторского алгоритма по выявлению параметров конкурентоспособности в соответствии с типом конкурентной стратегии, а также в виде разработки матрицы определения конкурентной стратегии. На основе обобщения научных исследований авторы представили на научное рассмотрение основные параметры дифференциации бизнес-модели производства продукции из кожи, а также аналитическую схему стоимостного анализа применительно к объекту исследования. Представленная методика может быть использована для построения эффективной системы мер государственной поддержки, а также может быть использована в учебном процессе высших учебных заведений как дидактический и практический материал.

**Ключевые слова:** конкурентная стратегия, дифференциация конкурентоспособности, стратегическое управление, конкурентное преимущество, процессный подход, бизнес-процесс, параметры конкурентоспособности

## Methodical approach to optimization of business processes on the basis of analysis of differentiation parameters within the development and implementation of the competitive strategy of the company

Andrej E. Plahin<sup>1</sup> [apla@usue.ru](mailto:apla@usue.ru)  0000-0003-1379-0497  
Saad Musa Al Ogili<sup>1</sup> [saad\\_musah@yahoo.com](mailto:saad_musah@yahoo.com)  
Maria S. Khokholush<sup>1</sup> [hms@usue.ru](mailto:hms@usue.ru)

<sup>1</sup> Ural State University of Economics, 8 Marta St, 62, Ekaterinburg, 620144, Russia

**Abstract.** The development of a company's competitive strategy, being an important factor in its development, defines an integrated approach to competitiveness management by applying a wide range of tools, including those based on managing and optimizing the company's key business processes. The purpose of the study was to develop and test a methodological approach to optimizing the business processes of the leather industry company of the Republic of Iraq on the basis of a series of successive steps, including both assessing individual parameters of the differentiation of the competitive strategy and identifying problem areas for further setting up business processes. Using various research methods: economic, statistical, comparative analysis, analogy and rationale, the authors propose developments to assess competitiveness and its increase in relation to organizations operating in the leather industry. The results of the study are expressed in the form of developing an author's algorithm for identifying competitiveness parameters in accordance with the type of competitive strategy, as well as in the form of developing a matrix for determining a competitive strategy. Based on a synthesis of scientific research, the authors presented for scientific consideration the main parameters for differentiating the business model of leather products, as well as an analytical scheme of cost analysis in relation to the object of study. The presented methodology can be used to build an effective system of government support measures, and can also be used in the educational process of higher educational institutions as didactic and practical material.

**Keywords:** competitive strategy, differentiation of competitiveness, strategic management, competitive advantage, process approach, business process, competitiveness parameters

### Для цитирования

Плахин А.Е., Аль Огили С.М., Хохолуш М.С. Методический подход к оптимизации бизнес-процессов на основе анализа параметров дифференциации в рамках разработки и реализации конкурентной стратегии компании // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 231–242. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-231-242

### For citation

Plahin A.E., Al Ogili S.M., Khokholush M.S. Methodical approach to optimization of business processes on the basis of analysis of differentiation parameters within the development and implementation of the competitive strategy of the company. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 231–242. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-231-242

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

### Введение

Вопросам стратегического управления конкурентоспособностью компаний посвящено значительное количество трудов российских и зарубежных авторов. Среди зарубежных авторов следует, прежде всего, отметить М. Портера, согласно которому «разработка конкурентной стратегии заключается, по существу, в отыскании четкой формулировки того, как предприятие будет вести конкуренцию, какими должны быть его цели и какие средства и действия понадобятся для достижения этих целей» [1]. Как отмечено в его работе «Конкурентная стратегия: методы анализа отраслей и конкурентов с новым введением» («Competitive strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors with a new Introduction») [2]: «компании достигают конкурентоспособности посредством одного или нескольких комбинаций из трех подходов: дифференциация, минимизация издержек или фокусирование». Важно подчеркнуть, что конкурентоспособность при реализации указанных стратегий будет отражена в различных параметрах. Так, в той же работе отмечено, что: «компании, использующие стратегию дифференциации, добиваются конкурентоспособности, выделяя свои продукты или услуги по сравнению с конкурентами, делая их уникальными».

В работе А. Аддае-Коранки (A. Addae-Korankye) [3] отмечено, что: «компании, использующие стратегию минимизации издержек, эффективно конкурируют на основе цены. Параметры конкурентоспособности в этом случае включают возможность снижения издержек, эффективность, жесткий контроль затрат, повышение объема производства с целью получения эффекта масштаба». В этой же работе отмечено, что: «компания, использующая стратегию фокусирования, формирует конкурентоспособность, концентрируя усилия на определенном региональном рынке или группе покупателей».

В течение ряда лет велась дискуссия об источниках устойчивой конкурентоспособности с выделением и противопоставлением двух подходов: позиционирования и ресурсной теории.

По мнению Дж. Барни (J.V. Barney) [4]: «если фирма реализует стратегию создания ценности, которая не может быть реализована никакими текущими или потенциальными конкурентами, такая фирма имеет конкурентное преимущество. Кроме того, конкурентное преимущество описывается как преимущество, которое имеет одна фирма относительно конкурирующих фирм. Другими словами, конкурентное преимущество существует, когда фирма может предоставлять те же преимущества, что и конкуренты, но с меньшими затратами (преимущество минимизации издержек) или предоставлять

выгоды, превышающие выгоды конкурирующих продуктов (преимущество дифференциации)».

В рамках ресурсной теории основой конкурентоспособности является наличие редких, ценных, неспособных к передаче и копированию ресурсов. По мнению Дж. Дирису (J.I. Dirisu) и др. [5], разнообразие ресурсов и барьеры их перемещения являются основой в различиях стратегий организаций. Иными словами, различия в привлекаемых ресурсах приводят к различию бизнес-моделей, предопределяя их в течение длительного времени. Если компания, обладающая ограниченными ресурсами, способна создавать ценность, а ее ресурсы не могут быть скопированы ее конкурентами или легко заменены другими ресурсами, то такая компания занимает доминирующее положение и, следовательно, получает условия, обеспечивающие ей достижение устойчивой конкурентоспособности и избыточной прибыли.

На протяжении последних лет было приведено много критических замечаний относительно подхода позиционирования, что привело к появлению ресурсного подхода, основанного на широко известных взглядах ряда авторов, таких как Б. Вернерфельт, Е. Пенроуз (B. Wernerfelt, E. Penrose), Дж. Штальк, Ф. Эванс (G. Stalk, P. Evans) [6]. Ресурсная теория предполагает, что конкурентоспособность достигается путем правильного использования редких ресурсов в долгосрочной перспективе. Несмотря на небольшое различие, существует общее мнение относительно того, как ресурсы определяют возможности, обеспечивающие формирование компетенций, которые трудно скопировать конкурентам.

В рамках ресурсного подхода исходная точка для источников конкурентоспособности находится внутри компании, а не начинается с рассмотрения проблем, связанных со структурой рынка. При этом любая стратегия может считаться успешной, только при условии ее положительной оценки потребителями. Данный факт возвращает нас к положениям школы позиционирования.

Таким образом, можно сделать вывод о применимости обоих подходов в комплексе для более глубокого понимания природы и источников конкурентоспособности. Использование ресурсов и соответствующих им компетенций никак не опровергает позиционные условия на рынке, которые, в свою очередь, могут быть обусловлены этими факторами. Помимо привлечения редких ресурсов и формирования на их базе отличительных компетенций для компании важны и мероприятия по захвату рыночной позиции, что соответствует трем направлениям

конкурентной стратегии М. Портера. Способность фирмы приобретать и поддерживать конкурентоспособности тесно связана с рыночной структурой, поскольку она может помочь компаниям достичь неожиданно высоких уровней прибыли. При этом ключевые параметры конкурентоспособности могут быть выражены в следующем перечне характеристик: сосредоточиться на потребностях клиентов; основываться на ключевых компетенциях компании; создавать систему непрерывного улучшения стратегии; формировать соответствующие стратегии мероприятия оперативного уровня.

Продолжением представленных идей является теория динамических способностей, в рамках которой считается, что перспективность компании определяется первенством не на современных, а на будущих рынках. Будущие рынки еще не существуют, но их необходимо представлять уже сейчас и стремиться к их формированию.

К. Прахалад, Г. Хэмел (С.К. Prahalad, G. Hamel) [7] отказались от традиционных принципов стратегического планирования и ввели в оборот такие термины, как «стратегические намерения» и «стратегическая архитектура», которые означают прояснение контуров будущей отрасли по мере ее создания. По их мнению, для завоевания места на рынках будущего следует не ограничивать стратегические цели имеющимися сегодня ресурсами, а отодвигать цели от ресурсов как можно дальше. Если направление выбрано правильно и все структурные подразделения движутся к цели согласованно, то необходимые ресурсы следует наращивать по мере продвижения к цели.

Данный подход позволяет по-новому взглянуть на проблему формирования конкурентоспособности компании. Можно утверждать, что обеспечение конкурентоспособности может быть достигнуто различными уникальными комбинациями ее параметров, генерируя при этом несколько вариантов развития конкурентоспособности в будущем.

Подход также позволяет провести некоторую параллель с концепцией партнерских отношений, центром которой является так называемое стратегическое партнерство, нацеленное на взаимовыгодное создание и распределение ценности [8]. Данный подход относится к новому глобальному рынку, который привел к более сложной и динамичной форме конкуренции, благодаря динамическим возможностям и так называемой гиперконкуренции [9].

Гиперконкуренция является, по существу, следствием динамики стратегического управления среди глобальных и инновационных

конкурентов. В условиях быстро растущей конкуренции в турбулентной и непредсказуемой бизнес-среде можно предположить, что конкурентоспособность не может быть устойчивой. В условиях гиперконкуренции параметром конкурентоспособности становится скорость адаптации компании к меняющимся условиям внешней среды, то есть быстрая и непрерывная корректировка стратегий быстрее, чем у конкурентов, для того чтобы создать непрерывный поток инновационных преимуществ [10].

Согласно теории динамических способностей все параметры конкурентоспособности, которые эффективно используют структуру рынка, являются временными, поэтому компаниям для поддержания превосходной производительности необходимо концентрироваться на инструментах адаптации [11].

В начале XXI в. ресурсная теория трансформировалась в более динамичную концепцию «экономики знаний», характеризующуюся достижением конкурентоспособности путем формирования основных ключевых компетенций [12]. Для данной концепции, как и для теории динамических способностей, характерно представление о том, что конкурентная динамика спроса и предложения постепенно устраняет любые возможные конкурентные преимущества. Поэтому стратегическое управление должно сосредоточиться на формировании параметров конкурентоспособности, основанных на нематериальных активах или «знаниях», на первый план выходят такие параметры деятельности, как наличие сильного лидерства, адаптивной организационной культуры, создание систем развития персонала и т. п.

В теории экономики знаний основным носителем конкурентоспособности является творческий сотрудник и игнорирование развития сотрудника приводит к производству несовершенных продуктов компании, а конкурентоспособность достигается благодаря навыкам, умственным способностям, организационным ценностям, которые создают устойчивые преимущества компании.

Вместе с тем в последнее время появились точки зрения, обозначающие отраслевую специфику конкурентоспособности [13]. Промышленные организации все больше привержены подходу, изложенному в теории позиционирования. Сторонники данной точки зрения считают, что производительность компании во многом определяется структурой отрасли, поскольку производственная деятельность требует значительных вложений капитала и не может функционировать, исключительно опираясь на креативность и адаптивность сотрудников, как это возможно в сервисных организациях.

### Материалы и методы

С методической точки зрения реализация указанных выше походов к разработке конкурентной стратегии в настоящее время реализуется путем применения достаточно широкого набора управленческих инструментов, включая сетевые и стейкхолдерские модели, систему сбалансированных показателей, AGILE и SCRUM технологии, менеджмент быстрого реагирования, а также принципы работы, укладываемые в методологию управления бизнес-процессами и реинжиниринга бизнес-процессов (Business Process Management (BPM), Business Process Reengineering (BPR)), в том числе на основе идеологии бережливого производства.

Методологическая база процессного подхода представлена сегодня работами таких авторов, как Андреева Е.С., Банчук Г.Г., Коптелова Л.В., Vergidis K., Tiwari A., Maieed B., Gröger C., Schwarz H., Mitschang B. и др. [14; 15; 16; 17; 18], рассматривающих проблематику совершенствования бизнес-процессов с общетеоретических и логико-структурных позиций. Реинжиниринг бизнес-процессов используется компаниями с целью освоения новых путей повышения конкурентоспособности, однако в методологии процессного подхода существует, тем не менее, разрыв между целевой ориентацией реинжиниринга и конкурентной стратегией компании. Схематично изображение любого процесса можно представить как логическую последовательность шагов или операций по преобразованию «входов» в «выходы», а также соответствующие взаимосвязи между отдельными элементами. Управление процессом включает в себя точное определение и документирование процедур управления процессом. Методами, которые используются для контроля и улучшения процессов, являются методы статистического контроля процесса, анализ эффектов режима отказа, проверка ошибок, выборка и проверка и др.

Реализация процессного подхода в рамках стратегического управления конкурентоспособностью предполагает определение бизнес-процессов, которые следует подвергать оценке и последующей модификации в соответствии с выбранной конкурентной стратегией. В этой связи возникает ряд вопросов в отношении объекта оценки и анализа, а также

методических аспектов указанных процедур, в том числе необходимо сформировать перечень измеряемых показателей бизнес-процессов, периодичность осуществления процедур анализа и регулирования, учесть организационные аспекты.

Предлагаются следующие ключевые шаги разработанной методики.

1. Определение позиции компании по параметрам «ценовая позиция и издержки». Данные характеристики являются комплиментарными и отражают весь спектр факторов, воздействующих и включенных в бизнес-модель компании.

2. Построение матрицы идентификации конкурентной стратегии. Стратегические реакции в рамках предлагаемой матрицы упорядочены исходя из природы параметров конкурентоспособности участников конкретного рынка, основанных на уникальных отличительных свойствах бизнес-модели ценимых потребителем настолько, что он готов платить цену, превышающую среднюю цену по соответствующему рынку. Компании, имеющие возможность конкурировать со значениями цены выше единицы, должны использовать стратегию дифференциации, трансформируя бизнес-модель по значимым для потребителя параметрам: качество товара, способы платежа, условия доставки и т. д. Позиция такого участника измеряется относительной величиной завышения цены, поскольку компания заставляет рынок платить цену, обусловленную особыми параметрами дифференциации бизнес-модели. Для компании такого типа приоритетными являются бизнес-процессы, позволяющие контролировать и улучшать качество, создавать издержки переключения покупателей, а также настраивать сервисные процессы.

В результате предложенного алгоритма должен быть сформулирован перечень параметров дифференциации компании внутри потребительских сегментов. Представленная ниже иллюстрация позволяет отразить восприятие отдельными сегментами потребителей параметров дифференциации, базирующихся на анализе отношения к атрибутам товара (рисунок 1).

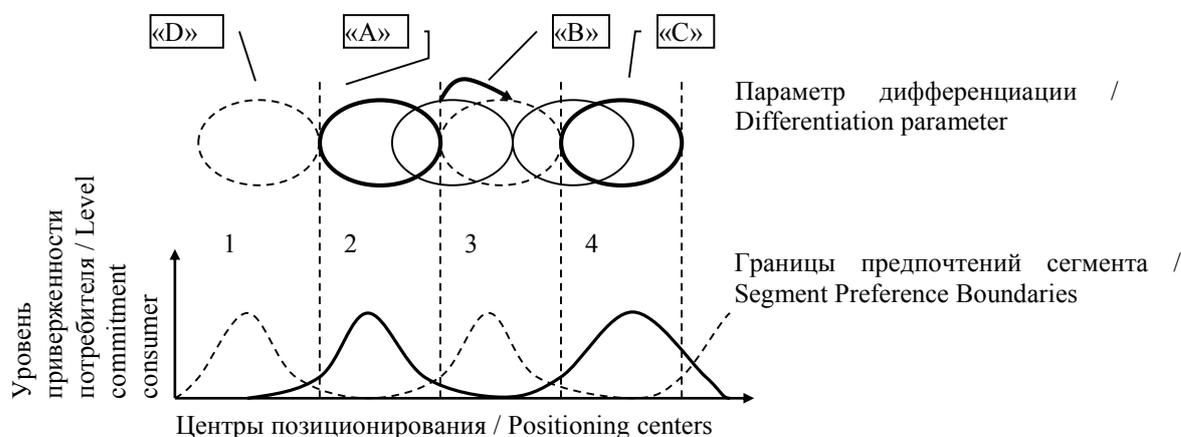


Рисунок 1. Параметры дифференциации бизнес-модели

Figure 1. Business model differentiation options

Считается, что бизнес-модель хорошо дифференцирована, если кривые приверженности имеют малую «зону безразличия». В этой зоне потребителям все равно, какой товар купить. Если существует сегмент рынка, центр предпочтений которого лежит в середине получившейся зоны безразличия, то его потребители не будут удовлетворены.

Правильно дифференцированные компании «А» и «С» обозначены сплошными жирными линиями, они наиболее точно покрывают требования потребителей соответствующего сегмента. Компания, обозначенная тонкой линией, должна пересмотреть бизнес-модель для формирования четких параметров дифференциации внутри потребительских сегментов. Как было отмечено выше, изучение параметров дифференциации бизнес-модели необходимо дополнить потребительскими оценками, что позволит модифицировать бизнес-процессы для более значимых параметров дифференциации.

Для этого предполагается использование методики Voice of the customer [19, 20], в рамках которой определяются основные параметры бизнес-модели, узнаваемые и ценимые клиентами.

Другим параметром конкурентоспособности является способность сформировать себестоимость ниже средней по рынку. Данное преимущество может происходить за счет особенностей привлечения ресурсов, различных эффектов, обусловленных технологиями организации бизнес-процессов, институциональными и инфраструктурными условиями и т. д. Такое конкурентное преимущество позволяет удерживать цену ниже, чем в среднем у производителей данного рынка, и реализуется в рамках стратегии

минимизации издержек. Для обобщения и анализа связи параметров конкурентоспособности и бизнес-процессов в компании с базовой стратегией минимизации издержек могут использоваться инструменты функционально-стоимостного анализа и анализа ценностной цепочки.

Кроме того, в качестве параметров конкурентоспособности могут быть возможности привлекать инвестиционные ресурсы для масштабирования эффективной бизнес-модели, которой характерны цены выше, чем среднеотраслевые, а издержки ниже, чем среднеотраслевые, а также факторы, обуславливающие скорость выхода из бизнеса при условии его убыточности или пересмотре бизнес-модели с использованием методик анализа ценностной цепочки.

На следующем шаге предлагаемого алгоритма требуется установление связи параметров конкурентоспособности и бизнес-процессов компании. Данное исследование следует проводить с помощью регрессионного анализа, что позволит проверить гипотезу о том, что реализация отдельных бизнес-процессов оказывает положительное влияние на параметры конкурентоспособности. Используемая модель представляет собой множественную линейную регрессию, которая связывает переменные конкурентного преимущества с оценками осуществления бизнес-процесса, модель имеет следующий вид (таблица 1):

$$y = \beta_{ij}X_{ij} + \beta_0 + \mu_{ij},$$

где  $y$  – зависимая переменная конкурентного преимущества;  $X$  – факторный показатель характеристик соответствующего бизнес-процесса.

Таблица 1.

Параметры регрессионной модели

Table 1.

Regression Model Parameters

Тестируемые параметры конкурентоспособности Tested competitiveness parameters	Факторные характеристики Factor Characteristics
$Y_1$ – Совокупное качество продукции Total product quality $Y_2$ – Надежность доставки Delivery reliability $Y_3$ – Дизайн продукта   Product design $Y_4$ – Скорость обновления ассортимента Assortment update rate	$X_1$ – Ориентация бизнес-процессов на потребности клиента   Orientation of business processes to customer needs $X_2$ – Наличие системы управления бизнес-процессами Availability of a business process management system $X_3$ – Наличие модуля оценки мнения потребителей The presence of a module for assessing consumer opinions $X_4$ – Предварительный, промежуточный и итоговый контроль качества продукта   Preliminary, intermediate and final product quality control $X_5$ – Наличие подсистемы постоянных улучшений бизнес-процессов   The presence of a subsystem of continuous improvement of business processes

В результате моделирования тестируются 4 различных варианта (рисунок 2).

По результатам анализа должны быть определены конкурентные преимущества и конкурентные отставания. Сравнение показателей может быть осуществлено по методу конкурентного профиля, когда наилучший показатель выделяется и соединяется линией, что облегчает процесс анализа,

или на основе классического многоугольника конкурентоспособности.

Использование представленной методики позволит связать конкурентную стратегию компании и соответствующие ей конкурентные преимущества и бизнес-процессы компании в рамках общей методологии процессного подхода в стратегическом управлении конкурентоспособностью компании.

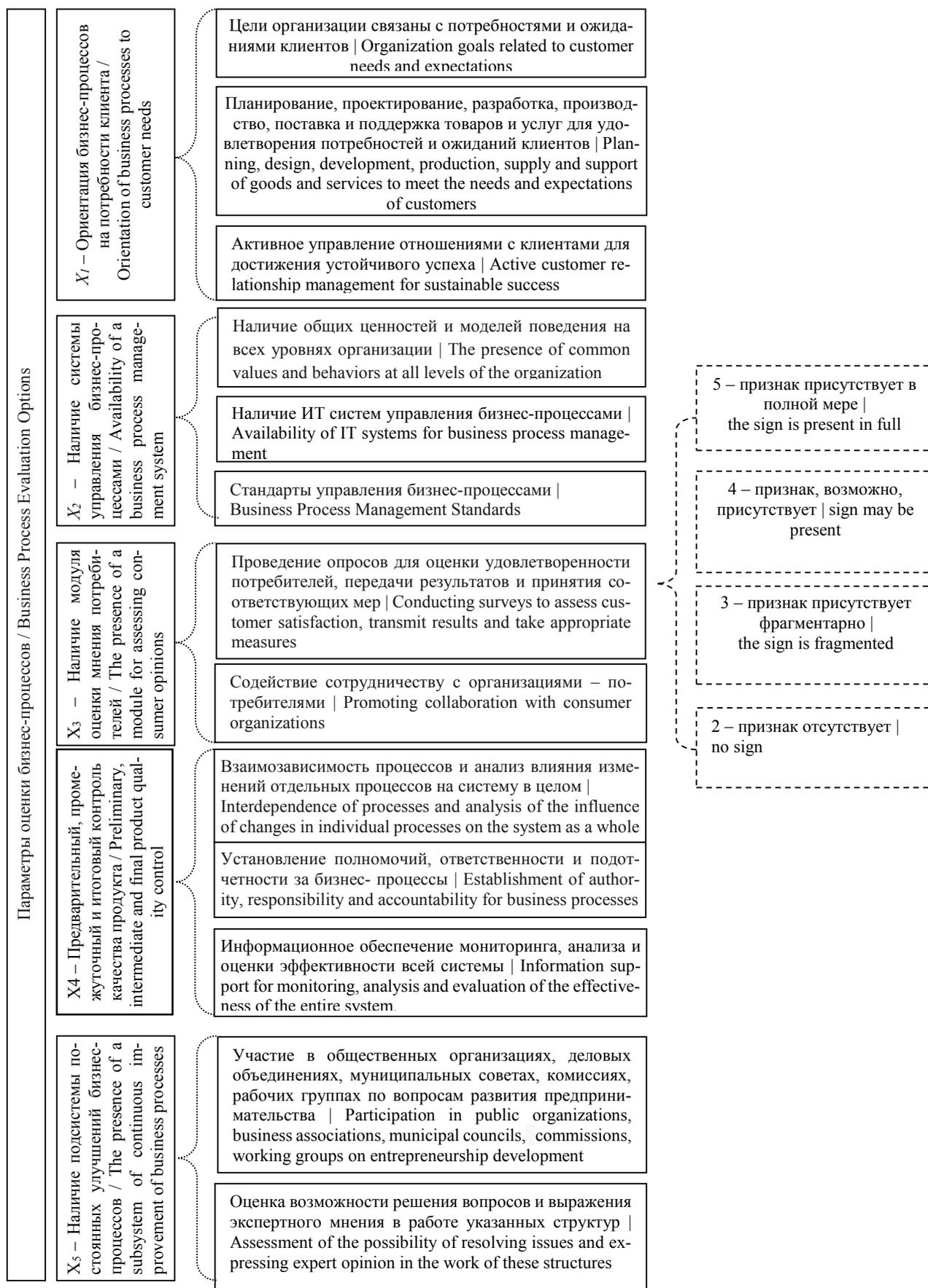


Рисунок 2. Параметры оценки бизнес-процессов компании  
Figure 2. Parameters for evaluating company business processes

**Результаты**

Разработанная методика была апробирована на примере предприятий кожевенной промышленности Республики Ирак. Основные производители, формирующие рынок продаж изделий из кожи в Республике Ирак, представлены 2 видами импортеров: производители из Китая, производители из Турции и одним внутренним производителем – Государственной компанией текстильной и кожевенной промышленности

(State Company for Leather Industries), являющейся объектом настоящего исследования.

В результате использования предложенного алгоритма было осуществлено позиционирование участников рынка изделий из кожи Республики Ирак на основе матрицы определения конкурентной стратегии (таблица 2).

Построим по данным таблицы комплексную матрицу определения конкурентной стратегии (рисунок 3).

Таблица 2.

Параметры для построения матрицы конкурентной стратегии, 2018 год

Table 2.

Parameters for building a matrix of competitive strategy, 2018

Параметры построения матрицы Matrix construction options	Китайские производители Chinese manufacturers	Турецкие производители Turkish manufacturers	Государственная компания кожевенной промышленности State Company for Leather Industries
Отношение издержек к среднему значению по рынку   Cost-to-Market Ratio	0,7–0,8	0,9–1,0	1,2–1,3
Отношение цены к среднему значению по рынку The ratio of price to market average	0,9	1,1	1,2–1,3

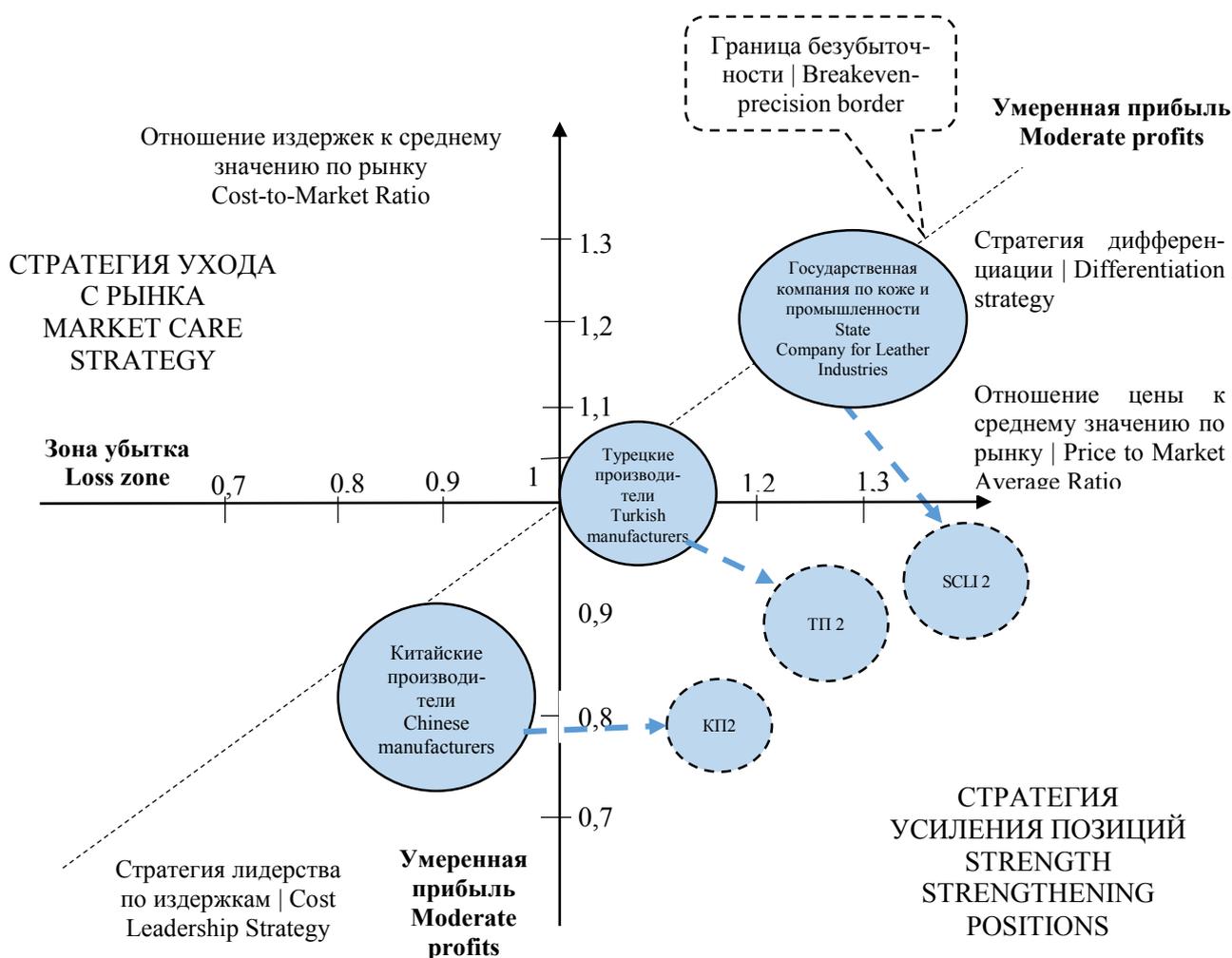


Рисунок 3. Матрица определения конкурентной стратегии участников рынка продаж продукции из кожи Республики Ирак, 2018 г.

Figure 3. Matrix for determining the competitive strategy of the participants in the leather products sales market of the Republic of Iraq, 2018

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что State Company for Leather Industries действует в рамках стратегии дифференциации, то есть использует конкурентные преимущества путем создания отличительных характеристик товара, издержек переключения и т. п.

Далее определим параметры дифференциации продукции компании State Company for Leather Industries с помощью инструментов опроса. Исследование было проведено отделом маркетинга State Company for Leather Industries

в Багдаде на Национальной выставке одежды и текстиля в 2017, 2018 гг. В опросе приняло участие свыше 100 респондентов, для оценки ответов была использована пятибалльная шкала (5 – отлично; 4 – хорошо; 3 – удовлетворительно (в основном соответствует); 2 – неудовлетворительно (соответствует отчасти); 1 – плохо (не соответствует ожиданиям).

В таблице 3 приведем данные ранжирования параметров дифференциации деятельности компаний на рынке продаж продукции из кожи Республики Ирак.

Ранжирование параметров дифференциации деятельности компаний на рынке продаж продукции из кожи Республики Ирак

Таблица 3.

Ranking of parameters for differentiating companies in the market for leather products from the Republic of Iraq

Table 3.

Параметры дифференциации продукции Product differentiation options	Оценка   Assessment					$\sum fixi$	Средневзвешенная оценка   Weighted average rating	Относительный вес   Relative weight, %	Ранг Rank
	5	4	3	2	1				
Качество кожи   Skin quality	67	33	0	0	0	467	4.67	17.4	3
Материал изделия (натуральный, искусственный) Product material (natural, artificial)	77	21	2	0	0	475	4.75	17.8	1
Модель и дизайн изделия Product model and design	79	12	9	0	0	470	4.70	17.5	2
Качество пошива   Sewing quality	44	52	4	0	0	440	4.40	16.4	4
Внутренняя отделка (подклад) Interior decoration (lining)	46	44	8	2	0	434	4.34	16.2	5
Цена   Price	16	64	16	4	0	392	3.92	14.7	6
Всего   Total						2678		100%	

Результат ранжирования предпочтений клиентов подтверждает вывод о использовании State Company for Leather Industries стратегии дифференциации. Клиенты ставят качественные параметры изделия на первое место, а ценовой параметр учитывается последним.

Далее проведем конкурентный анализ продукта с точки зрения клиентов. Результаты сравнения помогают позиционировать продукт на рынке, а также оценить удовлетворенность клиента. Для каждого продукта клиент дает

от 1 до 5 оценок против каждого требования к клиенту, от «отлично» до «плохо», а именно: (5 – отлично; 4 – хорошо; 3 – удовлетворительно (в основном соответствует); 2 – не очень удовлетворительно (соответствует отчасти); 1 – плохо (не соответствует ожиданиям).

Представим сравнительную оценку изделий из кожи, произведенных в Ираке (State Company for Leather Industries в Багдаде), Турции и Китае (таблицы 4–6).

Результаты оценки параметров дифференциации для State Company for Leather Industries

Таблица 4.

Differentiation Parameter Results for State Company for Leather Industries

Table 4.

Параметры дифференциации продукции Product differentiation options	Оценка   Assessment					$\sum fixi$	Средневзвешенная оценка   Weighted average rating	Относительный вес   Relative weight, %	Ранг Rank
	5	4	3	2	1				
Качество кожи   Skin quality	40	42	12	6	0	416	4,16	18,1	2
Материал изделия (натуральный, искусственный) Product material (natural, artificial)	38	50	8	4	0	422	4,22	18,3	1
Модель и дизайн изделия Product model and design	14	40	38	4	4	356	3,56	15,4	6
Качество пошива   Sewing quality	20	42	28	8	2	370	3,70	16,1	4
Внутренняя отделка (подклад) Interior decoration (lining)	16	50	32	2	0	380	3,80	16,5	3
Цена   Price	18	32	44	4	2	360	3,60	15,6	5
Всего   Total						2304		100%	

Таблица 5.  
Результаты оценки параметров дифференциации для продукции Китайских производителей

Table 5.  
The results of the assessment of differentiation parameters for products of Chinese manufacturers

Параметры дифференциации продукции Product differentiation options	Оценка   Assessment					$\sum fixi$	Средневзвешенная оценка   Weighted average rating	Относительный вес   Relative weight, %	Ранг Rank
	5	4	3	2	1				
Качество кожи   Skin quality	12	24	50	10	4	330	3,30	15,2	6
Материал изделия (натуральный, искусственный) Product material (natural, artificial)	10	38	36	8	8	334	3,34	15,4	5
Модель и дизайн изделия Product model and design	30	42	26	2	0	400	4,00	18,4	1
Качество пошива   Sewing quality	28	32	36	2	2	382	3,82	17,7	2
Внутренняя отделка (подклад) Interior decoration (lining)	22	26	42	10	0	360	3,60	16,7	3
Цена   Price	20	32	38	6	4	358	3,58	16,6	4
Всего   Total						2164		100%	

Таблица 6.  
Результаты оценки параметров дифференциации для продукции Турецких производителей

Table 6.  
The results of the evaluation of differentiation parameters for products of Turkish manufacturers

Параметры дифференциации продукции Product differentiation options	Оценка   Assessment					$\sum fixi$	Средневзвешенная оценка   Weighted average rating	Относительный вес   Relative weight, %	Ранг Rank
	5	4	3	2	1				
Качество кожи   Skin quality	12	24	50	10	4	275	2,75	14,30	5
Материал изделия (натуральный, искусственный) Product material (natural, artificial)	10	38	36	8	8	362	3,62	18,82	2
Модель и дизайн изделия Product model and design	30	42	26	2	0	217	2,17	11,28	6
Качество пошива   Sewing quality	28	32	36	2	2	344	3,44	17,89	4
Внутренняя отделка (подклад) Interior decoration (lining)	22	26	42	10	0	380	3,80	19,76	1
Цена   Price	20	32	38	6	4	345	3,45	17,94	3
Всего   Total						1923		100%	

### Обсуждение

На основании результатов анкетного опроса потребителей относительно параметров дифференциации продукции State Company for Leather Industries и ее основных конкурентов на иракском рынке изделий из кожи можно сделать следующие выводы: продукция State Company for Leather Industries значительно превосходит товар китайского и турецкого производства по характеристикам материала – выделке, мягкости и прочности кожи. В Багдаде преимущественно производятся мужские куртки из натуральной кожи, что отвечает запросам потребителей, предпочитающих натуральную кожу искусственной. По остальным параметрам дифференциации турецкие и китайские производители опережают State Company for Leather Industries.

При этом параметры дизайна изделия получили наибольшую оценку потребителей для изделий китайского производства, кожаная фабрика в Багдаде медленно обновляет модельный ряд, имеет узкий ассортимент мужских курток и не учитывает в достаточной степени требования современной моды.

Потребители отметили более высокое качество пошива курток турецкими производителями по сравнению с качеством State Company for Leather Industries. Причиной является использование в производственном процессе технологически устаревших швейных машин и отсутствие их регулярного технического обслуживания, а также относительно низкий уровень квалификации персонала. Следовательно, компании-конкуренты используют современные швейные машины и обладают эффективным персоналом.

Также изделия компаний конкурентов отличаются более высоким качеством внутренней отделки и подклада, применением натуральных тканей. Причина отставания State Company for Leather Industries по данному параметру заключается в отсутствии широко выбора тканей для пошива подклада курток. Помимо вышесказанного потребители отметили относительно высокие

цены мужских кожаных курток иракского производства.

Сравнительный анализ рассмотренных параметров дифференциации (рисунок 4) позволяет обозначить направления изменения бизнес-процессов State Company for Leather Industries исходя из существующей конкурентной стратегии.

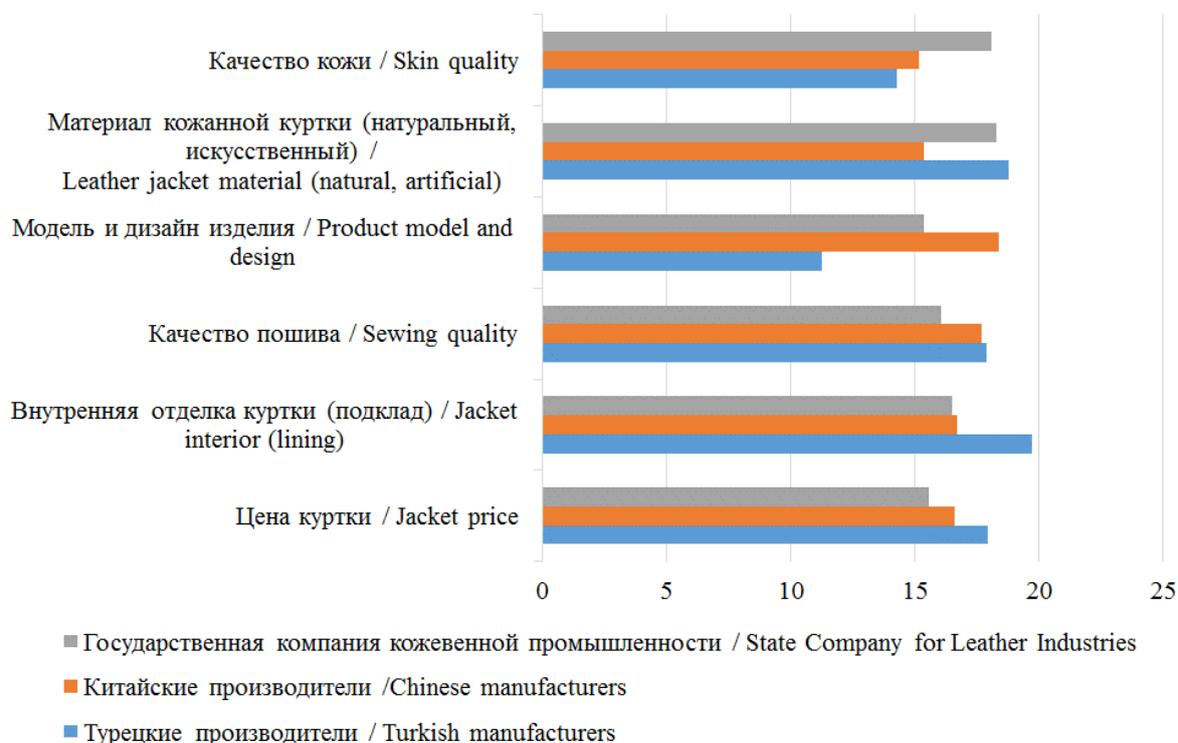


Рисунок 4. Компаративный анализ параметров дифференциации компаний на рынке кожаных изделий Республики Ирак

Figure 4. Comparative analysis of the differentiation parameters of companies in the leather goods market of the Republic of Iraq

### Заклучение

Проведенное исследование свидетельствует в целом об отставании State Company for Leather Industries от конкурентов по параметрам дизайна изделий, качества пошива и внутренней отделки. Компания должна учитывать данные отклонения, вызванные невыполнением требований клиентов, посредством модификации своих ключевых бизнес-процессов. Проблемы производственных предприятий в Ираке в последние годы обусловлены изменениями в предпочтениях клиентов и усилением конкуренции со стороны импортеров. Предпочтения

потребителей в значительной степени изменяются под усиливающимся конкурентным давлением, что вынуждает State Company for Leather Industries адаптировать свою продукцию для удовлетворения потребностей потенциальных покупателей.

Предложенный методический подход и проведенный анализ определяют дальнейшие задачи оптимизации бизнес-процессов компании, для того чтобы сформировать необходимые конкурентные преимущества. Для улучшения положения на рынке State Company for Leather Industries необходимо искать современные способы совершенствования своих бизнес-процессов.

### Литература

- 1 Porter M. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей конкурентов. Альпина Паблишер, 2016. 454 с.
- 2 Porter M. Competitive strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors with a new Introduction. New York, 1980. 422 p.
- 3 Addae-Korankye A. Total Quality Management (TQM): A Source of competitive advantage. A comparative study of manufacturing and service Firms in Ghana // International Journal of Asian Social Science. 2013. V. 3. № 6. P. 1293–1305.
- 4 Barney J.B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage // Journal of Management. 1991. V. 17. № 1. P. 99–120.

- 5 Dirisu J.I., Iyiola O., Ibidunni O.S. Product differences: a tool of competitive advantages and optimal organizational performance (A Study of Unilever Nigeria PLC) // *European Scientific Journal*. 2013. V. 9. № 34. P. 258–281.
- 6 Stalk G.J., Evans P., Schulman L.E. Competing on Capabilities: The New Rules of Corporate Strategy // *Harvard Business Review*. 1992. V. 70. № 2. P. 57–70.
- 7 Prahalad C.K., Hamel G. The core competence of the corporation // *Strategische Unternehmensplanung*. Heidelberg: Physica, 1997. P. 969–987.
- 8 Porter M.E., Siggelkow N. Contextually Within Activity Systems and Sustainability of Competitive Advantage // *Academy of Management Perspectives*. 2008. V. 22. № 2. P. 34–56.
- 9 Eisenhardt K.M., Tabrizi B.N. Accelerating adaptive process: product innovation in the global computer industry // *Administrative Science Quarterly*. 1995. V. 40. № 1. P. 84–110.
- 10 Rindova V.P., Kotha S. Continuous “morphing”: competing through dynamic capabilities, form and function // *Academy of Management Journal*. 2001. V. 44. № 6. P. 1263–1280.
- 11 Economou V.P., Chatzikonstantinou P.G. Gaining Company’s Sustained Competitive Advantage, Is Really a Necessary Precondition for Improved Organizational Performance? // *The Case of TQM*. *European Research Studies*. 2009. V. 12. № 3. P. 83–100.
- 12 Hajar I. Development of Strategic Management towards a Strategy to achieve Competitive Advantage // *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*. 2016. V. 5. № 8. P. 13–17.
- 13 Hajar I. Development of Strategic Management towards a Strategy to achieve Competitive Advantage // *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*. 2016. V. 5. № 8. P. 13–17.
- 14 Андреева Е.С. Оптимизация бизнес-процессов на предприятии // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2011. № 10 (57). С. 201–204.
- 15 Банчук Г.Г., Коптелова Л.В., Кузьмина Ю.В. Оптимизация бизнес-процессов как фактор обеспечения конкурентоспособности хозяйствующих субъектов // *Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права*. 2017. № 3 (64). С. 246–258.
- 16 Агиевич Т.Г., Морозова Ю.С. Оптимизация бизнес-процессов: концептуальный подход // *Теория и практика общественного развития*. 2013. № 4. С. 224–226.
- 17 Vergidis K., Tiwari A., Maieed B. Business Process Analysis and Optimization: Beyond Reengineering // *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews*. 2008. V. 38. № 1. P. 69–82.
- 18 Gröger C., Schwarz H., Mitschang B. Prescriptive analytics for recommendation-based business process optimization // *Lecture Notes in Business Information Processing*. 2014. P. 25–37
- 19 Griffin A., Hauser J.R. The voice of the customer // *Marketing science*. 1993. V. 12. № 1. P. 1–27.
- 20 Jaworski B., Kohli A.K. Co-creating the voice of the customer // *The service-dominant logic of marketing*. 2014. P. 127–135.

## References

- 1 Porter M. *Competitive Strategy: Methodology for Analysis of Competitive Industries*. Al'pina Pabliher, 2016. 454 p. (in Russian).
- 2 Porter M. *Competitive strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors with a new Introduction*. New York, 1980. 422 p.
- 3 Addae-Korankye A. Total Quality Management (TQM): A Source of competitive advantage. A comparative study of manufacturing and service Firms in Ghana. *International Journal of Asian Social Science*. 2013. vol. 3. no. 6. pp. 1293–1305.
- 4 Barney J.B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*. 1991. vol. 17. no. 1. pp. 99–120.
- 5 Dirisu J.I., Iyiola O., Ibidunni O.S. Product differences: a tool of competitive advantages and optimal organizational performance (A Study of Unilever Nigeria PLC). *European Scientific Journal*. 2013. vol. 9. no. 34. pp. 258–281.
- 6 Stalk G.J., Evans P., Schulman L.E. Competing on Capabilities: The New Rules of Corporate Strategy. *Harvard Business Review*. 1992. vol. 70. no. 2. pp. 57–70.
- 7 Prahalad C.K., Hamel G. The core competence of the corporation. *Strategische Unternehmensplanung*. Heidelberg: Physica, 1997. pp. 969–987.
- 8 Porter M.E., Siggelkow N. Contextually Within Activity Systems and Sustainability of Competitive Advantage. *Academy of Management Perspectives*. 2008. vol. 22. no. 2. pp. 34–56.
- 9 Eisenhardt K.M., Tabrizi B.N. Accelerating adaptive process: product innovation in the global computer industry. *Administrative Science Quarterly*. 1995. vol. 40. no. 1. pp. 84–110.
- 10 Rindova V.P., Kotha S. Continuous “morphing”: competing through dynamic capabilities, form and function. *Academy of Management Journal*. 2001. vol. 44. no. 6. pp. 1263–1280.
- 11 Economou V.P., Chatzikonstantinou P.G. Gaining Company’s Sustained Competitive Advantage, Is Really a Necessary Precondition for Improved Organizational Performance? The Case of TQM. *European Research Studies*. 2009. vol. 12. no. 3. pp. 83–100.
- 12 Hajar I. Development of Strategic Management towards a Strategy to achieve Competitive Advantage. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*. 2016. vol. 5. no. 8. pp. 13–17.
- 13 Hajar I. Development of Strategic Management towards a Strategy to achieve Competitive Advantage. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*. 2016. vol. 5. no. 8. pp. 13–17.
- 14 Андреева Е.С. Optimization of business processes at the enterprise. *Bulletin of Irkutsk State Technical University*. 2011. no. 10 (57). pp. 201–204. (in Russian).
- 15 Bunchuk G.G., Koptelova L.V., Kuzminova Yu.V. Optimization of business processes as a factor in ensuring the competitiveness of business entities. *Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. 2017. no. 3 (64). pp. 246–258. (in Russian).

- 16 Agievich T.G., Morozova Yu.S. Optimization of business processes: a conceptual approach. Theory and practice of social development. 2013. no. 4. pp. 224–226. (in Russian).
- 17 Vergidis K., Tiwari A., Maieed B. Business Process Analysis and Optimization: Beyond Reengineering. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews. 2008. vol. 38. no. 1. pp. 69–82.
- 18 Gröger C., Schwarz H., Mitschang B. Prescriptive analytics for recommendation-based business process optimization. Lecture Notes in Business Information Processing. 2014. pp. 25–37
- 19 Griffin A., Hauser J.R. The voice of the customer. Marketing science. 1993. vol. 12. no. 1. pp. 1–27.
- 20 Jaworski B., Kohli A.K. Co-creating the voice of the customer. The service-dominant logic of marketing. 2014. pp. 127–135.

#### Сведения об авторах

**Андрей Е. Плахин** к.э.н., кафедра менеджмента, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, Екатеринбург, 620144, Россия, apla@usue.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1379-0497>

**Саад М. Аль Огили** аспирант, кафедра менеджмента, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, Екатеринбург, 620144, Россия, saad\_musah@yahoo.com

**Мария С. Хохолуш** к.э.н., кафедра менеджмента, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, Екатеринбург, 620144, Россия, hms@usue.ru

#### Information about authors

**Andrej E. Plahin** Cand. Sci. (Econ.), management department, Ural State University of Economics, 8 Marta St, 62, Ekaterinburg, 620144, Russia, apla@usue.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1379-0497>

**Saad Musa Al Ogili** graduate student, management department, Ural State University of Economics, 8 Marta St, 62, Ekaterinburg, 620144, Russia, saad\_musah@yahoo.com

**Maria S. Khokholush** Cand. Sci. (Econ.), management department, Ural State University of Economics, 8 Marta St, 62, Ekaterinburg, 620144, Russia, hms@usue.ru

#### Вклад авторов

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

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 25/10/2019	<b>После редакции</b> 04/11/2019	<b>Принята в печать</b> 14/11/2019
<b>Received</b> 25/10/2019	<b>Accepted in revised</b> 04/11/2019	<b>Accepted</b> 14/11/2019

## Цифровизация транспортно-логистической отрасли в условиях глобализации мировой экономики

Елена А. Яковлева	1	<a href="mailto:elena12-27@mail.ru">elena12-27@mail.ru</a>	 0000-0002-9697-8024
Владимир А. Зеликов	1	<a href="mailto:zelikov-vm@mail.ru">zelikov-vm@mail.ru</a>	 0000-0003-2317-9413
Елена В. Титова	1	<a href="mailto:titova.elena1981@mail.ru">titova.elena1981@mail.ru</a>	 0000-0001-8800-9453
Алишер Ш. Субхонбердиев	1	<a href="mailto:alisher-man@mail.ru">alisher-man@mail.ru</a>	 0000-0002-9105-7875
Дарья К. Костина	2	<a href="mailto:kostina.dasha.2111@mail.ru">kostina.dasha.2111@mail.ru</a>	 0000-0002-7201-8387
Евгений А. Губертов	3	<a href="mailto:st-uran@yandex.ru">st-uran@yandex.ru</a>	 0000-0003-0087-3330

1 Воронежский государственный лесотехнический университет, ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия

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

3 Воронежский экономико-правовой институт, Ленинский пр-т., 119А, г. Воронеж, Россия, 394033

**Аннотация.** Раскрываются проблемы и перспективы цифровизации транспортно-логистической отрасли в условиях глобализации мировой экономики. Традиционный логистический бизнес претерпевает изменения, на рынок транспортной логистики выходят новые игроки, использующие в своей деятельности онлайн-платформы и цифровые технологии. Согласно последним тенденциям не только компании, но и физические лица требуют повышения скорости, гибкости и прозрачности доставки за меньшую стоимость. Вполне естественно, что такие ожидания оказывают давление на существующие бизнес-модели предприятий. Потенциал возможностей и выгоды новых технологий для транспортной логистики огромен, но статистика показывает, что многие компании транспортно-логистической отрасли не спешат его реализовывать. Исследуя возможности применения цифровых технологий предприятиями отрасли, выявляются причины, сдерживающие их развитие, а именно: размер предприятия транспортной логистики, наличие профессиональных кадров; наличие необходимых финансовых средств; осознание необходимости «перемен»; готовность к изменениям. Производится анализ российского рынка информационно-цифровых технологий в транспортно-логистической отрасли: WMS-система управления складом, SCM-система управления цепочками поставок, TMS-система управления транспортом, CRM-система для управления взаимоотношениями с клиентами, ERP-система для планирования ресурсов предприятия, EAM-система управления основными фондами транспортной компании, MES-система цехового управления ремонтами транспорта. Сделаны выводы о целесообразности перехода транспортно-логистической отрасли на «цифру». Предложена транспортная бизнес-экосистема, рассматриваемая как совокупность материальных и нематериальных активов транспортно-логистической отрасли во взаимодействии с множеством поставщиков ресурсов и потребителей услуг посредством открытых информационных интерфейсов, технологических систем, политики государства и финансовых инструментов. Применение данной бизнес-экосистемы приведет к оптимизации бизнес-процессов компаний, а именно: сокращению временных затрат на рутинные операции, росту скорости принятия решений, уменьшению потребности в ручном труде и другим положительным результатам внедрения.

**Ключевые слова:** глобализация, цифровизация, транспортная логистика, программный продукт, бизнес-экосистема, прибыль, эффективность

## Digitalization of the transport and logistics industry in the globalized world economy

Elena A. Yakovleva	1	<a href="mailto:elena12-27@mail.ru">elena12-27@mail.ru</a>	 0000-0002-9697-8024
Vladimir A. Zelikov	1	<a href="mailto:zelikov-vm@mail.ru">zelikov-vm@mail.ru</a>	 0000-0003-2317-9413
Elena V. Titova	1	<a href="mailto:titova.elena1981@mail.ru">titova.elena1981@mail.ru</a>	 0000-0001-8800-9453
Alisher Sh. Subhonberdiev	1	<a href="mailto:alisher-man@mail.ru">alisher-man@mail.ru</a>	 0000-0002-9105-7875
Darya K. Kostina	2	<a href="mailto:kostina.dasha.2111@mail.ru">kostina.dasha.2111@mail.ru</a>	 0000-0002-7201-8387
Evgenii A. Gubertov	3	<a href="mailto:st-uran@yandex.ru">st-uran@yandex.ru</a>	 0000-0003-0087-3330

1 Voronezh State Forest Engineering University, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russia

2 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036

3 Voronezh Economic and Law Institute, Leninsky Av., 119A, Voronezh, Russia, 394033

**Abstract.** The problems and prospects of digitalization of the transport and logistics industry in the context of globalization of the global economy are revealed. The traditional logistics business requires changes; new players are entering the transport logistics market using online platforms and digital technologies. According to the latest trends, not only companies, but also individuals require an increase in speed, flexibility and transparency of delivery at a lower cost. Naturally, the pressure on existing business models of enterprises. Statistics show that many companies in the transport and logistics industry cannot realize it. Research opportunities for the use of digital technologies by enterprises, including: the size of the transport logistics company, the availability of professional personnel; availability of necessary financial resources; awareness of the need for "change"; willingness to change. Production analysis of the Russian market of information and digital technologies in the transport and logistics industry: WMS warehouse management system, supply chain management system, transport management system, customer relationship management system, ERP resource management system, EAM fund resource management system of the transport company, Ministry of Emergency Situations transport repair management. Conclusions are made about the feasibility of the transition of the transport and logistics industry to the "number". Transport and logistics infrastructure that provides interaction between a variety of service providers and consumers using open communications, technological systems, government policies and financial instruments. The use of this business ecosystem leads to a reduction in the cost of routine operations, faster decision-making, a decrease in the need for manual labor and other positive implementation results.

**Keywords:** globalization, digitalization, transport logistics, software product, business ecosystem, profit, efficiency

Для цитирования

Яковлева Е.А., Зеликов В.А., Титова Е.В., Субхонбердиев А.Ш., Костина Д.К., Губертов Е.А. Цифровизация транспортно-логистической отрасли в условиях глобализации мировой экономики // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 243–250. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-243-250

For citation

Yakovleva E.A., Zelikov V.A., Titova E.V., Subhonberdiev A.Sh., Kostina D.K., Gubertov E.A. Digitalization of the transport and logistics industry in the globalized world economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 243–250. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-243-250

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

### Введение

Транспортная отрасль играет важную роль в российской экономике. Ее доля в структуре валовой добавленной стоимости достигает 7%. На территории Российской Федерации протяженность железнодорожных линий общего пользования составляет 86 тыс. км и занимает 3-е место в мире; протяженность автомобильных дорог занимает 5-е место в мире и составляет 1529 тыс. км; протяженность внутренних водных путей составляет 101 тыс. км и занимает 2-е место в мире, а г. Новороссийск, являясь крупнейшим портом по объему перевалки (155 млн т в год), занимает 3-е место в Европе.

В условиях глобализации мировой экономики ключевым индикатором ее роста является цифровизация. Глобальное движение в сторону цифровизации трансформирует и транспортно-логистическую отрасль.

### Методы

Научно-методические аспекты транспортной логистики рассмотрены в работах отечественных ученых и специалистов: А.Г. Белоусова, Е.К. Ивакина, М.Е. Залмановой, Д.Т. Новикова, Т.А. Прокофьевой, И.В. Терениной и других авторов. Проблемы управления парком грузового автотранспорта, вопросы применения экономико-математического моделирования в управлении автотранспортом исследовали многие ученые, среди них В.В. Гасилова, И.И. Заметалина, А.Б. Мальцева, Р.А. Миянова, О.Г. Солнцева, С.М. Резер и другие авторы. Проблемы и перспективы цифровизации транспортно-логистической отрасли в условиях глобализации мировой экономики

изучались недостаточно углубленно, что и предопределяет актуальность темы исследования.

«Цифра» меняет каналы движения товаров, форматы поставки и процессы управления. Компании, вкладывающие денежные средства в цифровые технологии, вырываются в лидеры отрасли. Однако в целом уровень диджитализации российской транспортной логистики остается невысоким. Для сравнения средний показатель по другим отраслям – 83%, как отмечают аналитики PwC в своем исследовании «Смена парадигмы. Будущее транспортно-логистического сектора» [1]. В отчете указано, что транспортно-логистические компании вступают в эпоху беспрецедентных изменений на фоне активного развития цифровых технологий и роста клиентских ожиданий.

### Обсуждение

Применение новых технологий помогает повышать эффективность и создавать операционные модели, в большей степени ориентированные на сотрудничество. Предприятия-«новички» также способствуют прорывным изменениям в отрасли. Согласно последним тенденциям теперь не только компании, но и физические лиц требуют повышения скорости, гибкости и прозрачности доставки за меньшую стоимость. Вполне естественно, что такие ожидания оказывают давление на существующие бизнес-модели. Потенциал возможностей и выгоды новых технологий для транспортной логистики огромен, но статистика показывает, что многие компании транспортно-логистической отрасли не спешат его реализовывать (рисунок 1).

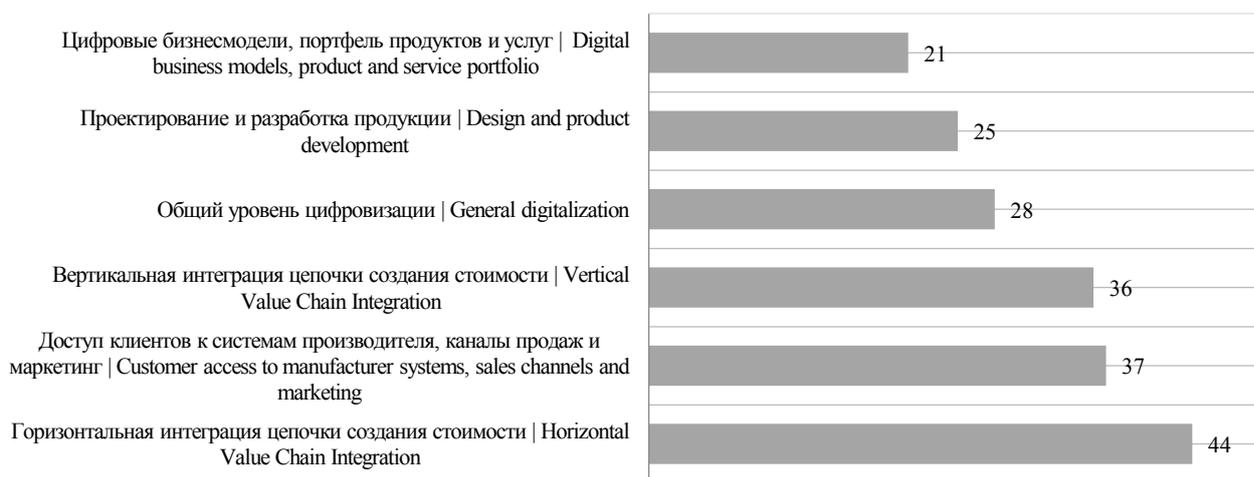


Рисунок 1. Влияние цифровизации на транспортно-логистическую отрасль

Figure 1. The impact of digitalization on the transport and logistics industry

Так, по результатам исследования «Индустрия 4.0: создание цифрового предприятия» среди 191 опрошенного руководителя предприятий транспортной логистики, 44 респондента считают,

что цифровизация предприятия оказывает влияние на горизонтальную интеграцию цепочки создания стоимости; 37 респондентов считают, что цифровизация предприятия открывает доступ клиентам к системам производителя, каналам

продаж; 36 респондентов считают, что цифровизация предприятия оказывает влияние на вертикальную интеграцию цепочки создания стоимости и только 21 респондент считает, что цифровизация позволит предприятию применять в своей деятельности современные цифровые бизнес-модели, портфель цифровых продуктов и услуг [2].

Одновременно с этим предприятия транспортно-логистической отрасли теперь менее уверены в будущем своего сектора. Как показывает статистика, руководители предприятий понимают, что необходимо искать различные цифровые решения, но перестраивать свои бизнес-модели многие пока не готовы.

Так, в росте выручки компании на будущий год полностью убеждены только 29% опрошенных

руководителей предприятий транспортной логистики. Для сравнения в 2018 г. таких руководителей было 45%. Чтобы увеличить выручку своих компаний в ближайший год, 31,4% их руководителей намерены сосредоточить усилия на органическом росте, 37,2% – на повышении операционной эффективности, 15,2% – на новых стратегических альянсах или совместных предприятиях и только 16,2% – на запуске новых продуктов и услуг на базе современных цифровых технологий. Ожидания транспортно-логистических компаний от внедрения цифровизации в отрасль 54% респондентов видят в увеличении выручки предприятия, 16% – в ожидаемом увеличении прибыли, 11% – в улучшении качества обслуживания клиента, 19% респондентов ожидают прочие улучшения (рисунок 2).

- Увеличение выручки | Revenue increase
- Увеличение прибыли | Profit increase
- Улучшение качества обслуживания клиентов | Improving customer service
- Прочие улучшения | Other improvements

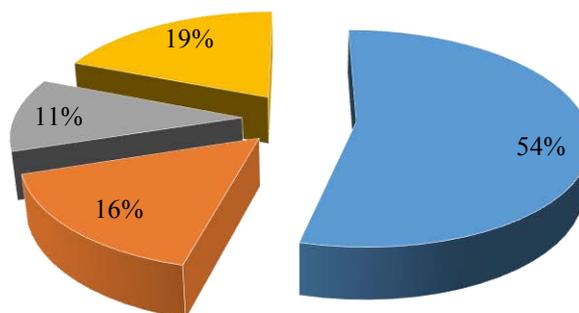


Рисунок 2. Ожидания транспортно-логистических компаний от внедрения цифровизации

Figure 2. Expectations of transport and logistics companies from the introduction of digitalization

В настоящее время традиционный логистический бизнес претерпевает изменения, на рынок транспортной логистики выходят новые игроки, использующие в своей деятельности онлайн-платформы и цифровые технологии, например, онлайн-сервисы для сравнительного анализа транспортных тарифов, онлайн-сервисы поиска перевозчиков со свободными мощностями и др. Грузоперевозчики среднего и малого размера, не имеющие финансовой возможности для вложения в разработки и применение современных цифровых бизнес-моделей, будут вынуждены уже через несколько лет уйти с рынка услуг. Согласно данным исследованиям на текущий момент можно выделить сдерживающие цифровизацию факторы транспортно-логистической отрасли [7]:

— размер предприятия транспортной логистики;

- наличие профессиональных кадров;
- наличие необходимых финансовых средств;
- осознание необходимости «перемен»;
- готовность к изменениям.

На текущий момент российский рынок информационно-цифровых технологий в транспортно-логистической отрасли представлен рядом программных продуктов – это WMS-система управления складом, SCM-система управления цепочками поставок, TMS-система управления транспортом, CRM-система для управления взаимоотношениями с клиентами, ERP-система для планирования ресурсов предприятия, EAM-система управления основными фондами транспортной компании, MES-система цехового управления ремонтами транспорта. Обзор программных продуктов и их функционал рассмотрен в таблице 1.

Таблица 1.

Рынок программных продуктов, применяемых в транспортно-логистической отрасли

Table 1.

## Market of software products used in the transport and logistics industry

Программные продукты, Software products	Описание функционала программных продуктов, Description of software functionality
WMS-система управления складом (Warehouse Management System)	<p>Функционал WMS-системы управления складом позволяет пользователям централизованно, под управлением WMS-системы, посредством рабочих станций и радиотерминалов выполнять складские операции.</p> <p>The functionality of the WMS warehouse management system allows users to perform warehouse operations centrally, under the control of the WMS system, through workstations and radio terminals</p>
Система управления транспортом TMS (Transportation Management System)	<p>Внедрение TMS-системы – это эффективная мера по сокращению расходов на транспортную логистику, оптимизации процессов планирования и построения маршрутов: обеспечивает точность планирования доставок и прокладки маршрутов. Сокращает число порожних прогонов.</p> <p>The implementation of the TMS system is an effective measure to reduce transport logistics costs, optimize planning and route building processes: provides accurate delivery planning and route planning. Reduces the number of empty runs</p>
CRM-система для управления взаимоотношениями и с клиентами (Customer Relationship Management)	<p>CRM-система предполагает учет отношений с клиентами и управление ими. Система учета и хранения информации о клиентах, этапах заключения сделки.</p> <p>CRM-system involves accounting for customer relationships and management. The system of accounting and storage of information about customers, stages of a transaction</p>
Система для планирования ресурсов предприятия ERP (Enterprise Resource Planning System)	<p>ERP-система – это корпоративная информационная система, предназначенная для автоматизации учёта и управления. Как правило, ERP-системы строятся по модульному принципу и в той или иной степени охватывают все ключевые процессы деятельности компании.</p> <p>ERP-system is a corporate information system designed to automate accounting and management. As a rule, ERP-systems are built on a modular basis and to one degree or another cover all the key processes of the company</p>
Система управления основными фондами транспортной компании EAM (Enterprise Asset Management)	<p>Функционал EAM-системы предполагает систематическую и скоординированную деятельность организации, нацеленную на оптимальное управление физическими активами и режимами их работы, рисками и расходами на протяжении всего жизненного цикла для достижения и выполнения стратегических планов организации. С помощью EAM-систем руководство компании может принимать решения о выводе из эксплуатации убыточных активов и замене их на современные или о необходимости модернизации уже имеющихся.</p> <p>The functional of the EAM system assumes a systematic and coordinated activity of the organization aimed at the optimal management of physical assets and their operating modes, risks and expenses throughout the entire life cycle to achieve and implement the strategic plans of the organization. Using EAM systems, company management can make decisions on decommissioning unprofitable assets and replacing them with modern ones or on the need to upgrade existing ones</p>
Система цехового управления ремонтами транспорта MES (Manufacturing Execution System)	<p>MES-система – это специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства. MES-системы относятся к классу систем управления уровня цеха, но могут использоваться и для интегрированного управления производством на предприятии в целом.   MES system is a specialized application software designed to solve the problems of synchronization, coordination, analysis and optimization of product production within any production. MES systems belong to the class of workshop level control systems, but can also be used for integrated production management in the enterprise as a whole</p>
Система управления цепочками поставок SCM (Supply Chain Management)	<p>SCM-система – это управленческая концепция и организационная стратегия, заключающаяся в интегрированном подходе к планированию и управлению всем потоком информации о сырье, материалах, продуктах, услугах, возникающих и преобразующихся в логистических и производственных процессах предприятия, нацеленном на измеримый совокупный экономический эффект (снижение издержек, удовлетворение спроса на конечную продукцию).</p> <p>SCM system is a management concept and organizational strategy, consisting in an integrated approach to planning and managing the entire flow of information about raw materials, materials, products, services arising and transformed in the logistics and production processes of the enterprise, aimed at a measurable cumulative economic effect (cost reduction, satisfaction demand for final products)</p>

Согласно экспертным оценкам применение ряда программных продуктов на предприятиях транспортно-логистической отрасли, может давать не только 15–35% экономии денежных средств, но и значительную экономию времени [3]. Вместе с тем переход на цифровые технологии, позволит предприятиям не только значительно сэкономить ресурсы, но и выйти на новый этап развития транспортно-логистической отрасли, укрепить свои конкурентные преимущества на рынке транспортно-логистических услуг. Но, как показывает практика, предприятия транспортно-логистической отрасли, ввиду высокой стоимости приобретения и обслуживания используют в своей деятельности фрагментальные программные бизнес-системы, что не гарантирует их эффективного использования и не дает существенного эффекта от применения [6].

Приобрести существующие программы бизнес-систем в комплексе на сегодняшний момент могут себе позволить только крупные предприятия отрасли, так как это влечет за собой определенные финансовые затраты. С другой стороны, приобретение программ бизнес-систем в комплексе не всегда гарантирует их эффективное использование. Для эффективного использования необходима единая цифровая транспортно-логистическая платформа, позволяющая максимально объединить все функции межорганизационного взаимодействия для одновременного оперативного решения всех поставленных задач – улучшения сервиса и уменьшения транзакционных издержек [4, 5].

Примером подобной цифровой платформы служит национальная логистическая платформа Китая LOGINK, которая к настоящему моменту признана одной из наиболее совершенных платформ, созданных в рамках формирования цифровой экономики. LOGINK координирует транспортно-логистические сферы Китая, Японии и Кореи, что объединило множество информационных потоков, а также способствовало развитию малого и среднего предпринимательства в логистике.

Одна из аналогичных онлайн-систем по оптимизации перевозок TRAFFIC была разработана для российского рынка IT-компаниями «BIA-Technologies». Интегратор цифровых решений более 10 лет сотрудничал с одной из самых крупных компаний отрасли – транспортно-логистической компанией ГК «Деловые Линии», что позволило наработать соответствующие компетенции и апробировать предложенную платформу TRAFFIC. TRAFFIC – цифровая логистическая платформа, предоставляющая

ИТ-продукты и сервисы для профессионалов транспортной логистики. Платформа объединяет грузоперевозчиков, экспедиторов и грузоотправителей, предоставляя каждому необходимые инструменты для эффективной работы.

Платформа TRAFFIC – это агрегатор, соединяющий клиентов-грузоотправителей и коммерческих перевозчиков. В программе доступны функции сопутствующих сервисов: мониторинг актуальных рыночных цен на перевозки, страхование в режиме онлайн по системе smart-контрактов, трекинг заказа, при необходимости – финансирование путем факторинга и другие опции. Использование платформы TRAFFIC обеспечивает около 30% снижения нагрузки на персонал (логистов, диспетчеров, менеджеров), на 50% сокращение времени простоев между разгрузкой и погрузкой. Для подключения к агрегатору обязательна регистрация и прохождение базовой проверки, подключение для перевозчиков на данный момент производится бесплатно. Для клиента на платформе развернуто несколько режимов работы с перевозчиками, при этом правила и условия допуска выставляет заказчик. Для транспортно-логистической компании сотрудничество со сторонними и партнерскими платформенными сервисами – это возможность оставаться в лидерах отрасли в области высокотехнологичных решений. В целом это укладывается в один из сценариев дальнейшего развития отрасли, учитывая, что впереди их ждет череда глобальных изменений, компаниям необходимо заранее спрогнозировать, в каком направлении им следует развивать свои компетенции [10].

Исходя из результатов исследования, самой оптимальной стратегией станет развитие услуг и решений, которые будут формировать спрос, а не просто реагировать на него. Компаниям транспортно-логистической отрасли будет необходимо наладить прочные отношения с ключевыми клиентами, следить за тенденциями на целевых рынках и принимать активное участие в построении будущего не только в рамках компании, но и в рамках отрасли. Именно поэтому платформа TRAFFIC разрабатывалась как система, которая предлагает на своей площадке набор бизнес-решений, платформа предлагает не только оптимальную организацию перевозок, но и некоторые дополнительные сервисы, например: страхование, элементы факторинга, мониторинг сделок, систему рейтингования качества поставщиков и перевозчиков, дистанционное заключение договоров с применением электронной цифровой подписи и многое другое.

Согласно данным исследованиям считаем, что в условиях формирования цифровой экономики необходимо создание единой транспортной бизнес-экосистемы, представляющей собой единое экономическое пространство, объединенное

общим процессом создания добавленной стоимости, функционирующей на основе единых стандартов управления и охватывающей множество участников интегрированной цепи поставок в глобальном экономическом пространстве (рисунок 3).



Рисунок 3. Транспортная бизнес-экосистема

Figure 3. Transport business ecosystem

### Заключение

Предложенная транспортная бизнес-экосистема рассматривается как совокупность материальных и нематериальных активов транспортно-логистической отрасли во взаимодействии с множеством поставщиков ресурсов и потребителей услуг посредством открытых информационных интерфейсов, технологических систем, политики государства и финансовых инструментов в ответ на вызовы цифровой экономики в условиях глобализации. Применение данной бизнес-экосистемы приведет к оптимизации бизнес-процессов компаний, а именно: сокращению временных затрат на рутинные операции, росту скорости принятия решений,

уменьшению потребности в ручном труде и другим положительным результатам внедрения [8, 9].

Однако, делая выводы, нельзя не отметить, что в связи с ростом интенсивности мировой глобализации ландшафт транспортно-логистической отрасли способен активно меняться. Меняться он может посредством таких технологий, как «физический интернет» – на основе технологии «интернета вещей»; ИТ-стандарты, анализ данных, облачные технологии, блокчейн, роботизация и автоматизация, автономные транспортные средства и так далее. Поэтому особенно актуальными остаются вопросы оперативного изменения транспортной бизнес-экосистемы под текущие тренды в транспортно-логистической отрасли.

### Литература

- 1 Смена парадигмы: будущее транспортно-логистического сектора // Серия публикаций PwC о перспективах развития отраслей. URL: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pwc-logistics-transformation-rus.pdf>
- 2 Индустрия 4.0: создание цифрового предприятия // Что такое четвертая промышленная революция. URL: [https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global\\_industry-2016\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf)

- 3 Titova E.V., Subkhonberdiev A. Sh., Malitskaya V.B., Safonova N.M. Strategy for the sustainable development of the timber industry as subsystems of the regional economy // Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020 Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference (IBIMA). 2019. P. 9119–9125.
- 4 Yakovleva E.A., Azarova N.A., Titova E.V. Innovation as a vector of regional economic development and a necessary condition for the progress of the world economy // Asian Social Science. 2015. V. 11. № 20. P. 90–96.
- 5 Barca F., McCann P., Rodríguez P.A. The case for regional development intervention: place based versus place neutral approaches // Journal of regional science. 2012. V. 52. № 1. P. 134–152.
- 6 Popkova E.G., Shachovskaya L.S., Romanova M.K. Bases of transition of the territory to sustainable development: Modern city // World Applied Sciences Journal. 2013. V. 23. № 11. P. 1.
- 7 Terrados J., Almonacid G., Hontoria L. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools.: Impact on renewables development // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2007. V. 11. № 6. P. 1275–1287.
- 8 Mascarenhas A. et al. The role of common local indicators in regional sustainability assessment // Ecological indicators. 2010. V. 10. № 3. P. 646–656.
- 9 Морковина С.С., Матвеева К.А. Региональный инструментальный поддержки малого предпринимательства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 2 (38). С. 292–296.
- 10 Степанова Ю.Н. Цифровизация как новый фактор влияния на развитие предпринимательства в лесном секторе экономики // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 7 (43). С. 409–412.

### References

- 1 Paradigm shift: the future of the transport and logistics sector // Series of PwC publications on the development prospects of industries. Available at: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pwc-logistics-transformation-rus.pdf> (in Russian).
- 2 Industry 4.0: Creating a Digital Enterprise // What is the Fourth Industrial Revolution. Available at: [https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global\\_industry\\_2016\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry_2016_rus.pdf) (in Russian).
- 3 Titova E.V., Subkhonberdiev A. Sh., Malitskaya V.B., Safonova N.M. Strategy for the sustainable development of the timber industry as subsystems of the regional economy. Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020 Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference (IBIMA). 2019. pp. 9119–9125.
- 4 Yakovleva E.A., Azarova N.A., Titova E.V. Innovation as a vector of regional economic development and a necessary condition for the progress of the world economy. Asian Social Science. 2015. vol. 11. no. 20. pp. 90–96.
- 5 Barca F., McCann P., Rodríguez P.A. The case for regional development intervention: place based versus place neutral approaches. Journal of regional science. 2012. vol. 52. no. 1. pp. 134–152.
- 6 Popkova E.G., Shachovskaya L.S., Romanova M.K. Bases of transition of the territory to sustainable development: Modern city. World Applied Sciences Journal. 2013. vol. 23. no. 11. pp. 1.
- 7 Terrados J., Almonacid G., Hontoria L. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools.: Impact on renewables development. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2007. vol. 11. no. 6. pp. 1275–1287.
- 8 Mascarenhas A. et al. The role of common local indicators in regional sustainability assessment. Ecological indicators. 2010. vol. 10. no. 3. pp. 646–656.
- 9 Morkovina S.S., Matveeva K.A. Regional tools for supporting small business. Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2018. vol. 6. no. 2 (38). pp. 292–296. (in Russian).
- 10 Stepanova Yu.N. Digitalization as a new factor of influence on the development of entrepreneurship in the forest sector of the economy. Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2018. vol. 6. no. 7 (43). pp. 409–412. (in Russian).

### Сведения об авторах

**Елена А. Яковлева** д.э.н., профессор, кафедра мировой и национальной экономики, Воронежский государственный лесотехнический университет, ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия, elena12-27@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9697-8024>

**Владимир А. Зеликов** д.т.н., доцент, кафедра организации перевозок и безопасности движения, Воронежский государственный лесотехнический университет, ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия, zelikov-vrn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2317-9413>

**Елена В. Титова** к.э.н., доцент, кафедра мировой и национальной экономики, Воронежский государственный лесотехнический университет, ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия, titova.elena1981@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8800-9453>

**Алишер Ш. Субхонбердиев** к.э.н., доцент, кафедра мировой и национальной экономики, Воронежский государственный лесотехнический университет, ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия, alisher-man@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9105-7875>

### Information about authors

**Elena A. Yakovleva** Dr. Sci. (Econ.), professor, world and national economics department, Voronezh State Forest Engineering University, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russia, elena12-27@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9697-8024>

**Vladimir A. Zelikov** Dr. Sci. (Engin.), associate professor, organization of transportation and traffic safety department, Voronezh State Forest Engineering University, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russia, zelikov-vrn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2317-9413>

**Elena V. Titova** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, world and national economics department, Voronezh State Forest Engineering University, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russia, titova.elena1981@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8800-9453>

**Alisher Sh. Subhonberdiev** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, world and national economics department, Voronezh State Forest Engineering University, Timiryazeva str., 8, Voronezh, 394087, Russia, alisher-man@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9105-7875>

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

 <https://orcid.org/0000-0002-7201-8387>

**Евгений А. Губерт** к.э.н., доцент, кафедра экономики и прикладной информатики, Воронежский экономико-правовой институт, Ленинский пр-т., 119А, г. Воронеж, Россия, 394033, st-uran@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0087-3330>

**Darya K. Kostina** student, machinery and food production machines department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, kostina.dasha.2111@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7201-8387>

**Evgenii A. Gubertov** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Department of Economics and Applied Informatics, Voronezh Economic and Law Institute, Leninsky Av., 119A, Voronezh, Russia, 394033, st-uran@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0087-3330>

#### **Вклад авторов**

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

#### **Contribution**

The authors participated in the writing of the manuscript equally and are responsible for plagiarism

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 12/11/2019	<b>После редакции</b> 21/11/2019	<b>Принята в печать</b> 30/11/2019
<b>Received</b> 12/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 21/11/2019	<b>Accepted</b> 30/11/2019

## Методика бизнес-анализа технической составляющей перерабатывающих организаций

Роман В. Нуждин	1	<a href="mailto:Rv.voronezh@gmail.com">Rv.voronezh@gmail.com</a>	 0000-0002-1494-5588
Людмила Е. Совик	2	<a href="mailto:Sovik505@rambler.ru">Sovik505@rambler.ru</a>	 0000-0002-427-9789
Наталья И. Пономарева	1	<a href="mailto:Ponomareva220387@ya.ru">Ponomareva220387@ya.ru</a>	 0000-0002-2638-3244
Марина М. Пухова	1	<a href="mailto:pumochka@ya.ru">pumochka@ya.ru</a>	 0000-0002-4716-548x
Екатерина А. Саввина	1	<a href="mailto:Katenok2207@ya.ru">Katenok2207@ya.ru</a>	 0000-0002-4610-103x

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

2 Полесский государственный университет, ул. Днепровской флотилии, 23, 225710 Пинск, Брестская область, Республика Беларусь

**Аннотация.** Развитие перерабатывающих организаций в изменчивой среде требует постоянного обновления подходов к оценке процессов их экономической деятельности, в том числе познания методов и инструментов анализа технической составляющей бизнеса. В качестве главного инструмента анализа обычно используются специальные методики, базирующиеся на определенной последовательности расчета аналитических единиц. Существующие подходы к бизнес-анализу основных средств опираются на уровневую терминологию и предусматривают фрагментарные методические процедуры, включающие комплексы традиционных, а не системы ключевых показателей. Учитывая особенности диалектического методологического постулата перехода количества в качество и принимая во внимание процессную природу предмета бизнес-анализа, целесообразно разработать алгоритм методических процедур оценки технической составляющей экономической деятельности организаций, перерабатывающих сырье сельскохозяйственного происхождения; обосновать возможность использования преимуществ сравнительного подхода к алгоритмизации; выявить содержательные связи между атрибутивными свойствами статических и динамических ключевых оценочных показателей. Используя продекларированные целевые установки, сформирован пятиэтапный алгоритм бизнес-анализа технической составляющей экономической деятельности субъектов сахарного производства, учитывающий специфические особенности этих перерабатывающих организаций. Отличительной чертой разработанного алгоритма является ранговое рейтингование ключевых показателей, самих организаций и периодов оценки. Подбор ключевых показателей осуществлялся на основе системного метода и стоимостного подхода, сочетание которых дает возможность обеспечить выполнение требований достоверности и точности. Рекомендуемые бизнес-аналитические процедуры системно охватывают весь процесс движения основных средств в организациях, что позволяет устранить имеющиеся пробелы в формировании информационной базы оценки технической составляющей и выявить реперные области для принятия проактивных управленческих решений в части мобилизации всех возможностей интенсивного использования основных средств перерабатывающих организаций.

**Ключевые слова:** организации, сахарное производство, бизнес-анализ, техническая составляющая, основные средства, методические процедуры, ключевые показатели, ранговое рейтингование

## Methodology of business analysis of the technical component processing organizations

Roman V. Nuzhdin	1	<a href="mailto:Rv.voronezh@gmail.com">Rv.voronezh@gmail.com</a>	 0000-0002-1494-5588
Ludmila E. Sovik	2	<a href="mailto:Sovik505@rambler.ru">Sovik505@rambler.ru</a>	 0000-0002-427-9789
Nataliya I. Ponomareva	1	<a href="mailto:Ponomareva220387@ya.ru">Ponomareva220387@ya.ru</a>	 0000-0002-2638-3244
Marina M. Puhova	1	<a href="mailto:pumochka@ya.ru">pumochka@ya.ru</a>	 0000-0002-4716-548x
Ekaterina A. Savvina	1	<a href="mailto:Katenok2207@ya.ru">Katenok2207@ya.ru</a>	 0000-0002-4610-103x

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 Polesie State University, 23, Dnipro flotilla street, 225710 Pinsk, Brest region, Republic of Belarus

**Abstract.** The development of processing organizations in a changing environment requires constant updating of approaches to assessing the processes of their economic activity, including the knowledge of methods and tools for analyzing the technical component of a business. As the main analysis tool, special techniques are usually used based on a certain sequence of calculation of analytical units. Existing approaches to the business analysis of fixed assets are based on level terminology and provide fragmented methodological procedures that include complexes of traditional, rather than key indicator systems. Considering the peculiarities of the dialectical methodological postulate of the transition of quantity into quality and taking into account the process nature of the subject of business analysis, it is advisable to develop an algorithm for methodological procedures for evaluating the technical component of the economic activity of organizations processing agricultural raw materials; justify the possibility of taking advantage of the comparative approach to algorithmization; identify meaningful relationships between the attributive properties of static and dynamic key performance indicators. Using the proclaimed targets, a five-stage business analysis algorithm for the technical component of the economic activity of sugar production entities has been formed, taking into account the specific features of these processing organizations. The distinguishing features of the developed algorithm is the ranking of key indicators, organizations themselves and periods of assessment. The selection of key indicators was carried out on the basis of the systemic method and cost approach, the combination of which makes it possible to ensure the fulfillment of the requirements of reliability and accuracy. Recommended business analytical procedures systematically cover the entire process of movement of fixed assets in organizations, which allows us to eliminate existing gaps in the formation of an information base for evaluating the technical component and identify benchmark areas for making proactive management decisions in terms of mobilizing all the possibilities for the intensive use of fixed assets organizations.

**Keywords:** organizations; sugar production, business analysis, technical component, fixed assets, methodical procedures, key indicators, ranking rating

Для цитирования

Нуждин Р.В., Совик Л.Е., Пономарева Н.И., Пухова М.М., Саввина Е.А. Методика бизнес-анализа технической составляющей перерабатывающих организаций // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 251–262. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-251-262

For citation

Nuzhdin R.V., Sovik L.E., Ponomareva N.I., Puhova M.M., Savvina E.A. Methodology of business analysis of the technical component processing organizations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 251–262. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-251-262

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## **Введение**

Реализация потенциальных возможностей развития перерабатывающих организаций осуществляется на основе конкурентоспособного использования сырьевой, трудовой, технической составляющих экономической деятельности. Отличительными особенностями и специфическими аналитическими чертами последней составляющей являются:

- высокая степень позитивной результативности управленческих решений (результат мероприятий по модернизации основных средств, реконструкции или техническому переоснащению бизнеса может быть определен с достаточной точностью);

- обеспечение длительной немобильной активности (период вовлечения в производственный процесс основных средств обусловлен продолжительным сроком полезного использования объектов);

- разнообразные методы учета поступления и наращивания основных средств (покупка, аренда, лизинг, безвозмездное поступление, ремонт, модернизации, реконструкция, создание инвестиционного актива и т. д.) [1; 2; 7], а также подходы к списанию соответствующих расходов на стоимость произведенной продукции (начисление амортизации, расходы на текущий и капитальный ремонт, расходы на аренду) или включение в первоначальную стоимость объектов основных средств;

- существенное воздействие на сырьевую и трудовую составляющие экономической деятельности (устанавливаются необходимые требования к качеству заготавливаемого сырья; предъявляются определенные требования к уровню квалификации и компетентности персонала).

Перечисленные черты технической составляющей в контексте предметной области ее бизнес-анализа формализуются в специфические показатели, которые даже на методологическом уровне учитываются фрагментарно [3–6] или игнорируются полностью, что определенным образом затрудняет процесс выявления возможностей реализации ресурсного потенциала основных средств и, как следствие, выработки интенсификационных управленческих решений. Поэтому возникает необходимость корректировки традиционно применяемых аналитических инструментов и обновления их информационного обеспечения. Данное утверждение является базой для обоснования системы ключевых показателей бизнес-анализа технической составляющей экономической деятельности перерабатывающих организаций; разработки оценочных процедур,

обеспечивающих возможность компаративного [5; 8] пообъектного анализа основных средств в пространстве и во времени; характеристики целевых аналитических возможностей и информационной емкости бухгалтерской (финансовой, управленческой и статистической) отчетности.

Для подтверждения аналитической пригодности рекомендуемой методики необходима ее апробация на основе информации, полученной в ходе обследования нескольких перерабатывающих организаций, что и является целью данной публикации.

## **Обсуждение**

Традиционно под технической составляющей экономической деятельности понимается активная часть основных средств, однако мы считаем, что бизнес-анализ этого элемента обособленно от иммобилизованных объектов конструктивен исключительно в частных случаях, поскольку для использования в производстве машин, оборудования и других активных объектов, безусловно, необходимы здания и сооружения, которые, в свою очередь, размещаются на земельных участках. Кроме того, рассматривая техническую составляющую экономической деятельности и анализируя ресурсоотдачу, необходимо учитывать, что перерабатывающие организации постоянно инвестируют значительные средства в названные объекты.

В связи с этим термин «техническая составляющая» понимается нами в широком смысле его толкования, а именно как совокупность всех основных средств, имеющих отношение к экономической деятельности перерабатывающей организации.

Однако необходимо подчеркнуть, что применяемые в настоящее время в экономическом анализе показатели отдачи основных средств не полностью учитывают процессы движения их стоимости [3; 4; 6]:

- в большинстве случаев не учитывается стоимость основных средств, взятых в аренду;

- в состав доходов не включаются доходы, полученные от сдачи основных средств в аренду, оказания иных услуг по их использованию или продаже;

- не учитывается временной фактор использования основных средств, когда часть произведенной продукции реализуется в следующем отчетном (финансовом) периоде.

Помимо устранения перечисленных недостатков, необходимо в ходе бизнес-анализа использовать не комплексный, а именно системный подход в подборе аналитических единиц. В этом утверждении мы имеем сторонников [9–11].

Для обеспечения целостности и последовательности рассуждений относительно процедур бизнес-анализа технической составляющей экономической деятельности необходимыми, на наш взгляд, являются следующие процедуры: выбор и обоснование объектов и периодов оценки; обоснование ключевых (статических и динамических) показателей; разработка методики оценки ключевых показателей.

Рассмотрим содержание этих процедур. Выбор объектов должен базироваться на единстве применяемых методов и подходов бухгалтерского и статистического учета и, как следствие, сопоставимости исходной информации и аналитических результатов. Рекомендуемый нами период оценки составляет пять лет, что обусловлено возможностями исключения робастных значений.

Информационной базой для проведения предлагаемых методических процедур являются формы бухгалтерской (финансовой, управленческой) и статистической отчетности:

- «Бухгалтерский баланс»;
- «Отчет о финансовых результатах»;
- «Основные сведения о деятельности предприятия» (1-Предприятие);
- «Сведения о наличии и движении основных фондов (средств) и других нефинансовых активов» (Ф-11);
- «Годовой отчет о деятельности организации».

Следует отметить, что несовпадение периода производства и реализации продукции перерабатывающих организаций требует определенных методических корректировок при определении аналитических единиц, информационной базой для которых выступает «Отчет о финансовых результатах», а также статистическая форма «1-натура». Абсолютные показатели «Отчета о финансовых результатах», как мы считаем, должны быть скорректированы с учетом структуры отгруженной продукции (доли остатков продукции прошлого года и отчетного периода). Игнорирование данного условия может привести к некорректным результатам оценки и выработке сомнительных управленческих решений в последствии.

2. Формирование и обоснование системы ключевых показателей нами осуществлялось с учетом единства подходов к оценке, учету наличия и движения основных средств в разных субъектах экономической деятельности; системных связей статических и динамических показателей, соответствующих конкретным бизнес-процессам.

В таблице 1 изложены ключевые бизнес-аналитические показатели, характеризующие их статическую и динамическую содержательность, а также показывающие каузальные зависимости бизнес-процессов.

Таблица 1. Система ключевых показателей бизнес-анализа технической составляющей экономической деятельности перерабатывающих организаций

Table 1. The system of key indicators of business analysis of the technical component of the economic activity of processing organizations

Показатель Indicator	Формула расчета Calculation formula	Содержание и сущность (аналитическая пригодность) Content and essence (analytical suitability)
1	2	3
<b>Статические показатели   Static indicators</b>		
1. Коэффициент годности, ед. Shelf life, units ( $K_r$ )	$K_r = \frac{OC}{ПС}$ где OC – среднегодовая остаточная стоимость основных средств, тыс. р.   the average annual residual value of fixed assets, thousand rubles; ПС – среднегодовая первоначальная (восстановительная) стоимость основных средств, тыс. р.   the average annual initial (reinstatement) value of fixed assets, thousand rubles	Характеризует возможность эксплуатации основных средств в будущем   The indicator characterizes the possibility of exploitation of fixed assets in the future. Показывает, какая доля первоначальной стоимости основных средств не амортизирована   The indicator discloses what proportion of the initial cost of fixed assets is not depreciated
2. Капиталовооруженность, р./чел. The capital-labor ratio, ruble / person ( $\Phi_b$ )	$\Phi_b = \frac{OC + Ap}{\text{Ч}} \cdot 100$ где Ч – численность персонала, чел.   number of staff, person	Характеризует уровень оснащенности персонала организации основными средствами   The indicator characterizes the level of equipment of the organization's personnel with basic means. Показывает, сколько стоимости основного капитала приходится на одного работника организации   The indicator discloses how much the cost of fixed capital falls on one employee of the organization

Продолжение табл. 1 | Continuation of table 1 |

1	2	3
3. Удельная стоимость производственной мощности, р. / ед. м Unit cost of production capacity, ruble / unit of power ( $Y_m$ )	$Y_m = \frac{ПС}{M},$ где М – производственная мощность (проектная), тыс. т/сут. production capacity, thousand tons / day	Характеризует баланс стоимости основных средств и производственных возможностей организации   The indicator characterizes the balance of the cost of fixed assets and production capabilities of the organization Показывает, сколько основных средств приходится на единицу производственной мощности организации   The indicator discloses how much fixed assets per unit of production capacity of the organization
<b>Динамические показатели   Dynamic indicators</b>		
4. Производственная капиталоотдача, т/р Return on assets, ton / ruble ( $K_1$ )	$K_1 = \frac{Опер}{ОС+Ар},$ где $Опер$ – объем переработанного свекловичного сырья, тыс. т / the weight of processed beet raw materials, thousand tons; $Ар$ – среднегодовая стоимость арендованных основных средств, тыс. р. / the average annual value of leased fixed assets, thousand rubles	Характеризует роль технической составляющей в производстве основной и побочной продукции   The indicator characterizes the role of the technical component in the production of the main and by-products Показывает, какой объем переработанной сахарной свеклы приходится на 1 р. стоимости используемых основных средств   The indicator discloses how much processed sugar beets per ruble cost of fixed assets used
5. Стоимостная капиталоотдача, р./р. Cost return on assets, ruble / ruble ( $K_2$ )	$K_2 = \frac{ДС}{ОСа+Ар},$ где ДС – добавленная стоимость, тыс. р. / value added, thousand rubles; $ОСа$ – среднегодовая остаточная стоимость активной части основных средств, тыс. р. / the average annual residual value of the active part of fixed assets, thousand rubles	Характеризует роль активной части технической составляющей в процессе добавления стоимости   The indicator characterizes the role of the active part of the technical component in the process of adding value. Показывает, сколько добавленной стоимости приходится на 1 р. активной части собственных и арендованных основных средств   The indicator discloses how much value added per ruble of the active part of own and leased fixed assets
6. Стоимость использования основных средств, р. / р. The cost of using fixed assets, ruble/ruble ( $C_{тс}$ )	$C_{тс} = \frac{А+Сар}{ОС+Ар},$ где А – амортизация основных средств, тыс. р. / depreciation of fixed assets, thousand rubles; $Сар$ – расходы на аренду основных средств, тыс. р. / expenses for rent of fixed assets, thousand rubles	Характеризует уровень расходов организации на использование основных средств   The indicator characterizes the level of expenses of the organization for the use of fixed assets. Показывает, сколько амортизационных и арендных отчислений приходится на рубль основных средств   The indicator discloses how many depreciation and rental deductions account for the ruble of fixed assets
7. Коэффициент ресурсного соответствия, р./р. Resource match ratio, ruble/ruble ( $K_{пр}$ )	$K_{пр} = \frac{ЗП+МЗ}{ОС+Ар},$ где ЗП – расходы на оплату труда, тыс. р. / labor costs, thousand rubles; МЗ – материальные затраты, тыс. р. / material costs, thousand rubles	Характеризует взаимосвязь сырьевой, трудовой и технической составляющих текущей деятельности   The indicator characterizes the relationship of raw materials, labor and technical components of current activities. Показывает, сколько расходов на материальные ресурсы и оплату труда приходится на 1 р. основных средств   The indicator discloses how much expenditure on material resources and labor costs accounted for by the ruble of fixed assets

В основе методики оценки ключевых показателей нами использован модифицированный подход, предусматривающий алгоритм рейтингования, в том числе: ранжирование ключевых показателей по каждой организации за конкретный период; ранжирование организаций по каждому показателю за конкретный период; определение интегрального рейтинга каждой организации в среднем за период.

Выявление лучших организаций по уровню оценки технической составляющей, в том числе инструментами компаративного анализа, целесообразно осуществлять на основе рейтингования, обеспечивающего достаточную точность и достоверность.

Как нами установлено, в настоящее время менеджментом перерабатывающих организаций уделяется недостаточное внимание бизнес-анализу

технической составляющей экономической деятельности, поскольку приоритетный статус отводится оценке мобильной составляющей ресурсного капитала. Подобный фрагментарный подход и применение традиционных аналитических инструментов не позволяют в полной мере выявить неиспользованные и недоиспользованные возможности конкурентоспособной состоятельности перерабатывающих организаций. Поэтому оценивать состояние и результативность технической составляющей экономической деятельности целесообразно на основе соответствующей системы ключевых статических и динамических показателей, дополняющих и улучшающих традиционные методические подходы.

Нами рекомендуется следующая процедура бизнес-анализа технической составляющей, совмещающая преимущества компаративной и рейтинговой оценки:

- определяются значения ключевых статических показателей технической составляющей экономической деятельности организаций;
- определяются значения ключевых динамических показателей технической составляющей экономической деятельности организаций;
- ранжируются методом «суммы мест» ключевые показатели по каждой организации за каждый год по критерию «лучшее место = min»;
- ранжируются методом «суммы мест» все ключевые показатели по каждой организации за пятилетний период по принципу «динамический рейтинг года – место»;
- определяется методом «суммы мест» интегральная рейтинговая оценка технической составляющей экономической деятельности свеклосахарных организаций в среднем за пятилетний период по принципу «лучший рейтинг = min сумма мест».

Для апробации разработанной методики нами были выбраны 7 свеклосахарных организаций Воронежской области.

Этап 1. Для получения результатов оценки с высоким аналитическим потенциалом, исключения робастных значений и обеспечения возможности сравнения организаций в пространстве и во времени нами учтены специфические производственные особенности, присущие этому виду экономической деятельности. К числу содержательно положительных особенностей экономической деятельности обследуемых организаций сахарного производства

Воронежской области следует отнести постоянно проводимую модернизацию и обновление объектов основных средств, что в отдельных случаях влияет на рост коэффициента их годности. Наиболее значимыми мероприятиями по развитию технической составляющей в этих организациях за последние годы были:

О1 – автоматизация процессов фильтрации и сатурации; увеличение производительности вентиляторов для сушки сахара; восстановление жомового пресса; реконструкция градирен, а также монтаж устройств вентиляции кагатов (хранение свеклы);

О2 – капитальный ремонт выпарного аппарата, генераторов, диффузионного аппарата;

О3 – модернизация трубопровода суспензии транспортерно-моечной воды на поля фильтрации, выпарной установки, системы управления технологическим процессом жомосушильного барабана; создание дренажной системы земельного участка (рядом с цехом дешугаризации);

Об – строительство площадки для хранения сахарной свеклы; замена отдельных участков трубопровода на поля фильтрации; обваловка полей фильтрации.

Расчетные значения статических ключевых показателей приведены в таблице 2. Необходимо отметить значительный размах вариаций по всем показателям как по организациям за один год, так и по группе организаций за анализируемый пятилетний период. При этом наибольшие динамические отклонения по организациям выявлены по показателю 2 – капиталовооруженность, что обусловлено соотношением мобильной (трудовой) и иммобилизованной (технической) составляющих экономической деятельности, обособленные векторы которых не совпадают именно по причине их разнородной сущности.

Уровень полученных значений коэффициента годности в организациях О5 и О2 следует признать, безусловно, низким (менее 0,5 ед.). Поскольку на протяжении всего пятилетнего периода ежегодные инвестиции в основные средства этих организаций были незначительными; в 2019 г. организация О5 была ликвидирована. При сохранении имеющей место отрицательной динамики коэффициента годности и с учетом его фактического уровня принятие аналогичного решения через несколько лет возможно и по организации О2.

Таблица 2.

Ключевые статические показатели технической составляющей экономической деятельности организаций сахарного производства О1 – О7 Воронежской области (2014–2018 годы)

Table 2.

Key static indicators of the technical component of the economic activity of sugar production organizations О1 – О7 of the Voronezh region (2014–2018)

Организация Organization	Год Year	Статические показатели   Static Indicators		
		Коэффициент годности, ед. Shelf life, units	Капиталовооруженность, р./чел. The capital-labor ratio, ruble / person	Удельная стоимость производственной мощности, р. / ед. м Unit cost production power, ruble / unit of power
О1	2014	0,60	2010	184
	2015	0,62	2198	216
	2016	0,59	2317	241
	2017	0,54	2312	282
	2018	0,52	2219	321
О2	2014	0,52	1030	191
	2015	0,46	907	192
	2016	0,41	749	192
	2017	0,36	684	193
	2018	0,32	659	192
О3	2014	0,77	3198	256
	2015	0,72	3466	315
	2016	0,57	2669	395
	2017	0,51	2223	359
	2018	0,49	2490	383
О4	2014	0,71	1179	129
	2015	0,70	1234	137
	2016	0,90	2617	230
	2017	0,89	5151	294
	2018	0,81	5960	395
О5	2014	0,29	120	40
	2015	0,24	92	40
	2016	0,22	84	42
	2017	0,22	89	43
	2018	0,20	79	41
О6	2014	0,40	351	67
	2015	0,41	393	69
	2016	0,53	509	73
	2017	0,70	1150	128
	2018	0,70	1639	181
О7	2014	0,78	553	63
	2015	0,72	500	64
	2016	0,67	504	67
	2017	0,62	502	71
	2018	0,63	641	84

Этап 2. Все динамические показатели, включенные в систему ключевых показателей, условно можно считать одноклассовыми, поскольку в качестве базового элемента оценочных процедур выступает среднегодовая остаточная стоимость собственных и арендованных основных средств. Расчетные значения ключевых динамических показателей по группе обследуемых свеклосахарных организаций Воронежской области представлены в таблице 3.

Весьма существенный размах вариаций значений динамических ключевых показателей, обусловлен следующими обстоятельствами:

- характеристиками технической составляющей (производственная мощность, стоимость основных средств, степень изношенности, соотношение активной и неактивной частей основных средств);
- управленческими решениями (стратегическими менеджерскими, предполагающими

разработку направлений развития организаций, и тактическими производственными, обеспечивающими лишь поддержание их работоспособности).

Значения производственной капиталотдачи весьма существенно варьируются в диапазоне от 0,3 до 11,32 т/р., стоимостной капиталотдачи – от 0,42 до 22,26 р./р., величины стоимости использования основных средств – от 0,07 до 0,87 р./р., уровня коэффициента ресурсного

соответствия – от 0,48 до 38,90 р./р. Значительный размах вариаций значений ключевых показателей по организациям обусловлен факторами физического и монетарного характера, а именно различной степенью функционального износа основных средств и существенной долей арендованных основных средств в отдельных организациях.

Таблица 3.

Ключевые динамические показатели технической составляющей экономической деятельности организаций сахарного производства О1 – О7 Воронежской области (2014–2018 годы)

Table 3.

Key dynamic indicators of the technical component of the economic activity of sugar production organizations O1 – O7 of the Voronezh region (2014–2018)

Организация Organization	Год Year	Динамические показатели   Dynamic indicators			
		Производственная капиталотдача, т/р. Return on assets, ton / ruble	Стоимостная капиталотдача, р./р. Cost return on capital, ruble / ruble	Стоимость использования основных средств, р./р. Cost of using fixed assets, ruble / ruble	Коэффициент ресурсного соответствия, р. / р. / Resource match ratio, ruble / ruble
О1	2014	0,30	0,45	0,15	0,90
	2015	0,45	1,35	0,16	1,74
	2016	0,57	1,51	0,17	1,95
	2017	0,59	0,98	0,12	1,50
	2018	0,62	1,42	0,18	2,37
О2	2014	0,75	1,02	0,14	0,87
	2015	0,98	3,30	0,16	2,33
	2016	1,52	3,84	0,17	3,81
	2017	1,94	1,99	0,19	4,50
	2018	1,41	3,38	0,87	4,51
О3	2014	0,45	1,04	0,28	1,14
	2015	0,38	1,80	0,38	1,77
	2016	0,74	2,83	0,46	2,87
	2017	0,71	2,04	0,32	2,82
	2018	0,62	2,16	0,14	2,98
О4	2014	0,84	1,27	0,14	1,78
	2015	0,85	3,65	0,16	2,78
	2016	0,50	1,32	0,09	1,39
	2017	0,37	0,42	0,12	1,00
	2018	0,34	0,45	0,14	0,48
О5	2014	4,56	8,39	0,33	10,01
	2015	7,97	14,36	0,31	30,68
	2016	11,03	22,26	0,46	38,90
	2017	11,32	9,31	0,47	28,84
	2018	8,68	13,10	0,57	31,60
О6	2014	1,22	1,41	0,07	3,08
	2015	2,14	4,98	0,09	4,87
	2016	2,84	7,76	0,10	7,39
	2017	1,49	1,84	0,08	4,29
	2018	1,15	1,72	0,12	2,55
О7	2014	1,64	6,98	0,20	3,71
	2015	2,13	16,11	0,19	7,91
	2016	2,38	18,87	0,23	7,68
	2017	2,58	10,56	0,25	6,25
	2018	1,61	6,62	0,16	3,97

Наилучшие результаты в большинстве случаев были достигнуты в организациях О1 и О3, недостаточно результативные – в организации О4. У остальных организаций одни и те же ключевые показатели в различные периоды демонстрировали разноуровневую величину, то есть не наблюдалось устойчивости экономической деятельности.

Этап 3. На данном этапе аналитическим инструментом «суммы мест» проранжированы ключевые показатели по каждой организации за каждый год, при этом лучшему значению показателя присваивалось «1-е место», худшему – «5-е место». При оценке показателей «удельная стоимость производственной мощности» и «стоимость использования основных средств» лучшим признавалось наименьшее значение; для остальных показателей использовался противоположный критерий. Результаты данного этапа явились промежуточными для итогового рейтингования, поэтому здесь не приводятся.

Этап 4. На основе выполненных на предыдущем этапе расчетов дана динамическая характеристика рейтингов ключевых показателей по каждой организации отдельно за каждый год оценки (таблица 4). Динамическое рейтингование, выполненное по каждой организации, позволяет судить об изменениях в технической составляющей их экономической деятельности за 2014–2018 гг.

Материалы таблицы 4 позволяют констатировать улучшение состояния и повышение уровня использования технической составляющей в обследуемых организациях в 2015–2016 гг. и ухудшение в последующих периодах. Выявленный динамический тренд, единый для большинства сахарных заводов Воронежской области, обусловлен значительным уровнем влияния на результирующие ключевые показатели технической составляющей факторов сопряженной среды (обеспеченность сырьевыми ресурсами) и внутренней среды (уровень использования мобильных элементов ресурсного потенциала (материального и трудового)).

В ходе бизнес-анализа были отмечены наименьшие отклонения суммы чисел лет от среднего для пятилетнего периода значения  $((1 + 2 + 3 + 4 + 5) \cdot 7 / 5 = 21)$  в организациях О1 и О3, что свидетельствует о должном состоянии технической составляющей в организациях с большей производственной мощностью и меньшей их уязвимостью относительно воздействия факторов внешней и сопряженной среды.

Таблица 4.

Ключевые динамические показатели технической составляющей экономической деятельности организаций сахарного производства О1 – О7 Воронежской области (2014–2018 гг.)

Table 4.

Key dynamic indicators of the technical component of the economic activity of sugar production organizations O1 – O7 of the Voronezh region (2014–2018)

Организация Organization	Год Year	Сумма мест, число Sum of places, number	Рейтинг года, место Year rating, place
О1	2014	25	5
	2015	20	2
	2016	17	1
	2017	21	3
	2018	22	4
О2	2014	19	2
	2015	19	2
	2016	17	1
	2017	24	5
	2018	23	4
О3	2014	20	1
	2015	22	4
	2016	20	1
	2017	23	5
	2018	20	1
О4	2014	20	3
	2015	19	2
	2016	16	1
	2017	23	4
	2018	26	5
О5	2014	20	3
	2015	15	1
	2016	18	2
	2017	24	4
	2018	26	5
О6	2014	25	4
	2015	19	3
	2016	16	1
	2017	18	2
	2018	26	5
О7	2014	20	3
	2015	17	1
	2016	18	2
	2017	25	4
	2018	25	4

Этап 5. Интегральные рейтинги, определенные нами на данном этапе посредством ранжирования организаций, определялись как средневзвешенное число «суммы мест» в целом за анализируемый период по всем ключевым показателям (таблица 5).

Таблица 5.

Интегральная рейтинговая оценка ключевых показателей технической составляющей экономической деятельности организаций сахарного производства О1 – О7 Воронежской области (2014–2018 гг.), место

Table 5.

Integral rating assessment of key indicators of the technical component of the economic activity of sugar production organizations O1 – O7 of the Voronezh region (2014–2018), place

Показатель   Indicator	Организации   Organization						
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>2014</b>							
Коэффициент годности, ед.   Shelf life, units	4	5	2	3	7	6	1
Капиталовооруженность, р./чел.   The capital-labor ratio, ruble/ person	2	4	1	3	7	6	5
Удельная стоимость производственной мощности, р./ ед.м   Unit cost of production capacity, ruble / unit	5	6	7	4	1	3	2
Производственная капиталотдача, т/р.   Return on assets, ton / ruble	7	5	6	4	1	3	2
Стоимостная капиталотдача, р./р.   Cost return on assets, ruble/ ruble	7	6	5	4	1	3	2
Стоимость использования основных средств, р./р.   Cost of using fixed assets, ruble/ ruble	4	2	6	2	7	1	5
Коэффициент ресурсного соответствия, р./р.   Resource match ratio, ruble/ruble	6	7	5	4	1	3	2
<b>Сумма мест, число   Sum of places, number</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>19</b>
<b>Рейтинг, место   Rating, place</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>2015</b>							
Коэффициент годности, ед.   Shelf life, units	4	5	1	3	7	6	1
Капиталовооруженность, р./чел.   The capital-labor ratio, ruble/ person	2	4	1	3	7	6	5
Удельная стоимость производственной мощности, р./ ед.м   Unit cost of production capacity, ruble / unit	6	5	7	4	1	3	2
Производственная капиталотдача, т/р.   Return on assets, ton / ruble	6	4	7	5	1	2	3
Стоимостная капиталотдача, р./р.   Cost return on assets, ruble/ ruble	7	5	6	4	2	3	1
Стоимость использования основных средств, р./р.   Cost of using fixed assets, ruble/ ruble	2	2	7	2	6	1	5
Коэффициент ресурсного соответствия, р./р.   Resource match ratio, ruble/ruble	7	5	6	4	1	3	2
<b>Сумма мест, число   Sum of places, number</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>19</b>
<b>Рейтинг, место   Rating, place</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>2016</b>							
Коэффициент годности, ед.   Shelf life, units	3	6	4	1	7	5	2
Капиталовооруженность, р./чел.   The capital-labor ratio, ruble/ person	3	4	1	2	7	5	6
Удельная стоимость производственной мощности, р./ ед.м   Unit cost of production capacity, ruble / unit	6	4	7	5	1	3	2
Производственная капиталотдача, т/р.   Return on assets, ton / ruble	6	4	5	7	1	2	3
Стоимостная капиталотдача, р./р.   Cost return on assets, ruble/ ruble	6	4	5	7	1	3	2
Стоимость использования основных средств, р./р.   Cost of using fixed assets, ruble/ ruble	3	3	6	1	6	2	5
Коэффициент ресурсного соответствия, р./р.   Resource match ratio, ruble/ruble	6	4	5	7	1	3	2
<b>Сумма мест, число   Sum of places, number</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>22</b>
<b>Рейтинг, место   Rating, place</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>2017</b>							
Коэффициент годности, ед.   Shelf life, units	4	6	5	1	7	2	3
Капиталовооруженность, р./чел.   The capital-labor ratio, ruble/ person	2	5	3	1	7	4	6
Удельная стоимость производственной мощности, р./ ед.м   Unit cost of production capacity, ruble / unit	5	4	7	6	1	3	2
Производственная капиталотдача, т/р.   Return on assets, ton / ruble	6	3	5	7	1	4	2
Стоимостная капиталотдача, р./р.   Cost return on assets, ruble/ ruble	6	4	3	7	2	5	1
Стоимость использования основных средств, р./р.   Cost of using fixed assets, ruble/ ruble	2	4	6	2	7	1	5
Коэффициент ресурсного соответствия, р./р.   Resource match ratio, ruble/ruble	6	3	5	7	1	4	2
<b>Сумма мест, число   Sum of places, number</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>21</b>
<b>Рейтинг, место   Rating, place</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>2018</b>							
Коэффициент годности, ед.   Shelf life, units	4	6	5	1	7	2	3
Капиталовооруженность, р./чел.   The capital-labor ratio, ruble/ person	3	5	2	1	7	4	6
Удельная стоимость производственной мощности, р./ ед.м   Unit cost of production capacity, ruble / unit	5	4	6	7	1	3	2
Производственная капиталотдача, т/р.   Return on assets, ton / ruble	5	3	5	7	1	4	2
Стоимостная капиталотдача, р./р.   Cost return on assets, ruble/ ruble	6	3	4	7	1	5	2
Стоимость использования основных средств, р./р.   Cost of using fixed assets, ruble/ ruble	5	7	2	2	6	1	4
Коэффициент ресурсного соответствия, р./р.   Resource match ratio, ruble/ruble	6	2	4	7	1	5	3
<b>Сумма мест, число   Sum of places, number</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>22</b>
<b>Рейтинг, место   Rating, place</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Продолжение табл. 5 | Continuation of table 5

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Сумма мест в целом за период 5 лет   The total number of seats for a period of 5 years</b>							
Коэффициент годности, ед.   Shelf life, units	19	28	17	9	35	21	10
Капиталовооруженность, р./чел.   The capital-labor ratio, ruble/ person	12	22	8	10	35	25	28
Удельная стоимость производственной мощности, р./ ед.м   Unit cost of production capacity, ruble / unit	27	23	34	26	5	15	10
Производственная капиталотдача, т/р.   Return on assets, ton / ruble	30	19	28	30	5	15	12
Стоимостная капиталотдача, р./р.   Cost return on assets, ruble/ ruble	32	22	23	29	7	19	8
Стоимость использования основных средств, р./р.   Cost of using fixed assets, ruble/ ruble	16	18	27	9	32	6	24
Коэффициент ресурсного соответствия, р./р.   Resource match ratio, ruble/ruble	31	21	25	29	5	18	11
<b>Рейтинг в среднем за период 5 лет, место   Rating on average over a period of 5 years, place</b>							
Коэффициент годности, ед.   Shelf life, units	4	6	3	1	7	5	2
Капиталовооруженность, р./чел.   The capital-labor ratio, ruble/ person	3	4	1	2	7	5	6
Удельная стоимость производственной мощности, р./ ед.м   Unit cost of production capacity, ruble / unit	6	4	7	5	1	3	2
Производственная капиталотдача, т/р.   Return on assets, ton / ruble	6	4	5	6	1	3	2
Стоимостная капиталотдача, р./р.   Cost return on assets, ruble/ ruble	7	4	5	6	1	3	2
Стоимость использования основных средств, р./р.   Cost of using fixed assets, ruble/ ruble	3	4	6	2	7	1	5
Коэффициент ресурсного соответствия, р./р.   Resource match ratio, ruble/ruble	7	4	5	6	1	3	2
<b>Интегральная сумма мест в целом за период по всем ключевым показателям, число   The total amount of seats as a whole for the period for all key indicators, number</b>	167	153	162	142	124	119	103
<b>Интегральный рейтинг в среднем за период, место   Integral rating on average for the period, place</b>	7	5	6	4	3	2	1

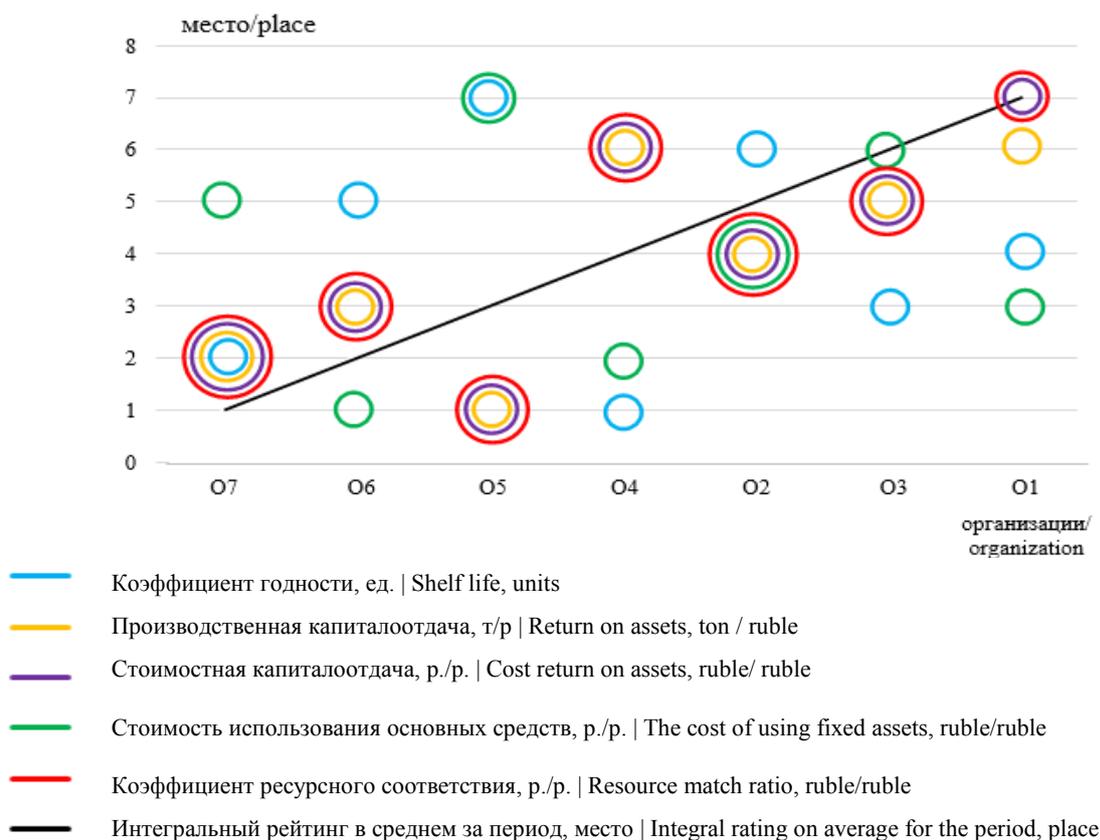


Рисунок 1. Ключевые показатели технической составляющей экономической деятельности, ранжированные по величине интегрального рейтинга по организациям сахарного производства О1 – О7 Воронежской области в среднем за период 2014–2018 гг.

Figure 1. Key indicators of the technical component of economic activity, ranked by the value of the integrated rating for sugar production organizations O1 – O7 of the Voronezh region on average for the period 2014–2018

Интегральное рейтинговое позволило разделить обследуемые организации на две группы: первая – лидеры (сумма мест за период не более 125) – О7, О6, О5; вторая – аутсайдеры (сумма мест за период более 125) – О4, О2, О3, О1. Графическая интерпретация полученных результатов, представленная на рисунке 1, наглядно подтверждает правомерность итогов оценки технической составляющей экономической деятельности перерабатывающих организаций, ранжированных по величине отклонений их ключевых показателей и их места в интегральном рейтинге. Имеются в виду следующие обстоятельства:

- ключевые показатели организаций-лидеров в основном имеют большие различия в отклонениях от величины средних интегральных результатов, чем организации-аутсайдеры, то есть в этих организациях имеется больше неиспользованных и недоиспользованных возможностей;
- процессы обновления основных средств в большинстве организаций недостаточно интенсивны, что свидетельствует об определенной невостребованности идеи признания равноденности мобильной и немобильной составляющих экономической деятельности.

### Выводы

Выполненные процедуры бизнес-анализа технической составляющей экономической деятельности организаций сахарного производства Воронежской области за 2014–2018 гг. выявили:

- существенный размах вариаций уровня ключевых показателей, отобранных для рейтинговой оценки, что дало основание характеризовать

реализуемые мероприятия по развитию технической составляющей в основном как успешные, но в ряде случаев (организации О5 и О2) как недостаточные;

- неоптимальный уровень соотношения отдельных ключевых показателей (производственной и стоимостной капиталоотдачи), что свидетельствует об определенных неиспользованных возможностях активизации эксплуатации основных средств;
- наименьший уровень отклонений суммы чисел лет от среднего значения в организациях с большей суточной производительностью по переработке сахарной свеклы (О1 и О3), что позволило признать позитивным превалирование влияния фактора «масштаб производства» на состояние их технической составляющей;
- наличие зависимости объективности выводов в ходе проведения процедуры рейтингования ключевых показателей технической составляющей экономической деятельности от результатов констатации производственных особенностей объектов анализа.

Система предложенных ключевых показателей дает возможность проводить оценку уровня использования технической составляющей экономической деятельности перерабатывающих организаций, осуществлять сравнение итогов оценки не только по организациям отдельно взятого региона (например, Воронежской области), но и в целом по стране. Кроме того, разработанный методический подход может применяться перерабатывающими организациями других видов экономической деятельности с выраженной сезонностью производства пищевых продуктов.

### Литература

- 1 Васильева К.Н. Оценочная характеристика основных средств в условиях конкуренции // Современная экономика: проблемы и решения. 2017. № 3 (87). С. 169–181.
- 2 Данилова П.Г. Совершенствование учета основных средств и анализа эффективности их использования // Управленческий учет. 2016. № 6. С. 51–60.
- 3 Журкина Т.А., Сабетова Т.В. Совершенствование методики анализа основных средств предприятия // Вестник ВГУИТ. 2018. № 1. С. 273–282.
- 4 Ларина С.Е., Карпенко Ю.А., Чичерова Е.Ю. Особенность анализа основных средств организации // Вестник университета. 2016. № 11. С. 134–140.
- 5 Ларина К.Н., Карпунин А.Ю. Сравнительная характеристика отдельных методических подходов к анализу основных средств и эффективность их использования // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1-5. С. 86–90.
- 6 Мороз Н.Ю., Черненко Т.А. Анализ эффективности и рационального использования основных средств // Научный журнал КубГАУ. 2017. № 128 (04). URL: <http://ejkubagro.ru/2017/04/pdf/90.pdf>.
- 7 Серебрякова Т.Ю. О некоторых сложных вопросах бухгалтерского и налогового учета операций с основными средствами // Международный бухгалтерский учет. 2019. Т. 22. № 10. С. 1111–1123.
- 8 Совик Л.Е., Шумак Ж.Г. Компаративный подход к исследованию факторов влияния на использование материальных ресурсов предприятиями мясоперерабатывающей отрасли // Экономика и банки. 2015. № 2. С. 37–42.
- 9 Hughes S.B., Lowensohn S., Tefre E. Portable Power: An Application of IAS 16 Including Self-constructed Assets and the Revaluation Model // Issues in Accounting Education. 2019.
- 10 Sellhorn T., Stier C. Fair value measurement for long-lived operating assets: Research evidence // European Accounting Review. 2019. V. 28. № 3. P. 573–603.
- 11 Toluwa O., Power O.J. Fair Value Accounting: A Conceptual Approach // International journal of academic research in business and social sciences. 2019. V. 9. № 6. P. 683–696.

## References

- 1 Vasilyeva K.N. Estimated characteristics of fixed assets in the conditions of competition. Modern economy: problems and solutions. 2017. no. 3 (87). pp. 169–181. (in Russian).
- 2 Danilova P.G. Improving the accounting of fixed assets and analyzing the effectiveness of their use. Management accounting. 2016. no. 6. pp. 51–60. (in Russian).
- 3 Zhurkina, T.A., Sabitova T.V. Improvement of methods of analysis of fixed assets. Proceedings of VSUET. 2018. no. 1. pp. 273–282. (in Russian).
- 4 Larina S.E., Karpenko Yu.A., Chicherova E.Yu. Feature of the analysis of fixed assets of the organization. University Herald. 2016. no. 11. pp. 134–140. (in Russian).
- 5 Larina K.N., Karpunin A.Yu. Comparative characteristics of individual methodological approaches to the analysis of fixed assets and the effectiveness of their use. International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2016. no. 1-5. pp. 86–90. (in Russian).
- 6 Moroz N. Yu., Chernenko T.A. Analysis of efficiency and rational use of fixed assets. Scientific journal of Kubgau. 2017. no. 128 (04). Available at: <http://ejkubagro.ru / 2017/04 / pdf/90.pdf> (in Russian).
- 7 Serebryakova T.Yu. On some complex issues of accounting and tax accounting of operations with fixed assets. International Accounting. 2019. vol. 22. no. 10. pp. 1111–1123. (in Russian).
- 8 Sovik L.E., Shumak Zh.G. Comparative approach to the study of factors influencing the use of material resources by enterprises of the meat processing industry. Economics and banks. 2015. no. 2. pp. 37–42. (in Russian).
- 9 Hughes S.B., Lowensohn S., Tefre E. Portable Power: An Application of IAS 16 Including Self-constructed Assets and the Revaluation Model. Issues in Accounting Education. 2019.
- 10 Sellhorn T., Stier C. Fair value measurement for long-lived operating assets: Research evidence. European Accounting Review. 2019. vol. 28. no. 3. pp. 573–603.
- 11 Toluwa O., Power O.J. Fair Value Accounting: A Conceptual Approach. International journal of academic research in business and social sciences. 2019. vol. 9. no. 6. pp. 683–696.

## Сведения об авторах

**Роман В. Нуждин** к.э.н., доцент, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [Rv.voronezh@gmail.com](mailto:Rv.voronezh@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-1494-5588>

**Людмила Е. Совик** д.э.н., профессор, кафедра экономики и бизнеса, Полесский государственный университет, ул. Днепровской флотилии, 23, 225710 Пинск, Брестская область, Республика Беларусь, [Sovik505@rambler.ru](mailto:Sovik505@rambler.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-427-9789>

**Наталья И. Пономарева** к.э.н., доцент, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [Ponomareva220387@ya.ru](mailto:Ponomareva220387@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-2638-3244>

**Марина М. Пухова** к.э.н., доцент, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [pumochka@ya.ru](mailto:pumochka@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-4716-548x>

**Екатерина А. Саввина** к.т.н., доцент, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [Katenok2207@ya.ru](mailto:Katenok2207@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-4610-103x>

## Вклад авторов

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

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Roman V. Nuzhdin** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, theory of economics and accounting policy department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [Rv.voronezh@gmail.com](mailto:Rv.voronezh@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-1494-5588>

**Ludmila E. Sovik** Dr. Sci. (Econ.), professor, economics and business department, Polesie State University, 23 Dnipro flotilla street, 225710 Pinsk, Brest region, Republic of Belarus, [Sovik505@rambler.ru](mailto:Sovik505@rambler.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-427-9789>

**Nataliya I. Ponomareva** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, theory of economics and accounting policy department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [Ponomareva220387@ya.ru](mailto:Ponomareva220387@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-2638-3244>

**Marina M. Puhova** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, theory of economics and accounting policy department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [pumochka@ya.ru](mailto:pumochka@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-4716-548x>

**Ekaterina A. Savvina** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, theory of economics and accounting policy department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [Katenok2207@ya.ru](mailto:Katenok2207@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-4610-103x>

## Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/11/2019	После редакции 22/11/2019	Принята в печать 03/12/2019
Received 11/11/2019	Accepted in revised 22/11/2019	Accepted 03/12/2019

## Разработка и применение современных геоинформационных систем для мониторинга экологического состояния объектов

Игорь А. Хаустов <sup>1</sup>	<a href="mailto:haustov_ia@mail.ru">haustov_ia@mail.ru</a>	 0000-0002-8897-5763
Сергей С. Рылёв <sup>1</sup>	<a href="mailto:rozopt@mail.ru">rozopt@mail.ru</a>	 0000-0002-0402-251X
Елена Н. Ковалева <sup>1</sup>	<a href="mailto:kovaleva.lena@gmail.com">kovaleva.lena@gmail.com</a>	 0000-0002-8558-4724

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

**Аннотация.** Представлены результаты применения геоинформационных систем для проведения экологического аудита, который позволяет осуществлять мониторинг экологической обстановки на объектах пищевой и химической промышленности и обеспечивать экологическую безопасность рассматриваемой природной и промышленной территории. Предложена математическая модель, выполняющая контроль состояния объектов окружающей среды. Для классификации результатов измерения параметров состояния почвы проведен вычислительный эксперимент, выполненный в среде Matlab. Результаты выполненного анализа и построенные на их основе электронные картограммы использованы для прогнозирования расположения точек с превышением паразитологических показателей в почве. С помощью созданной нейронной сети произведена оценка состояния почвы в различных районах города Воронежа и проведено сравнение результатов с аналогичными показателями, измеренными в 2017 г. Данные взяты из информационного бюллетеня «Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Воронежской области по показателям социально-гигиенического мониторинга». Информация подготовлена Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области. Исследование проводилось на кафедре информационных и управляющих систем Воронежского государственного университета инженерных технологий. Геоинформационные системы построены с помощью программного продукта MapInfo. Функциональность их использования заключается в моделировании экологической ситуации на объектах и информировании о текущих показателях с помощью картографии. Таким образом, приведенный геоинформационный метод исследования позволяет осуществлять прогноз показателей выброса вредных веществ в окружающую среду и может быть использован контролирующими службами государственных органов для контроля экологического состояния рассматриваемой территории.

**Ключевые слова:** экологический аудит, геоинформационные системы, моделирование нейронных сетей, программное и аппаратное обеспечение, картография

## Development and application of modern geographic information systems for monitoring the environmental status of objects

Igor A. Khaustov <sup>1</sup>	<a href="mailto:haustov_ia@mail.ru">haustov_ia@mail.ru</a>	 0000-0002-8897-5763
Sergey S. Rylev <sup>1</sup>	<a href="mailto:rozopt@mail.ru">rozopt@mail.ru</a>	 0000-0002-0402-251X
Elena N. Kovaleva <sup>1</sup>	<a href="mailto:kovaleva.lena@gmail.com">kovaleva.lena@gmail.com</a>	 0000-0002-8558-4724

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** The article presents the results of the application of geographic information systems for environmental auditing, which allows you to monitor the ecological situation on the objects, food and chemical industries and to ensure environmental safety of natural and industrial areas. The authors propose a mathematical model that performs monitoring of environmental objects. The computational experiment is performed in Matlab for classifying the soil measurement conditions. The results of the analysis and the electronic cartograms constructed on their basis are used to predict the location of the points exceeding the parasitological indices in the soil. The assessment of the condition of the soil in different districts of the Voronezh city is made with the help of the created neural networks. The results are compared with the same indicators, measured in 2017. Data is taken from the information Bulletin «Evaluation of the influence of environmental factors on the health of the population of the Voronezh region on indicators of socio-hygienic monitoring». Information was prepared by the Office of Rosпотребнадзор in the Voronezh region. A study cited in the article was conducted at the Department of information and control systems of the Voronezh state University of engineering technologies. Geographic information system was built with the help of MapInfo software product. It can be used to simulate the environmental situation and to inform about its current state with the help of cartography. Thus, the geoinformation research method reviewed in this article allows predicting the emission of harmful substances into the environment and it can be used by regulatory agencies of the state authorities to control the environmental state of the territory.

**Keywords:** environmental audit, geographic information systems, neural network modeling, software and hardware, cartography

### Introduction

The geoinformation method of studying the environmental situation involves the analysis of the entire spectrum of available information in relation to a specific geographical point or object. Spatial

geoinformation includes geographical information about the study area, objects located on it and occurring natural and anthropogenic phenomena [1]. Geoinformation assumes the monitoring data of these objects and phenomena distributed over time.

Для цитирования

Хаустов И.А., Рылёв С.С., Ковалева Е.Н. Разработка и применение современных геоинформационных систем для мониторинга экологического состояния объектов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 263–267. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-263-267

For citation

Khaustov I.A., Rylev S.S., Kovaleva E.N. Development and application of modern geographic information systems for monitoring the environmental status of objects. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 263–267. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-263-267

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

It is necessary for creating models and predicting the implementation of a particular scenario of changing environmental conditions. Non-spatial geoinformation consists of regulatory documentation, general data specific to the class of objects under consideration, phenomena, etc. Environmental audit through the geoinformation method of research solves the following tasks [2]:

- monitoring the ecological situation of natural and man-made emergencies, assessing man-made environmental impacts and their consequences, ensuring the environmental safety of the territory in question (from local to global level);
- territorial and sectoral planning and management of the placement of industrial, transport, agricultural, energy facilities;
- control of living conditions of the population, health care and recreation;
- mapping (integrated and industry-specific): creating thematic maps and atlases, updating maps, quick mapping;
- integration and interaction of information resources.

Thus, environmental audit using geographic information systems (GIS) performs two functions: informing about objects and the state of the environment and modeling. As a result of the environmental audit study using GIS, managerial decisions are made whose purpose is to stabilize and improve the environmental situation in the territory under consideration.

### **Materials and methods**

The results of environmental studies are operational data of three types: ascertaining (measured parameters characterizing the ecological situation at the time of the survey), evaluative (results of processing measurements and deriving from them an assessment of the environmental situation), forecasting (predicting the development of the ecological situation for a certain period of time). mainly dynamic models based on the creation of digital maps are applied through GIS [3]. Any modern GIS contains a set of tools for analyzing spatial attribute information. GIS queries can be set both with a simple mouse click on the object, and with the help of advanced analytical tools. Along with the tools of the standard Structured Query Language (SQL), the analytical capabilities of GIS give the user powerful and customizable tools for processing and managing information [4]. To build maps, we used MapInfo products:

MapInfo Professional – a fully functional geographic information system;

MapBasic – a programming environment for MapInfo Professional;

MapInfo SpatialWare – spatial information management technology in SQL Server / Informix database;

MapInfo MapX – application developer library;

MapXtreme – Mapping application development software for Intranet or the Internet.

In addition to the functions traditional for a DBMS, MapInfo Professional GIS allows collecting, storing, and displaying, editing and processing cartographic data stored in a database, taking into account the spatial relationships of objects [5].

Data sources are:

Exchange vector formats for CAD and geographic information systems: AutoCAD (DXF, DWG), raster maps in GIF, JPEG, TIFF, PCX, BMP, PSD formats. We also display data obtained using GPS devices.

Excel and text files, in which, in addition to attribute information, the coordinates of point objects can be stored.

MapInfo GIS can act as a «map client» when working with such well-known DBMSs as Oracle and DB2, because it supports an effective mechanism for interacting with them through the ODBC protocol. Moreover, access to data from Oracle DBMS is also possible through the internal interface (OCI) of this database. In one session, data of different formats can be used simultaneously.

The built-in SQL query language, thanks to geographical expansion, allows organizing selections taking into account the spatial relationships of objects, such as remoteness, nesting, overlap, intersections, area of objects, etc. Database queries can be saved as templates for future use [6]. MapInfo has the ability to search and map objects to a map by coordinates, address, or index system, which we used to: represent data such as a map and a list. In the Maps window, tools for editing and creating cartographic objects, scaling, changing projections and other functions of working with the map are available [7]. Attribute information associated with cartographic objects is stored in the form of tables, data from which can be represented in the form of graphs and diagrams of various types [8]. The Legends window displays the legend of objects on the map and thematic layers. The Report window provides tools for scaling, prototyping, as well as saving templates for multi-sheet maps. Working with MapInfo, you can generate and print reports with map fragments, lists, charts, and labels. MapInfo uses standard operating system drivers for printing.

Geoinformational ecological modeling of the state of the environment on the basis of GIS allowed us to get answers to the questions: «How would the ecological situation be if there weren't any economic activity in the territory under consideration?» and «How will the situation change when this object is added to the study area?», «Does this compensate for the anthropogenic pressure on the environment or will a synergistic effect manifest itself?»

Systematic control of the level of pollution of the surface layer of atmospheric air is carried out at 5 control points, the quality of drinking water – at 18 control points, soil – at 21 control points [9].

### **Results**

According to microbiological indicators (bacteria of the *Escherichia coli* group and *Enterococcus* index), the soil did not meet the standards at 14 monitoring points out of 21, and for parasitological indicators at 2 monitoring points (Figure 1).



Figure 1. Monitoring points of control with excess of standards of parasitological indicators in the soil (according to data for 2017)

To classify the results of soil measurements, a computational experiment was performed in the Matlab environment (Figure 2).

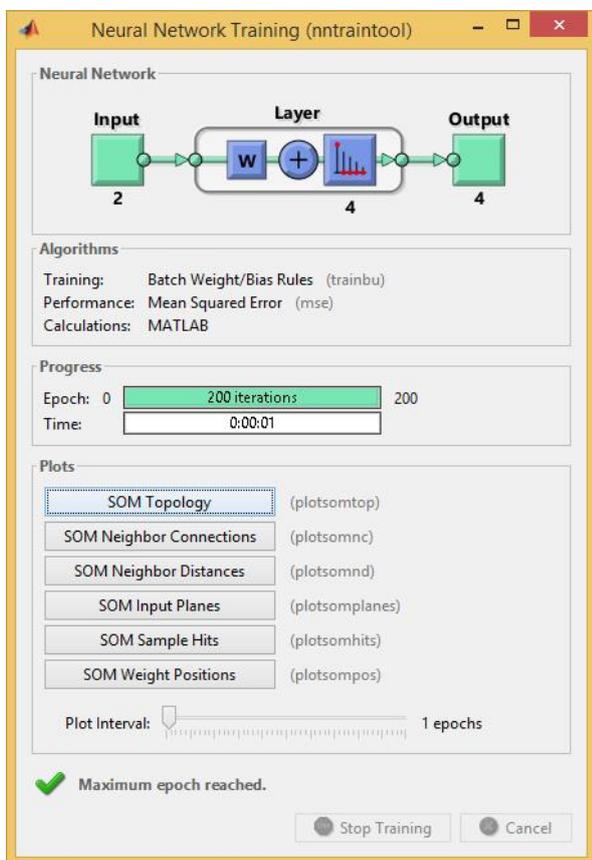


Figure 2. Neural network training

The assessment of the condition of the soil in different districts of the Voronezh city was made with the help of the created neural networks.

Using a neural network, software and hardware, the state of the soil was classified in various areas of the city of Voronezh according to 2017.

Then, the average daily maximum permissible concentration of excess in atmospheric air was recorded for 5 of the 14 controlled substances (nitrogen dioxide, sulfur dioxide, carbon monoxide, phenol, formaldehyde).

Data was taken from the information Bulletin «Evaluation of the influence of environmental factors on the health of the population of the Voronezh region on indicators of socio-hygienic monitoring». Information was prepared by the Office of Rospotrebnadzor in the Voronezh region. A study cited in the article was conducted at the Department of information and control systems of the Voronezh state.

A mathematical model is proposed that performs an environmental audit of environmental objects.

Figure 3 shows the result of predicting the location of points with excess parasitological parameters in the soil.

Obviously, a similar method of environmental audit using geoinformation research and cartography can be used at various enterprises in the food and chemical industries to monitor indicators of the emission of harmful substances into water, air and soil, as well as by controlling services of state bodies for monitoring the environmental condition of the region [10].

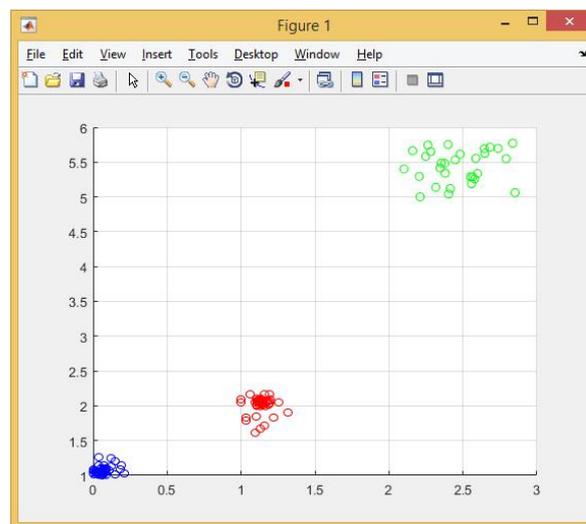


Figure 3. Classification of a sample by a neural network by indicators

### Conclusions

The results of the analysis and electronic cartograms can be used to justify and implement environmental management decisions.

Thus, the GIS performs two functions: informing about the state of the environment and modeling the current state of objects with the help of cartography.

As a result of informational electronic audit using GIS, managerial decisions are made, the purpose of which is to stabilize and improve the environmental situation in the territory under consideration.

GIS MapInfo offers great opportunities for developers of geographic information software. Using modern methods of interaction between Windows applications you can integrate the MapInfo Maps window into programs written in Delphi, Visual Basic, C++, PowerBuilder, etc. Using MapInfo and the MapBasic development environment everyone can create specific applications for solving specific application problems [11].

Since the system «environment – sources of anthropogenic load» is constantly changing, GIS displays the dynamics of toxic stress growth, as well as measures to improve the state of the environmental situation.

It is advisable to use the proposed concept in organizations operating in the field of environmental monitoring, audit and management decisions to minimize and eliminate technological impacts [12].

This approach can also be used as part of the overall quality management system at enterprises to solve the following tasks: forecasting the impact of anthropogenic activities on the environment and timely changes in the technological cycle, equipment modernization in order to prevent the deterioration of the state of negative responses from the natural and technogenic complex.

### Литература

- 1 Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы. М.: «КУДИЦ-ПРЕСС», 2009. 272 с.
- 2 Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник. М.: КДУ, 2008. 424 с.
- 3 Информационные технологии и вычислительные системы: Обработка информации и анализ данных. Программная инженерия. Математическое моделирование. Прикладные аспекты информатики; под ред. С.В. Емельянова М.: Ленанд, 2015. 104 с.
- 4 Остроух А.В., Николаев А.Б. Интеллектуальные информационные системы и технологии: монография. СПб.: Лань, 2019. 308 с.
- 5 ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы: пер. с англ. М.: Дата+, 1999. 290 с.
- 6 Информационные системы и технологии; под ред. Тельнова Ю.Ф. М.: Юнити, 2017. 544 с.
- 7 Drosou M., Jagadish H.V., Pitoura E., Stoyanovich Ju. Diversity in big data: A review // Big data. 2017. V. 5 № 2. P. 73–84.
- 8 Montali M., Rivkin A. Model checking Petri nets with names using data-centric dynamic systems // Formal Aspects of Computing. 2016. V. 28 № 4. P. 615–641.
- 9 Куролап С.А., Клепиков О.В., Виноградов П.М., Прохорова Т.И. Integral assessment and GIS mapping of Voronezh // Сборник материалов Международного научно-практического семинара по медицинской географии и экологии человека 13–16 августа 2015 года. Владимир. 2015. С. 18.
- 10 Куролап С.А., Клепиков О.В., Виноградов П.М., Прохорова Т.И. и др. Геоинформационное картографирование состояния окружающей среды промышленного города (опыт практической реализации на примере города Воронежа) // Оценка и геоинформационное картографирование медико-экологической ситуации на территории города Воронежа: сборник научных статей. 2019. С. 6–54.
- 11 Хаустов И.А., Ковалева Е.Н. Применение геоинформационных систем в логистике предприятий // Материалы LVII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2018 год: в 3ч. Часть 2. 2019. С. 79–80.
- 12 Тихомиров С.Г., Авцинов И.А., Туровский Я.А., Суровцев А.С. и др. Программно-аппаратный комплекс для управления биотехнологическими системами с использованием интеллектуальных информационных технологий // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2019. № 3. С. 158–165.

### References

- 1 Zhurkin I.G., Shaitura S.V. Geoinformation systems. Moscow, «KUDITS-PRESS», 2009. 324 p. (in Russian).
- 2 Lurie I.K. Geoinformation mapping. Methods of geoinformatics and digital processing of satellite images: a textbook. Moscow, KDU, 2008. 424 p. (in Russian).
- 3 Information technology and computing systems: Information processing and data analysis. Software Engineering Mathematical modeling. Applied aspects of computer science; Ed. by S.V. Emelyanov. Moscow, Lenand, 2015. 104 p. (in Russian).
- 4 Ostroukh A.V., Nikolaev A.B. Intelligent Information Systems and Technologies: monograph. St. Petersburg, Lan, 2019. 308 p. (in Russian).
- 5 DeMers M.N. Geographic Information Systems. The basics. Moscow, Date +, 1999. 290 p. (in Russian).
- 6 Information systems and technologies; Ed. Telnova Y.F. Moscow, Unity, 2017. 554 p. (in Russian).
- 7 Drosou M., Jagadish H.V., Pitoura E., Stoyanovich Ju. Diversity in big data: A review. Big data. 2017. vol. 5 no 2. pp. 73–84.
- 8 Montali M., Rivkin A. Model checking Petri nets with names using data-centric dynamic systems. Formal Aspects of Computing. 2016. vol. 28 no. 4. pp. 615–641.
- 9 Kurolap S.A., Klepikov O.V., Vinogradov P.M., Prokhorova T.I. Integral assessment and GIS mapping of Voronezh. The collection of materials of the International scientific-practical seminar on medical geography and human ecology. Vladimir, 2015. pp. 18. (in Russian).

10 Kurolap S.A., Klepikov O.V., Vinogradov P.M., Prozhorina T.I. et al. Geoinformation mapping of the state of the environment of an industrial city (practical experience on the example of the city of Voronezh). Assessment and geoinformation mapping of the medical and environmental situation on the territory of the city of Voronezh: Collection of Scientific Articles. 2019. pp. 6–54. (in Russian).

11 Khaustov I.A., Kovaleva E.N. The use of geographic information systems in the logistics of enterprises. Materials of the LVII report of the scientific conference of teachers and researchers of VGUIT for 2018: at 3 h. Part 2. 2019. pp. 79–80. (in Russian).

12 Tikhomirov S.G., Avtsinov I.A., Turovsky Y.A., Surovtsev A.S. et al. Hardware-software complex for managing biotechnological systems using intelligent information technologies. Bulletin of Voronezh State University. Series: System Analysis and Information Technology. 2019. no. 3. pp. 158–165. (in Russian).

#### Сведения об авторах

**Игорь А. Хаустов** д.т.н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, haustov\_ia@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8897-5763>

**Сергей С. Рылёв** к.т.н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rozopt@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0402-251X>

**Елена Н. Ковалева** к.т.н., доцент, кафедра высшей математики и информационных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kovaleva.lena@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8558-4724>

#### Вклад авторов

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

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Igor A. Khaustov** Dr. Sci. (Engin.), associate professor, information and control systems department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, haustov\_ia@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8897-5763>

**Sergey S. Rylev** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, information and control systems department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rozopt@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0402-251X>

**Elena N. Kovaleva** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of Higher Mathematics and Information Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kovaleva.lena@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8558-4724>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 21/10/2019	<b>После редакции</b> 04/11/2019	<b>Принята в печать</b> 13/11/2019
<b>Received</b> 21/10/2019	<b>Accepted in revised</b> 04/11/2019	<b>Accepted</b> 13/11/2019

## Механизм формирования региональной инновационной подсистемы

Надежда А Серебрякова <sup>1</sup>	<a href="mailto:nadserebryakova@mail.ru">nadserebryakova@mail.ru</a>	 0000-0002-9141-5580
Наталья В. Дорохова <sup>1</sup>	<a href="mailto:nv_dorohova@mail.ru">nv_dorohova@mail.ru</a>	 0000-0001-7092-2623
Михаил И. Исаенко <sup>1</sup>	<a href="mailto:misaenko90@ya.ru">misaenko90@ya.ru</a>	 0000-0002-1872-4379

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

**Аннотация.** Исследована важная научная и практическая проблема – разработка механизма формирования региональной инновационной подсистемы. Установлена исключительная важность эффективного развития инновационных подсистем регионов как основы ускорения научно-технического прогресса и активизации инновационной деятельности в масштабах всей страны. Проанализированы различные теоретико-методологические подходы к определению сущности и содержания региональной инновационной подсистемы, выявлены ее специфические характеристики. Доказано, что внутреннее содержание функционирования инновационной подсистемы региона может быть описано действием принципа тройной спирали. При этом стейкхолдеры взаимодействуют в рамках данной подсистемы в процессе генерации, распространения и потребления инноваций. Предложен механизм формирования региональной инновационной подсистемы, отличающийся от существующих ранее трактовкой основных его структурных элементов. Руководящим центром в данном механизме авторы предлагают считать органы государственной власти региона, задачей которых является формирование институциональной среды для формирования и развития инновационной подсистемы. В качестве субъектов механизма развития региональной инновационной подсистемы выступают: региональное подразделение по инновационному развитию; научные организации; образовательные организации; бизнес; местное сообщество. Установлено, что стейкхолдеры регионального развития в процессе своего участия в развитии региональной инновационной подсистемы преследуют субъективные групповые интересы. Данный факт актуализирует необходимость обеспечения их эффективного взаимодействия в рамках данного механизма. В качестве объекта предлагаемого механизма выступает региональная инновационная подсистема как базис для устойчивого развития региональной экономики в современных условиях. Целевым ориентиром предлагаемого механизма является возможность повышения эффективности функционирования региональной инновационной подсистемы и создание благоприятных условий для развития региональной социально-экономической системы. Механизм формирования и развития региональной инновационной подсистемы выступает важным инструментом управления, позволяющим достигать желаемых показателей развития региональной социально-экономической системы.

**Ключевые слова:** инновации, региональная подсистема, региональная экономика, механизм формирования, инновационная подсистема

## Human integral assessment methodology capital of the region

Nadezhda A Serebryakova <sup>1</sup>	<a href="mailto:nadserebryakova@mail.ru">nadserebryakova@mail.ru</a>	 0000-0002-9141-5580
Natalia V. Dorokhova <sup>1</sup>	<a href="mailto:nv_dorohova@mail.ru">nv_dorohova@mail.ru</a>	 0000-0001-7092-2623
Mikhail I. Isaenko <sup>1</sup>	<a href="mailto:misaenko90@ya.ru">misaenko90@ya.ru</a>	 0000-0002-1872-4379

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** An important scientific and practical problem is studied - the development of a mechanism for the formation of a regional innovation subsystem. The exceptional importance of the effective development of innovative subsystems of the regions as the basis for accelerating scientific and technological progress and enhancing innovation throughout the country has been established. Various theoretical and methodological approaches to determining the essence and content of the regional innovative subsystem are analyzed, its specific characteristics are revealed. It is proved that the internal content of the functioning of the innovative subsystem of the region can be described by the action of the triple helix principle. At the same time, stakeholders interact within the framework of this subsystem in the process of generation, distribution and consumption of innovations. A mechanism is proposed for the formation of a regional innovation subsystem, which differs from the previously existing interpretation of its basic structural elements. The authors propose to consider the state authorities of the region as the leading center in this mechanism, whose task is to form the institutional environment for the formation and development of the innovative subsystem. The subjects of the development mechanism of the regional innovation subsystem are: the regional unit for innovative development; scientific organizations; educational organizations; business; local community. It is established that the stakeholders of regional development in the process of their participation in the development of the regional innovative subsystem pursue subjective group interests. This fact actualizes the need to ensure their effective interaction within the framework of this mechanism. The regional innovation subsystem acts as an object of the proposed mechanism as a basis for the sustainable development of the regional economy in modern conditions. The target guide of the proposed mechanism is the possibility of increasing the functioning of the regional innovation subsystem and creating favorable conditions for the development of the regional socio-economic system. The mechanism for the formation and development of the regional innovation subsystem is an important management tool to achieve the desired development indicators of the regional socio-economic system.

**Keywords:** innovation, regional subsystem, regional economy, formation mechanism, innovative subsystem

Для цитирования

Серебрякова Н.А., Дорохова Н.В., Исаенко М.И. Механизм формирования региональной инновационной подсистемы // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 268–273. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-268-273

For citation

Serebryakova N.A., Dorokhova N.V., Isaenko M.I. Human integral assessment methodology capital of the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 268–273. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-268-273

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Совершенствование национальной экономики, обеспечение ее устойчивого роста во многом зависит в современных условиях от развития ее инновационной компоненты. Как отмечал в послании Федеральному собранию РФ Президент В.В. Путин: «В мире сегодня накапливается громадный технологический потенциал, который позволяет совершить настоящий рывок в повышении качества жизни людей, в модернизации экономики, инфраструктуры и государственного управления» [10]. При этом, соглашаясь с позицией Н.В. Петрухиной, можно отметить исключительную важность в данном процессе инновационной подсистемы, формирующейся и развивающейся как на национальном, так и на региональном уровнях. Петрухина Н.В. в своих работах указывает на то, что эффективность развития региональной инновационной подсистемы формирует базис для успешного инновационного развития всей страны. При этом важно определить вклад каждого региона в развитие инновационной деятельности государства и выявить слабые места региональной инновационной подсистемы с целью их оперативного устранения. Государство, в свою очередь, должно способствовать динамичному развитию инновационных подсистем всех без исключения регионов [9]. Наиболее перспективными направлениями развития региональной инновационной подсистемы можно назвать создание максимально комфортных условий для генерации и передачи знаний и технологий, максимально широкое внедрение достижений НТП в производство, развитие инновационного производства и отраслей, выявление новых точек роста.

## Методы

Региональная инновационная подсистема представляет собой достаточно сложное понятие, не имеющее на сегодняшний день однозначной трактовки. Все многообразие существующих определений данной дефиниции можно объединить в три теоретико-методологических подхода (рисунок 1)

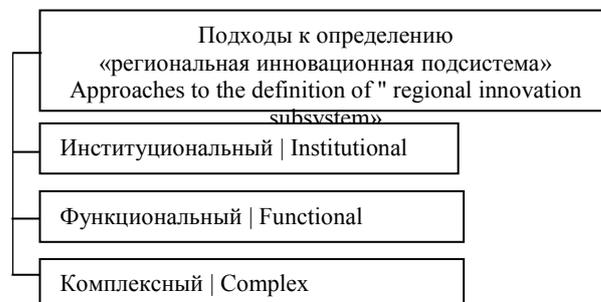


Рисунок 1. Теоретико-методологические подходы к определению понятия «региональная инновационная подсистема»

Figure 1. Theoretical and methodological approaches to defining the concept of regional innovation subsystem

При этом последний из перечисленных подходов представляется наиболее адекватным реалиям современной экономики. Соглашаясь с позицией С.Н. Бибики, можно следующим образом определить региональную инновационную подсистему: «это комплекс взаимосвязанных институциональных структур, осуществляющих разработку, производство, внедрение, коммерциализацию новых знаний и технологий в целях повышения конкурентоспособности определенного экономического пространства – региона» [7].

Региональная инновационная подсистема отличается рядом специфических признаков (рисунок 2).

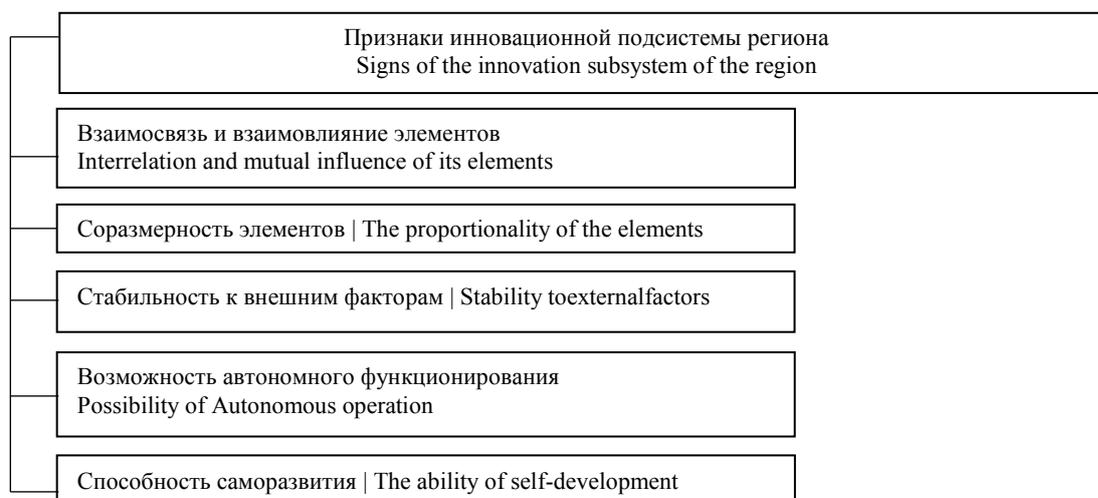


Рисунок 2. Характерные признаки региональной инновационной подсистемы

Figure 2. Characteristic features of the regional innovation subsystem

Региональная инновационная подсистема отличается наличием процессов кооперации между организациями, воспроизводящими новые знания и технологии и организациями, внедряющими знания и технологии в практическую деятельность. Соглашаясь с позицией И.В. Авдеева, важно отметить, что: «...в данные кооперационные связи все более масштабно вступают организации, обеспечивающие инновационную активность и создающие для нее условия, в том числе и организационные» [6].

Как пишет П.А. Суханова, логически схема функционирования региональной инновационной подсистемы во много поддается описанию на основе принципа действия тройной спирали инноваций, авторами которой являются Г. Ицковиц и Л. Лейдесдорф [11]. Данный принцип раскрывает внутреннее содержание взаимоотношений ее основных участников, так называемых стейкхолдеров. К числу традиционно относят органы государственной власти, научные организации и бизнес-структуры. Участники региональной инновационной подсистемы осуществляют свое взаимодействие путем участия в процессах производства, распространения и потребления нового знания.

Необходимо отметить, что в современных условиях именно развитие инновационной подсистемы является необходимым условием устойчивого развития экономики.

### Обсуждение

Развитие региональной инновационной подсистемы возможно на основе использования соответствующего механизма. В наиболее общем виде механизм можно определить следующим образом: «система, устройство, определяющие порядок какого-нибудь вида деятельности» [12]. В научном экономическом лексиконе данный термин появился относительно недавно [1, 3, 4], первоначально его предложил использовать для описания экономических процессов Л. Гурвиц, который под данным термином понимал «взаимодействие между субъектами и центром, состоящее из трех стадий: каждый субъект в частном порядке посылает центру сообщение  $m_i$ ; центр, получив все сообщения, вычисляет предполагаемый результат:  $Y = f(m_1 \dots, m_n)$ ; центр объявляет результат  $Y$  и, по необходимости, претворяет его в жизнь» [2,5].

В российской науке сформировалось три подхода к определению данного термина:

- механизм как упорядоченная совокупность структурных элементов, способных оказывать целенаправленное воздействие на объект для его поступательного развития. В данном

контексте механизм рассматривается как инструмент управления каким-либо объектом;

- механизм как способ взаимодействия субъектов. В данном контексте механизм представляет собой совокупность принципов, определяющих взаимодействие, а также алгоритм управленческих действий;

- механизм как последовательность совокупности взаимосвязанных явлений, объясняющих эволюционный характер экономического развития.

Обобщая все существующие подходы к определению понятия «экономический механизм», можно дать его следующую интерпретацию: экономический механизм – «это совокупность способов управления и взаимодействия субъектов, целевой функцией которого является рациональное хозяйствование и формирование устойчивых закономерностей в развитии экономики» [8]. По мнению М.К. Файзуллоева, «механизм формирования региональной инновационной системы должен основываться, прежде всего, на становлении и усилении роли регионального управления инновационными процессами. Под региональным управлением понимают государственное управление, которое осуществляется органами государственной власти регионов» [13].

В контексте данного исследования механизм формирования региональной инновационной подсистемы может быть представлен в следующем виде (рисунок 3).

Рассмотрим более детально основные структурные элементы механизма формирования и развития региональной инновационной подсистемы. Так, под руководящим центром в данном механизме необходимо понимать органы государственной власти региона, задачей которых является формирование институциональной среды для формирования и развития инновационной подсистемы. В качестве субъектов механизма развития региональной инновационной подсистемы выступают:

- региональное подразделение по инновационному развитию;
- научные организации;
- образовательные организации;
- бизнес;
- местное сообщество.

Важно отметить, что все перечисленные выше стейкхолдеры регионального развития в процессе своего участия в развитии региональной инновационной подсистемы преследуют субъективные групповые интересы. Поэтому важно обеспечить их эффективное взаимодействие в рамках данного механизма, позволяющее нивелировать их разногласия.

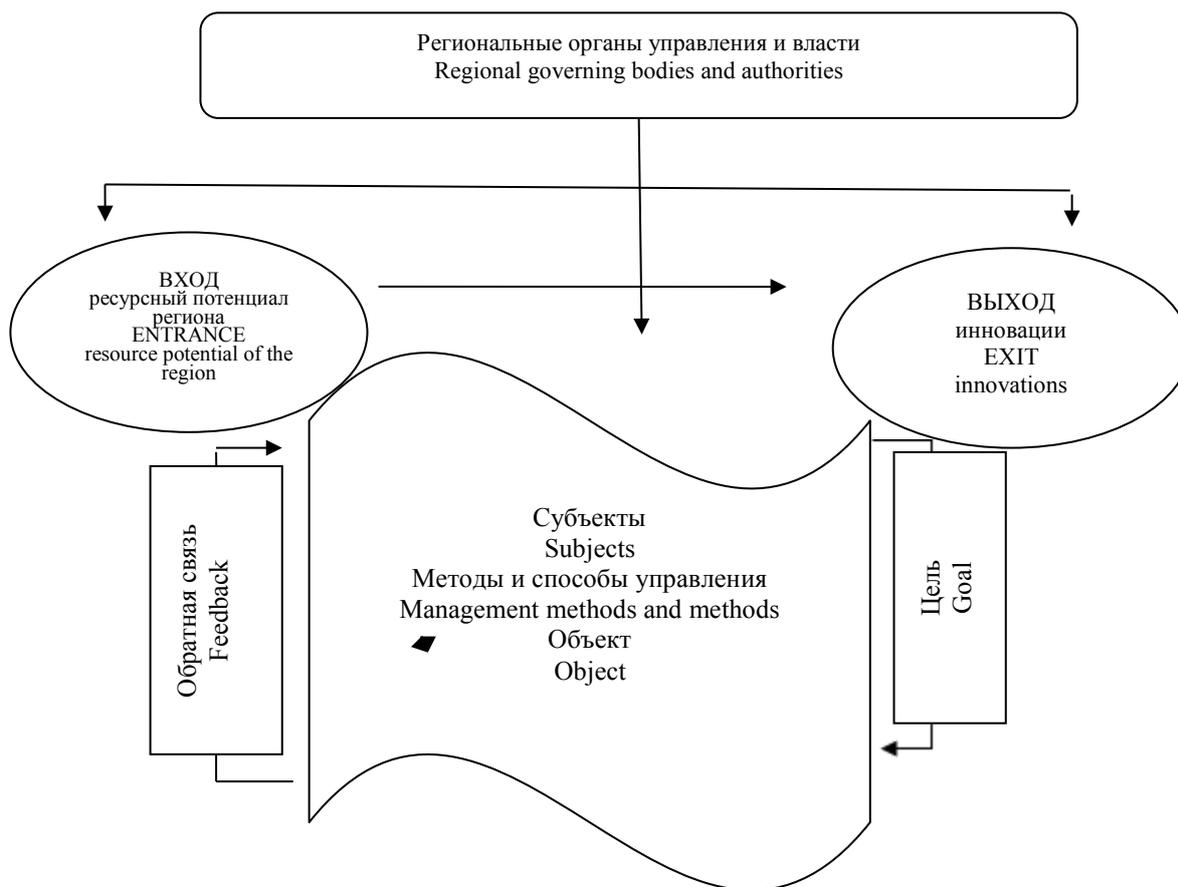


Рисунок 3. Механизм формирования региональной инновационной подсистемы  
 Figure 3. Mechanism for forming a regional innovation subsystem

В качестве объекта предлагаемого механизма выступает региональная инновационная подсистема как базис для устойчивого развития региональной экономики в современных условиях.

Целевым ориентиром данного механизма является возможность повышения эффективности функционирования региональной инновационной подсистемы и создание благоприятных условий для развития региональной социально-экономической системы.

Методы управленческого воздействия в рамках данного механизма даны на рисунке 4.

Среди обозначенных методов особое место принадлежит организационным и инновационным как наиболее соответствующим современному тренду социально-экономического развития.

Предлагаемый механизм формирования и развития региональной инновационной подсистемы выступает важным инструментом управления, позволяющим достигать желаемых показателей развития региональной социально-экономической системы.

- Методы управленческого воздействия  
Methods of management influence
- Институциональные  
Institutional
- Социально-экономические  
Socio-economic
- Организационные  
Organizational
- Инвестиционные  
Investment
- Адаптационные  
Adaptive
- Инновационные и др.  
Innovative, etc.

Рисунок 4. Методы управления  
 Figure 4. Management method

### Заключение

Дальнейшее развитие национальной и региональной социально-экономических систем во многом обеспечивается достижениями научно-технического прогресса, находящими свое воплощение в продуктовых, технологических, организационных, маркетинговых и иных инновациях. Для повышения конкурентных позиций отечественной экономики, а также экономики отдельных регионов РФ необходимо развивать региональные инновационные подсистемы как

совокупность, включающую определенным образом упорядоченные и взаимодействующие элементы, ориентированные на производство, распространение и потребление новых знаний, предназначенных для практического применения в производстве. Такое развитие возможно на основе использования современных управленческих инструментов, в том числе механизма формирования и развития региональной инновационной подсистемы, учитывающего не только особенности данной сферы, но и современные тренды общественного развития.

### Литература

- 1 Adams T. Rediscovering Thomas Adams: rural planning and development; ed. by W. Caldwell. Vancouver: UBC Press, 2011. 400 p
- 2 Cruz-Jesus F., Oliveira T., Bacao F., Irani Z. Assessing the pattern between economic and digital development of countries // *Information Systems Frontiers*. 2017. V. 19. P. 835–854. doi: 10.1007/s10796-016-9634-1
- 3 Hurwicz L., Arrow K.J., Karlin S., Suppes P. et al. Optimality and informational efficiency in resource allocation processes // *Mathematical Methods in the Social Sciences*. Stanford: Stanford University Press, 1960.
- 4 Porter M.E. The Economic Performance of Regions // *Regional Studies*. 2003. V. 37. № 6-7. P. 549–578. doi: 10.1080/0034340032000108688
- 5 Synopsis of policy options for creating a supportive environment for innovative development. Economic commission for Europe committee on economic cooperation and integration. Geneva, 2008. URL: [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/documents/2008/session3/ECE\\_CECI\\_2008\\_3.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/documents/2008/session3/ECE_CECI_2008_3.pdf)
- 6 Авдеев И.В. Структурно-цифровая трансформация как фактор инновационного развития региональной экономической системы. URL: <https://docviewer.yandex.ru>
- 7 Бибик С.Н. Региональные инновационные системы: структура и содержание // *Теория и практика общественного развития*. 2013. № 5. С. 290–292. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/regionalnye-innovatsionnye-sistemy-struktura-i-soderzhanie>
- 8 Бычкова А.Н. Экономический механизм: определение, классификация, применение // *Вестник Омского университета. Серия: Экономика*. 2010. № 4. С. 37–43. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskii-mehanizm-opredelenie-klassifikatsiya-i-primenenie>
- 9 Петрухина В.Н. Формирование компонентного состава инфраструктуры региональной инновационной подсистемы // *Вестник Брянского государственного технического университета*. 2018. № 3 (64). С. 97–105.
- 10 Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 01.03.2018. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/42902>
- 11 Суханова П.А. Модель региональной инновационной системы: отечественные и зарубежные подходы к изучению региональных инновационных систем // *Вестник Пермского университета. Серия: Экономика*. 2015. № 4 (27). С. 92–102. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/121332298/>
- 12 Толковый словарь С.И. Ожегова. URL: <http://www.вокабула.рф/словари/толковый-словарь-ожегова/механизм>
- 13 Файзуллоев М.К. Формирование и развитие региональной инновационной системы: состояние и проблемы. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/121332298>

### References

- 1 Adams T. Rediscovering Thomas Adams: rural planning and development; ed. by W. Caldwell. Vancouver: UBC Press, 2011. 400 p
- 2 Cruz-Jesus F., Oliveira T., Bacao F., Irani Z. Assessing the pattern between economic and digital development of countries. *Information Systems Frontiers*. 2017. vol. 19. pp. 835–854. doi: 10.1007/s10796-016-9634-1
- 3 Hurwicz L., Arrow K.J., Karlin S., Suppes P. et al. Optimality and informational efficiency in resource allocation processes. *Mathematical Methods in the Social Sciences*. Stanford: Stanford University Press, 1960.
- 4 Porter M.E. The Economic Performance of Regions. *Regional Studies*. 2003. vol. 37. no. 6-7. pp. 549–578. doi: 10.1080/0034340032000108688
- 5 Synopsis of policy options for creating a supportive environment for innovative development. Economic commission for Europe committee on economic cooperation and integration. Geneva, 2008. Available at: [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/documents/2008/session3/ECE\\_CECI\\_2008\\_3.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/documents/2008/session3/ECE_CECI_2008_3.pdf)
- 6 Avdeev I.V. Structural-digital transformation as a factor in the innovative development of the regional economic system. Available at: <https://docviewer.yandex.ru> (in Russian).
- 7 Bibik S.N. Regional innovation systems: structure and content. *Theory and practice of social development*. 2013. no. 5. pp. 290–292. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/regionalnye-innovatsionnye-sistemy-struktura-i-soderzhanie> (in Russian).
- 8 Bychkova A.N. The economic mechanism: definition, classification, application. *Bulletin of the Omsk University. Series: Economics*. 2010. no. 4. pp. 37–43. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskii-mehanizm-opredelenie-klassifikatsiya-i-primenenie> (in Russian).
- 9 Petrukhina V.N. Formation of the component composition of the regional innovation subsystem infrastructure. *Bulletin of the Bryansk State Technical University*. 2018. no. 3 (64). pp. 97–105. (in Russian).

10 Message from the President of the Russian Federation to the Federal Assembly of 03/01/2018. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/42902> (in Russian).

11 Sukhanova P.A. A model of a regional innovation system: domestic and foreign approaches to the study of regional innovation systems. Bulletin of Perm University. Series: Economics. 2015. no. 4 (27). pp. 92–102. Available at: <https://docviewer.yandex.ru/view/121332298/> (in Russian).

12 Explanatory Dictionary S.I. Ozhegova. Available at: <http://www.вокабула.рф/словари/толковый-словарь-ожегова/механизм> (in Russian).

13 Fayzullov M.K. Formation and development of a regional innovation system: state and problems. Available at: <https://docviewer.yandex.ru/view/121332298/> (in Russian).

#### Сведения об авторах

**Надежда А Серебрякова** д.э.н., профессор, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [nadserebryakova@mail.ru](mailto:nadserebryakova@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-9141-5580>

**Наталья В. Дорохова** к.э.н. доцент, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [nv\\_dorohova@mail.ru](mailto:nv_dorohova@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0001-7092-2623>

**Михаил И. Исаенко** к.э.н., кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [misaenko90@ya.ru](mailto:misaenko90@ya.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-1872-4379>

#### Вклад авторов

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

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Nadezhda A Serebryakova** Dr. Sci. (Econ.), professor, theory of economics and accounting politics department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [nadserebryakova@mail.ru](mailto:nadserebryakova@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-9141-5580>

**Natalia V. Dorokhova** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, trade and commodity science department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [nv\\_dorohova@mail.ru](mailto:nv_dorohova@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0001-7092-2623>

**Mikhail I. Isaenko** Cand. Sci. (Econ.), trade and commodity science department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [misaenko90@ya.ru](mailto:misaenko90@ya.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-1872-4379>

#### Contribution

All authors were equally involved in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 12/11/2019	<b>После редакции</b> 23/11/2019	<b>Принята в печать</b> 02/12/2019
<b>Received</b> 12/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 23/11/2019	<b>Accepted</b> 02/12/2019

## Особенности мотивации субъектов региональной экономики к инновационной деятельности

Надежда А Серебрякова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nadserebryakova@mail.ru">nadserebryakova@mail.ru</a>	 0000-0002-9141-5580
Наталья В. Дорохова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nv_dorohova@mail.ru">nv_dorohova@mail.ru</a>	 0000-0001-7092-2623
Ирина Ю. Князева	<sup>2</sup>	<a href="mailto:i.knyazeva@icloud.com">i.knyazeva@icloud.com</a>	 0000-0001-8034-234x

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, 67 А, г. Воронеж, 394030, Россия

**Аннотация.** Исследована важная научная и практическая проблема – выявление особенностей мотивации субъектов региональной экономики к инновационной деятельности. Установлено наличие ярко выраженной корреляции между инновационной активностью стейкхолдеров и степенью их мотивации. Доказано, что для интенсификации инновационных процессов важно учитывать и диагностировать внутреннюю мотивацию групп стейкхолдеров. В ходе исследования обоснована необходимость создания условий для реализации групповых интересов стейкхолдеров при их участии в инновационной деятельности. Сделан вывод о необходимости разработки систем мотивации стейкхолдеров к инновационной деятельности, максимально полно учитывающих их групповые интересы. Доказано, что эффективная инновационная деятельность в регионе невозможна без создания системы методов и приемов мотивации, адекватной интересам групп стейкхолдеров. Такая система мотивации должна выступать неотъемлемым элементом стратегии инновационных преобразований на уровне региона. Проведенное авторами исследование позволило сделать вывод о необходимости разработки и внедрения в практику методов и приемов мотивации групп стейкхолдеров к инновационной деятельности. Доказана целесообразность применения в рамках системы мотивации таких методов, как институциональный, экономический и организационный, а также выделены наиболее перспективные приемы мотивации. Важно, что выбор конкретного метода и приема мотивации зависит во многом от специфики групповых интересов стейкхолдеров. Чем более полно они смогут реализовать свои интересы в процессе инновационной деятельности, тем выше будет степень их инновационной активности. Проанализировано соответствие предложенных приемов мотивации возможности достижения групповых интересов стейкхолдеров.

**Ключевые слова:** инновации, инновационная деятельность, региональная экономика, стейкхолдеры экономики, мотивация

## Features of motivation of regional economy subjects to innovative activity

Nadezhda A Serebryakova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nadserebryakova@mail.ru">nadserebryakova@mail.ru</a>	 0000-0002-9141-5580
Natalia V. Dorokhova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nv_dorohova@mail.ru">nv_dorohova@mail.ru</a>	 0000-0001-7092-2623
Irina Yu. Knyazeva	<sup>2</sup>	<a href="mailto:i.knyazeva@icloud.com">i.knyazeva@icloud.com</a>	 0000-0001-8034-234x

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 Russian University of Economics G.V. Plekhanova (Voronezh branch), Karl Marx street, 67 A, Voronezh, 394030, Russia

**Abstract.** An important scientific and practical problem is investigated - the identification of the peculiarities of the motivation of regional economic entities to innovative activities. The presence of a pronounced correlation between the innovative activity of stakeholders and the degree of their motivation is established. It is proved that for the intensification of innovative processes it is important to consider and diagnose the internal motivation of stakeholder groups. The study substantiates the need to create conditions for the realization of group interests of stakeholders with their participation in innovation. It is concluded that it is necessary to develop systems for motivating stakeholders to innovative activities that fully take into account their group interests. It has been proved that effective innovation in the region is impossible without creating a system of methods and techniques of motivation that is adequate to the interests of stakeholder groups. Such a motivation system should be an integral element of the strategy of innovative transformations at the regional level. The study conducted by the authors allowed us to conclude that it is necessary to develop and put into practice methods and techniques for motivating stakeholder groups to innovative activities. The expediency of applying such methods as institutional, economic and organizational as part of the motivation system is proved, and the most promising methods of motivation are highlighted. It is important that the choice of a specific method and the method of motivation depends largely on the specifics of the group interests of stakeholders. The more fully they will be able to realize their interests in the process of innovative activity, the higher will be the degree of their innovative activity. The correspondence of the proposed methods of motivation of the possibility of achieving the group interests of stakeholders is analyzed.

**Keywords:** innovation, innovation activity, regional economy, economy stakeholders, motivation

Для цитирования

Серебрякова Н.А., Дорохова Н.В., Князева И.Ю. Особенности мотивации субъектов региональной экономики к инновационной деятельности // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 274–279. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-274-279

For citation

Serebryakova N.A., Dorokhova N.V., Knyazeva I.Yu. Features of motivation of regional economy subjects to innovative activity. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 274–279. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-274-279

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

### Введение

Одной из стратегических целей социально-экономического развития РФ выступает переход к инновационной модели, предполагающей отказ от экспортно-сырьевой ориентации экономики в пользу экономики, основанной на знаниях. Однако несмотря на предпринимаемые усилия, наша страна существенно отстает от передовых стран в сфере развития науки, техники, технологий. Как отмечает К.В. Названова, «основные показатели национальной экономики уступают средним мировым значениям инновационного развития. По данным рейтинга Всемирного экономического форума, в 2015 г. из 140 стран Россия находилась на 45-м месте по уровню международной конкурентоспособности, на 68-м месте – по инновационному потенциалу и на 95-м – по развитости финансового рынка» [5]. При этом в РФ имеет место существенная дифференциация на региональном уровне по интенсивности инновационной деятельности. Соглашаясь с мнением И.В. Авдеева, важно отметить, что развитие инновационной деятельности в отдельно взятом субъекте РФ значительно коррелирует со степенью мотивации основных субъектов региональной экономики к инновационной деятельности [4].

Анализ практики государственного управления инновационной деятельностью на региональном уровне позволяет утверждать, что различные группы стейкхолдеров (региональные органы власти; научные организации; образовательные организации; бизнес-сообщество; население региона) существенно отличаются преследуемыми интересами, а также реакцией на стимулы инновационного развития [1].

Кроме того, данные группы имеют зачастую диаметрально противоположные интересы и демонстрируют оппортунистическое поведение. При этом низкая степень мотивации стейкхолдеров к инновационной деятельности выступает существенным препятствием к эффективному развитию инновационной деятельности [3]. Напротив, их высокая степень мотивации формирует прочный базис для развития инновационной деятельности в регионе. Следовательно, для интенсификации инновационных процессов важно учитывать и диагностировать внутреннюю мотивацию групп стейкхолдеров.

### Обсуждение

Высокая степень мотивации стейкхолдеров к инновационной деятельности выступает свидетельством их готовности к нововведениям, а также говорит о том, что они могут достичь своих групповых интересов. Как отмечает И.В. Авдеев, «уровень мотивированности к инновациям выступает наиважнейшим показателем оценки потенциала региональной инновационной подсистемы к развитию. Игнорирование факторов, определяющих уровень мотивированности групп стейкхолдеров к инновационной деятельности, провоцирует снижение эффективности региональной инновационной подсистемы. А также может приводить к диспропорциям между возможностями инновационного развития и их реализацией» [4]. Таким образом, достижение высокой степени мотивации стейкхолдеров к инновационной деятельности возможно лишь посредством выявления и реализации их групповых интересов. (рисунок 1).

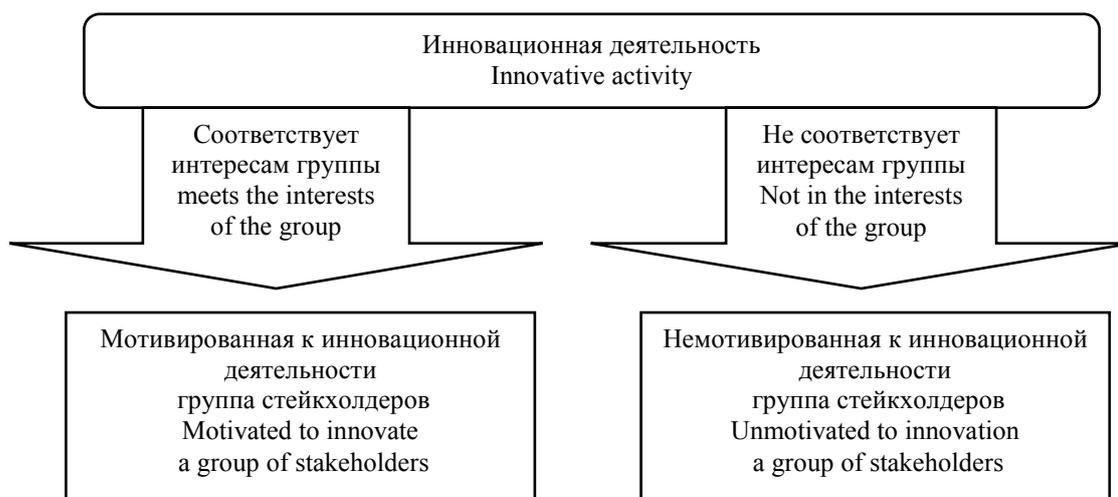


Рисунок 1. Мотивированность групп стейкхолдеров к инновационной деятельности

Figure 1. Motivation of stakeholder groups to innovate

В зависимости от степени соответствия инновационных процессов групповым интересам стейкхолдеров последние избирают соответствующие стратегии приспособления к ним. В том случае если инновационная деятельность позволяет наиболее полно реализовать групповые интересы стейкхолдеров, в основе их поведения лежит стратегия полного признания, предполагающая активное участие стейкхолдеров в инновационной деятельности, инициативность, высокую степень заинтересованности в конечных результатах [2].

В случае частичной реализации групповых интересов избирается стратегия частичного признания, подразумевающая менее активное и заинтересованное участие групп стейкхолдеров в инновационной деятельности, их низкую инициативность, нейтральное отношение к инновациям [6, 7].

В случае невозможности удовлетворения групповых интересов в процессе инновационной деятельности стейкхолдеры избирают стратегию полного отрицания, предполагающую полное

неприятие инноваций, низкую или практически нулевую инновационную активность, полный или частичный отказ от инновационных продуктов [8].

### Методы и приемы мотивации стейкхолдеров к инновационной деятельности

Для эффективного и динамичного развития инновационной деятельности в субъекте РФ необходимо обеспечить высокий уровень мотивации всех групп стейкхолдеров к инновационной деятельности на основе создания условий для реализации их групповых интересов, что будет способствовать избранию ими стратегии полного признания инновационной деятельности. Данная целевая установка может быть реализована посредством разработки механизма мотивации всех групп стейкхолдеров к инновационной деятельности, базирующегося на использовании адекватного инструментария. Считаем целесообразным в данном контексте применение следующих методов мотивации (рисунок 2).

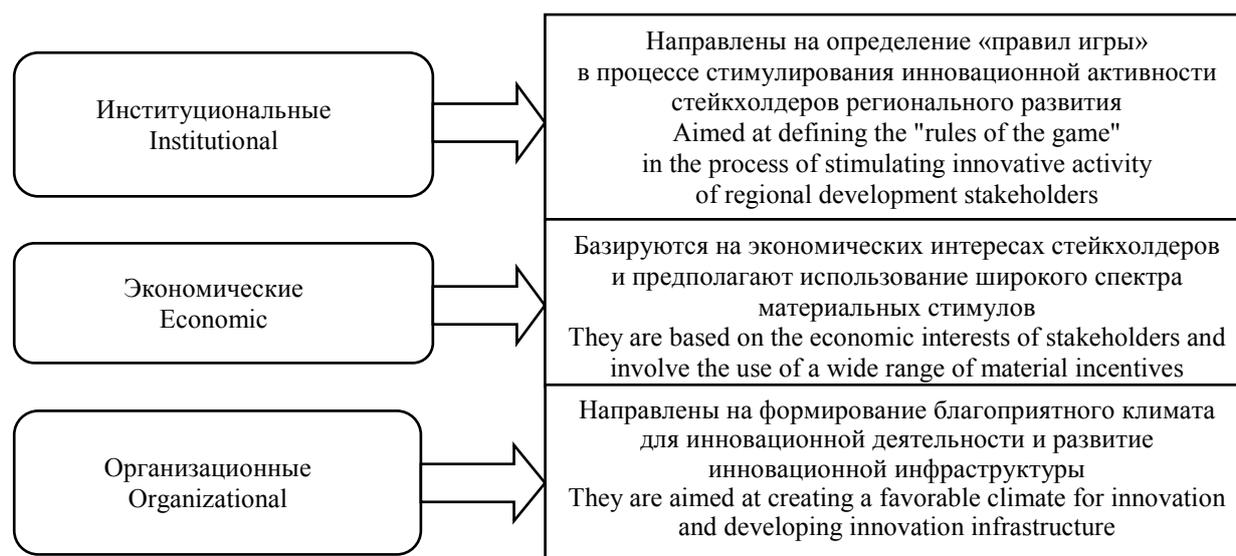


Рисунок 2. Методы мотивации субъектов региональной экономики к инновационной деятельности

Figure 2. Methods of motivating regional economic entities to innovate

Применение каждого из обозначенных методов мотивации групп стейкхолдеров к инновационной деятельности базируется на совокупности приемов. При выборе конкретного приема мотивации важно учитывать групповые интересы стейкхолдеров, которые они смогут удовлетворить путем мотивированного участия в инновационной деятельности.

Так, институциональный метод мотивации предполагает использование следующих приемов: расширение нормативно-правовой базы управления инновационной деятельностью на основе адаптации зарубежного опыта; совершенствование методического базиса инновационной деятельности; создание механизмов и инструментов

координации взаимодействия групп стейкхолдеров в процессе инновационной деятельности; совершенствование инфраструктуры инновационной деятельности; формирование на основе использования передовых информационно-телекоммуникационных технологий условий для эффективного взаимодействия групп стейкхолдеров [9].

Важно отметить, что перечисленные приемы мотивации, применяемые в рамках реализации институционального метода, носят обобщенный характер и в разной степени соответствуют условию наиболее полного достижения групповых интересов стейкхолдеров (таблица 1).

Таблица 1.  
Соответствие приемов институционального метода мотивации групповым интересам стейкхолдеров

Table 1.  
Compliance of the methods of institutional motivation with the group interests of stakeholders

Наименование Name	Развитие нормативно- правовой базы Development of the legal framework	Совершенствование методического базиса Improving the methodological basis	Совершенствование взаимодействия Improving the interaction	Совершенствование инфраструктуры Infrastructure improvement	Формирование условий для взаимодействия Creating conditions for interaction
Органы региональной власти The regional authorities	+	+	+	+	+
Бизнес Business	+	+	+	+	+
Научные институты scientific Institute	+	+	+	+	+
Образовательные организации Educational organization	+	+	+	+	+
Профсоюзы Unionists	+	+	+		+
Население Population	+		+		

Использование экономического метода мотивации базируется на комплексе следующих приемов: налоговые льготы; субсидирование инновационной деятельности; льготное кредитование; страхование рисков инновационной деятельности; развитие консалтинговых услуг [10].

Данные приемы мотивации также носят обобщенный характер и в разной степени отвечают интересам групп стейкхолдеров (таблица 2).

Применение организационного метода мотивации предполагает использование следующих

приемов: формирование потребности в инновациях; развитие адаптивной корпоративной культуры; формирование цифровых компетенций у населения; формирование инновационного типа поведения у представителей государственной власти; изменение типа потребительского поведения.

Данные приемы мотивации носят универсальный характер и в разной степени отвечают интересам групп стейкхолдеров (таблица 3).

Таблица 2.  
Соответствие приемов экономического метода мотивации групповым интересам стейкхолдеров

Table 2.  
Compliance of methods of economic method of motivation with group interests of stakeholders

Наименование Name	Налоговые льготы Tax benefits	Субсидии Subsidies	Льготное кредитование Preferential lending	Страхование Insurance	Консалтинг Consulting
Органы региональной власти The regional authorities	+			+	+
Бизнес   Business	+	+	+	+	+
Научные институты scientific Institute	+	+	+	+	+
Образовательные организации Educational organization	+	+	+	+	+
Профсоюзы   Unionists	+			+	+
Население   Population	+			+	+

Таблица 3.  
Соответствие приемов организационного метода мотивации групповым интересам стейкхолдеров

Table 3.  
Compliance of organizational methods of motivation with group interests of stakeholders

Наименование Name	Формирование потребности Creating a need	Развитие адаптивной оргкультуры Development of adaptive organizational culture	Формирование цифровых компетенций The formation of digital competencies	Формирование инновационного поведения Formation of innovative behavior	Изменение типа потребительского поведения Changing the type of consumer behavior
Органы региональной власти The regional authorities	+		+	+	+
Бизнес   Business	+	+	+		+
Научные институты scientific Institute	+	+	+		+
Образовательные организации Educational organization	+	+	+		+
Профсоюзы   Unionists	+	+	+		+
Население   Population	+		+		+

Таким образом, эффективная инновационная деятельность в регионе невозможна без создания системы методов и приемов мотивации, адекватной интересам групп стейкхолдеров. Данная система мотивации должна выступать неотъемлемым элементом стратегии инновационных преобразований на уровне региона.

#### Заключение

Проведенное исследование позволило сделать вывод о необходимости разработки и внедрения в практику методов и приемов мотивации групп стейкхолдеров к инновационной

деятельности. При этом важно отметить, что выбор конкретного метода и приема мотивации зависит во многом от специфики групповых интересов стейкхолдеров. Чем более полно они смогут реализовать свои интересы в процессе инновационной деятельности, тем выше будет степень их инновационной активности. Системы мотивации стейкхолдеров к инновационной деятельности должны выступать обязательным структурным элементом стратегии развития инновационной деятельности на уровне субъекта РФ.

#### Литература

- 1 Cruz-Jesus F., Oliveira T., Bacao F., Irani Z. Assessing the pattern between economic and digital development of countries // *Information Systems Frontiers*. 2017. V. 19. P. 835–854. doi: 10.1007/s10796-016-9634-1
- 2 Porter M.E. The Economic Performance of Regions // *Regional Studies*. 2003. V. 37. № 6-7. P. 549–578. doi: 10.1080/0034340032000108688
- 3 Synopsis of policy options for creating a supportive environment for innovative development. Economic commission for Europe committee on economic cooperation and integration. Geneva, 2008. URL: [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/documents/2008/session3/ECE\\_CECI\\_2008\\_3.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/documents/2008/session3/ECE_CECI_2008_3.pdf)
- 4 Авдеев И.В. Структурно-цифровая трансформация как фактор инновационного развития региональной экономической системы. URL: <https://docviewer.yandex.ru>
- 5 Названова К.В. Инновации как инструмент современной трансформации экономики: теоретический аспект // *Экономический анализ: теория и практика*. 2017. Т. 16. № 2. С. 251–259.
- 6 Файзуллоев М.К. Формирование и развитие региональной инновационной системы: состояние и проблемы. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/121332298>
- 7 Фаттахов Р.В., Низамутдинов М.М., Орешников В.В. Инструментарий обоснования параметров стратегического развития региона на базе адаптивно-имитационного моделирования // *Регион: экономика и социология*. 2017. № 1. С. 101–120.
- 8 Фокеев М.А. Ключевые факторы инновационного развития регионов России // *Финансы и кредит*. 2017. Т. 23. № 15. С. 900–912.
- 9 Хасаншин И.А. Управление развитием инновационной активности предпринимательских структур на региональном уровне // *Управление экономическими системами*. 2017. № 2 (96).
- 10 Шакиров Т.Р. Развитие инновационной экономики региона на основе формирования информационной инфраструктуры: автореф. дис... канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2017. 20 с.

## References

- 1 Cruz-Jesus F., Oliveira T., Bacao F., Irani Z. Assessing the pattern between economic and digital development of countries. *Information Systems Frontiers*. 2017. vol. 19. pp. 835–854. doi: 10.1007/s10796-016-9634-1
- 2 Porter M.E. The Economic Performance of Regions. *Regional Studies*. 2003. vol. 37. no. 6-7. pp. 549–578. doi: 10.1080/0034340032000108688
- 3 Synopsis of policy options for creating a supportive environment for innovative development. Economic commission for Europe committee on economic cooperation and integration. Geneva, 2008. Available at: [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/documents/2008/session3/ECE\\_CECI\\_2008\\_3.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/ceci/documents/2008/session3/ECE_CECI_2008_3.pdf)
- 4 Avdeev I.V. Structural-digital transformation as a factor in the innovative development of the regional economic system. Available at: <https://docviewer.yandex.ru> (in Russian).
- 5 Nazvanova K.V. Innovation as an instrument of modern transformation of the economy: theoretical aspect. *Economic analysis: theory and practice*. 2017. vol. 16. no. 2. pp. 251–259. (in Russian).
- 6 Fayzulloev M.K. Formation and development of a regional innovation system: state and problems. Available at: <https://docviewer.yandex.ru/view/121332298> (in Russian).
- 7 Fattakhov R.V., Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. The toolkit for substantiating the parameters of the region's strategic development based on adaptive-simulation modeling. *Region: economics and sociology*. 2017. no. 1. pp. 101–120. (in Russian).
- 8 Fokeev M.A. Key factors of innovative development of Russian regions. *Finance and credit*. 2017. vol. 23. no. 15. pp. 900–912. (in Russian).
- 9 Khasanshin I.A. Management of the development of innovative activity of entrepreneurial structures at the regional level. *Management of economic systems*. 2017. no. 2 (96). (in Russian).
- 10 Shakirov T.R. The development of the innovative economy of the region on the basis of the formation of information infrastructure. St. Petersburg, 2017. 20 p. (in Russian).

## Сведения об авторах

**Надежда А Серебрякова** д.э.н., профессор, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [nadserebryakova@mail.ru](mailto:nadserebryakova@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-9141-5580>

**Наталья В. Дорохова** к.э.н. доцент, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [nv\\_dorokhova@mail.ru](mailto:nv_dorokhova@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0001-7092-2623>

**Ирина Ю. Князева** к.э.н., кафедра экономики и экономической безопасности, Российский экономический университет им ГВ Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса 67а, г. Воронеж, Россия, [i.knyazeva@icloud.com](mailto:i.knyazeva@icloud.com)

 <https://orcid.org/0000-0001-8034-234x>

## Вклад авторов

**Надежда А Серебрякова** консультация в ходе исследования  
**Наталья В. Дорохова** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

**Ирина Ю. Князева** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Nadezhda A Serebryakova** Dr. Sci. (Econ.), professor, theory of economics and accounting politics department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [nadserebryakova@mail.ru](mailto:nadserebryakova@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-9141-5580>

**Natalia V. Dorokhova** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, trade and commodity science department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [nv\\_dorokhova@mail.ru](mailto:nv_dorokhova@mail.ru)

 <https://orcid.org/0000-0001-7092-2623>

**Irina Yu. Knyazeva** Cand. Sci. (Econ.), economy and economic security department, Russian Economic University GV Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx str., 67a, Voronezh, Russia, [i.knyazeva@icloud.com](mailto:i.knyazeva@icloud.com)

 <https://orcid.org/0000-0001-8034-234x>

## Contribution

**Nadezhda A Serebryakova** consultation during the study  
**Natalia V. Dorokhova** review of the literature on an investigated problem, performed computations

**Irina Yu. Knyazeva** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 15/11/2019	После редакции 28/11/2019	Принята в печать 02/12/2019
Received 15/11/2019	Accepted in revised 28/11/2019	Accepted 02/12/2019

## Алгоритмы противодействия экономическим преступлениям и оценка уровня угроз экономической безопасности в контексте стратегического управления

Софья П. Хрусталева <sup>1</sup>	spkurbatova@mail.ru	 0000-0002-8035-6028
Кирилл С. Кривякин <sup>1</sup>	89081415866@mail.ru	 0000-0002-8564-8441
Марина С. Луценко <sup>1</sup>	luchiksan@rambler.ru.	 0000-0002-2137-164X
Олеся О. Шендрикова <sup>1</sup>	oli-shendro@ya.ru	 0000-0001-8975-2660

<sup>1</sup> Воронежский государственный технический университет, Московский проспект, 14, Воронеж, 394026, Россия

**Аннотация.** Преступления в сфере экономической деятельности настолько часто стали встречаться в жизни общества, что криминал в экономике стал нормой в поведении хозяйствующих субъектов. Экономическая преступность в России на современном этапе достигла такого масштаба, что реально угрожает национальной безопасности государства. Все это требует детального изучения отдельных составов преступления в сфере экономической деятельности и определения методов предотвращения экономических преступлений. Обеспечение экономического правопорядка является гарантией обеспечения экономической безопасности государства в будущем. Рассмотрены экономические преступления, совершаемые на предприятиях различных форм собственности. Основным видом экономических преступлений является незаконное присвоение активов (имущества), взяточничество и коррупция находятся на втором месте, и наконец, третьим видом часто встречающихся экономических преступлений в 2019 г. является мошенничество в сфере закупок. Размер ущерба от экономических преступлений на крупных предприятиях колеблется в диапазоне от 100 тысяч до 1 миллиона долларов США. Основными инструментами выявления экономических преступлений в России являются: деятельность службы внутреннего аудита и экономической безопасности; защита информационных технологий и финансовая безопасность предприятия; информирование о подозрительных операциях; деятельность предприятия по управлению рисками потерь от мошенничества. Предложено идентифицировать четыре уровня экономической безопасности предприятия: критический, низкий, средний и высокий. Оценена оптимальность процессов управления экономической и информационной безопасностью ПАО «ВАСО», что позволило выделить основные функциональные составляющие общей безопасности промышленных предприятий. Проведена комплексная оценка уровня экономических угроз ПАО «ВАСО» по состоянию на 2019 г.

**Ключевые слова:** экономические преступления, экономическая безопасность, стратегическое управление, стратегическое развитие, стратегический выбор, управленческий процесс, адаптация, промышленность, предприятие

## Algorithms for countering economic crimes and assessing the level of threats to economic security in the context of strategic management

Sofya P. Khrustaleva <sup>1</sup>	spkurbatova@mail.ru	 0000-0002-8035-6028
Kirill S. Krivyakin <sup>1</sup>	89081415866@mail.ru	 0000-0002-8564-8441
Marina S. Lutsenko <sup>1</sup>	luchiksan@rambler.ru.	 0000-0002-2137-164X
Olesya O. Shendrikova <sup>1</sup>	oli-shendro@ya.ru	 0000-0001-8975-2660

<sup>1</sup> Voronezh State Technical University, Moskovsky ave, 14, Voronezh, 394026, Russia

**Abstract.** Crimes in the field of economic activity have become so common in society that crime in the economy has become the norm in the behavior of business entities. Economic crime in Russia at the present stage has reached such a scale that it really threatens the national security of the state. All this requires a detailed study of the individual elements of a crime in the sphere of economic activity and determination of methods for preventing economic crimes. Ensuring the economic rule of law is a guarantee of ensuring the economic security of the state in the future. Economic crimes committed at enterprises of various patterns of ownership are considered. The main type of economic crime is the misappropriation of assets (property), bribery and corruption are in second place, and finally, the third type of common economic crime in 2019 is procurement fraud. The amount of damage from economic crimes in large enterprises ranges from 100 thousand to 1 million US dollars. The main tools for detecting economic crimes in Russia are: the activities of the internal audit and economic security services; information technology protection and financial security of the enterprise; reporting suspicious transactions; the activities of the enterprise to manage the risks of losses from fraud. It is proposed to identify four levels of economic security of the enterprise: critical, low, medium and high. The optimality of the processes for managing economic and information security of PJSC VASO was assessed, which made it possible to single out the main functional components of the overall security of industrial enterprises. A comprehensive assessment of the level of economic threats of PJSC "VASO" as of 2019 was carried out.

**Keywords:** economic crimes, economic security, strategic management, strategic development, strategic choice, management process, adaptation, industry, enterprise

Для цитирования

Хрусталева С.П., Кривякин К.С., Луценко М.С., Шендрикова О.О. Алгоритмы противодействия экономическим преступлениям и оценка уровня угроз экономической безопасности в контексте стратегического управления // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 280–290. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-280-290

For citation

Khrustaleva S.P., Krivyakin K.S., Lutsenko M.S. Shendrikova O.O. Algorithms for countering economic crimes and assessing the level of threats to economic security in the context of strategic management. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 280–290. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-280-290

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Экономические преступления встречаются абсолютно во всех сферах общества. Субъектами экономических преступлений могут быть как представители власти или работники государственных организаций, так и индивидуальные предприниматели или работники коммерческих структур. Рассмотрены экономические преступления, совершаемые на предприятиях различных форм собственности. По мнению авторов, существует два основных способа совершения преступления в сфере экономики на предприятии [1,2]:

— операция без товарной фактуры, т. е. когда товар отсутствует, а документы на него имеются. Таким образом менеджеры высшего или среднего звена отмывают часть денежных средств, списанных под товар, которого не было, в корыстных целях;

— операция безфактурным товаром, когда товар имеется, но отсутствуют соответствующие документы. В данном случае, происходит использование товара, купленного по более низкой цене, не у сертифицированного поставщика и т. д. Документы на данный товар отсутствуют, их подделка и представление для отчётности и является экономическим преступлением.

## Методы

Исходя из описанных способов совершения экономических преступлений, можно сделать вывод, что преступления в сфере экономической деятельности на предприятии в основном

осуществляются за счёт хищения денежных средств при формировании себестоимости продукции или цены на товар. Самыми распространёнными видами преступлений являются взаимодействие с поставщиками-мошенниками по предварительному сговору, искусственное завышение себестоимости продукции за счет комплектующих изделий и транспортно-логистических услуг.

У специалистов в области экономической безопасности и анализа рынка существуют различные методики проверки контрагентов на добросовестность, т. е. участие в незаконных схемах, наличие судимости и определенного уровня деловой репутации [3]. Кроме того, существуют государственные структуры при МВД, занимающиеся вопросами предотвращения экономических преступлений. К ним относится Главное управление экономической безопасности и противодействия коррупции. Там существует отдел, специализирующийся на экономических преступлениях, совершаемых на промышленных предприятиях. В каждом регионе существует региональное отделение управления экономической безопасности и противодействия коррупции, в котором выделены должности, ориентированные на работу с промышленными предприятиями и частным бизнесом.

По мнению авторов, интегрированной универсальной методикой противодействия экономическим преступлениям на предприятии может стать методика, схематично представленная на рисунке 1.

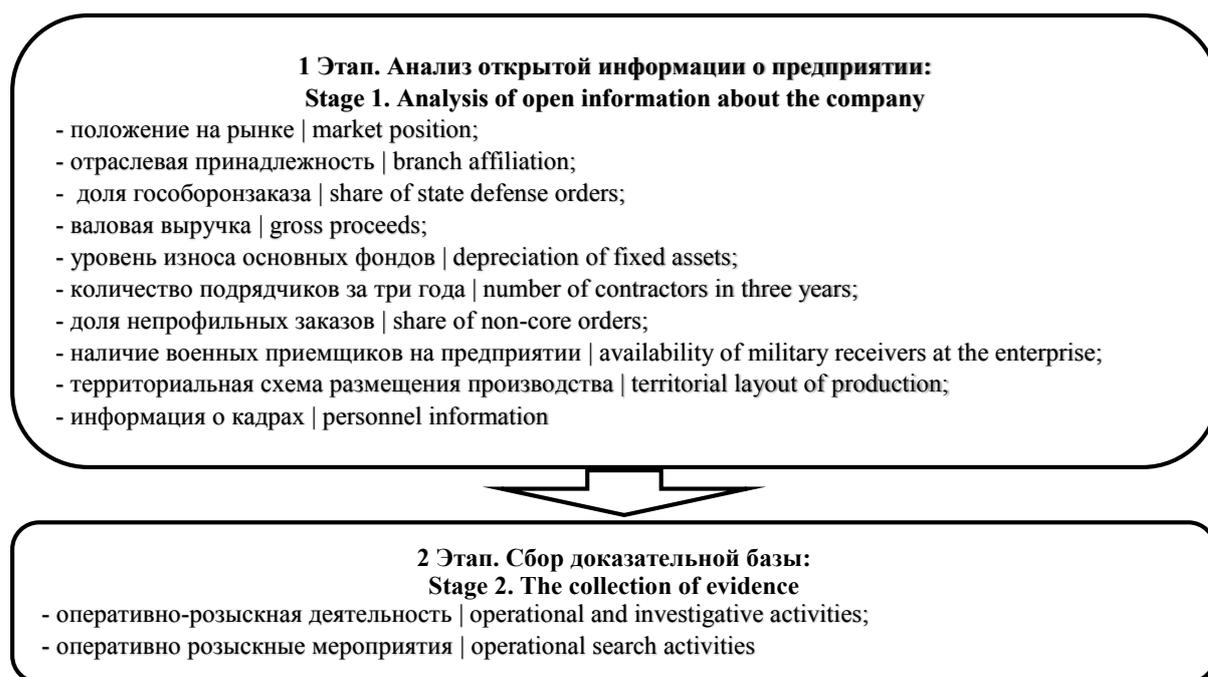


Рисунок 1. Интегрированная методика противодействия экономическим преступлениям на предприятии  
 Figure 1. Integrated method of countering economic crimes at the enterprise

На первом этапе информация о предприятии добывается из открытых источников, используются инструменты конкурентной разведки и интернет-разведки. На основе выделенных качественных и количественных критериев формируется определённый образ исследуемого предприятия. Определяется: устойчивость предприятия на внутреннем рынке; отраслевая принадлежность предприятия, его место в отрасли и влияние на экономику страны; уровень финансирования из бюджета, если предприятие выпускает продукцию для потребностей министерства обороны; валовая выручка для сравнения с предыдущими периодами; уровень износа оборудования, зачастую замена и ремонт оборудования финансируется из бюджетных средств; количество подрядчиков и субподрядчиков, их характеристика с точки зрения надёжности для кооперационных связей; доля непрофильных заказов, если такие имеют место быть, зачастую в корыстных целях предприятия передают на аутсорсинг непрофильные виды деятельности, которые могут быть выполнены собственными силами.

Наличие военной приёмки даёт возможность проследить деятельность предприятия через взаимодействие с другими предприятиями оборонно-промышленного комплекса. Учитывается территориальное размещение основных производственных фондов предприятия, затраты на логистику. Собирается информация о кадрах,

а именно о текучести кадров, количестве работников за последние несколько лет и о частоте замены работников с руководящих должностей и уровне их заработной платы. Самыми распространёнными преступлениями в сфере экономики на предприятии являются мошеннические действия с финансовыми документами. Первичными методами профилактики экономических преступлений в области финансовой отчётности являются горизонтальный и вертикальный анализ, а также анализ финансовых индикаторов и коэффициентов. Однако применение такого рода аналитических методов не всегда гарантирует полную диагностику финансовой деятельности предприятия [4].

По этой причине одним из главных инструментов проверки хозяйственной деятельности предприятия является экспертиза бухгалтерской и финансовой отчётности. Такого рода проверка осуществляется в процессе проведения внутреннего аудита или внешней экспертной проверки правоохранительными органами. На рисунке 2 представлена классификация возможных искажений (ошибок), которые могут быть представлены в отчёте о финансовых результатах предприятия. Поиск возможных ошибок в финансовой отчётности, а также определение их характера, т. е. умышленного или случайного появления, осуществляется на основе судебно-бухгалтерской (экономической) экспертизы.

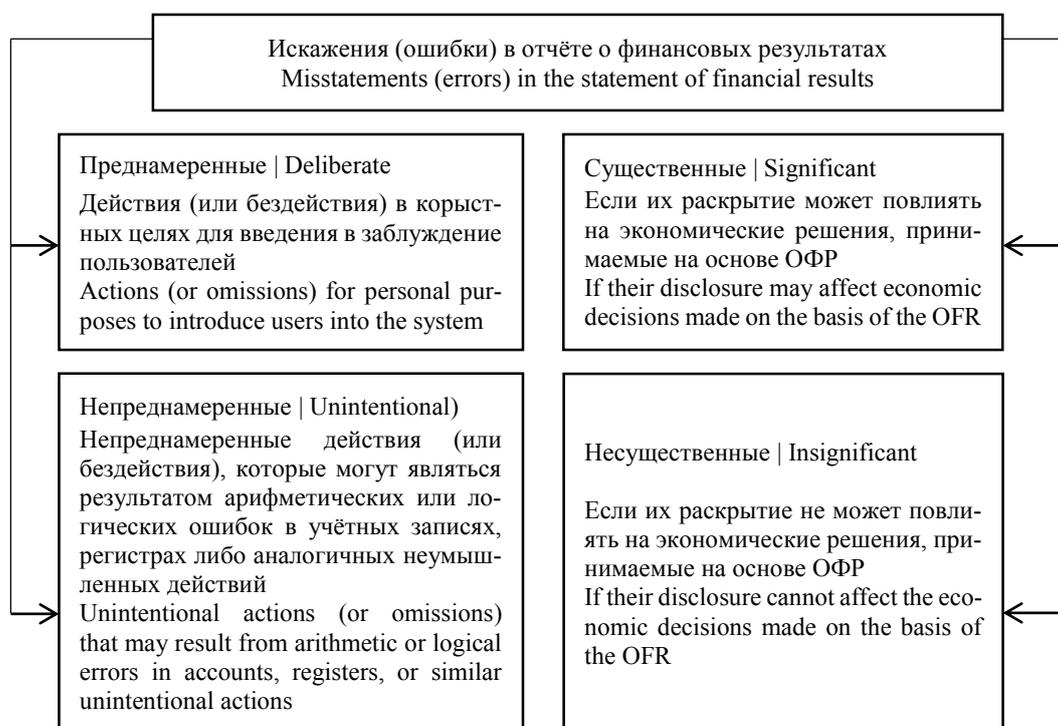


Рисунок 2. Потенциальные ошибки в финансовой отчётности промышленного предприятия

Figure 2. Potential errors in the financial statements of an industrial enterprise

Алгоритм проведения судебно-бухгалтерской (экономической) экспертизы финансовой отчётности представлен на рисунке 3. На первом этапе происходит сбор и обработка информации, анализ финансовой отчетности предприятия, поиск причин и условий, способствующих совершению экономического преступления. Второй этап посвящён изучению имеющихся материалов, определению ответственных исполнителей и методов проведения экспертизы. На втором этапе формируется подробный план контрольно-аналитических мероприятий.

Третий этап посвящён непосредственно проведению экспертизы, здесь проверяются все бухгалтерские проводки, их соответствие нормативным документам, проверяется отчёт о финансовых результатах предприятия. На четвёртом этапе происходит оформление результатов экспертизы, формируется итоговое заключение.

Заключительный этап подразумевает передачу результатов экспертизы сотруднику

правоохранительных органов, инициировавшему ее проведение для дальнейшей проверки. Таким образом, проведение судебно-бухгалтерской (экономической) экспертизы позволяет определить возможные ошибки преднамеренного и случайного характера в хозяйственной деятельности предприятия, являющиеся основанием для совершения экономических преступлений.

Регулярное проведение бухгалтерской экспертизы позволит минимизировать условия, способствующие совершению экономических преступлений, выявить потенциальных преступников и сформировать высокий уровень репутации предприятия среди клиентов и партнёров.

Учитывая высокую степень сложности идентификации преступников и привлечения их к ответственности за совершение преступлений в сфере экономики, как в современной России, так и на западе имеется значительный опыт в области противодействия и профилактики экономических преступлений [5,6].

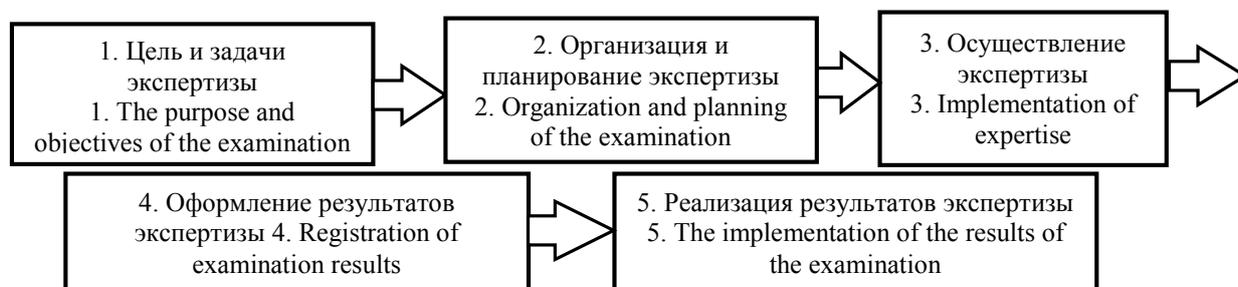


Рисунок 3. Алгоритм проведения судебно-бухгалтерской (экономической) экспертизы финансовой отчётности  
Figure 3. The algorithm for conducting forensic accounting (economic) examination of financial statements

С целью поиска инструментов предотвращения причин и возможных последствий в России по примеру Запада проводят исследования экономических преступлений, их фиксацию и статистическую обработку. Подобные исследования проводятся раз в два года. Основными поставщиками информации, как правило, являются сотрудники и руководители служб безопасности и внутреннего аудита, а также финансовые аналитики предприятий и организаций различных форм собственности [6–8] (рисунок 4).

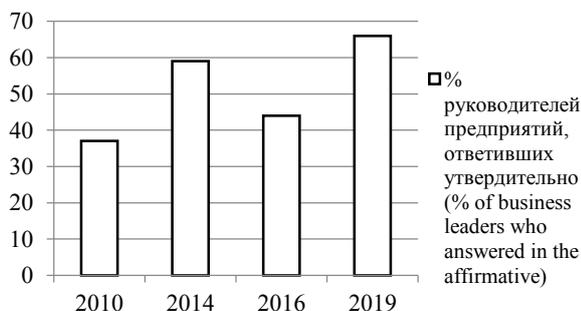


Рисунок 4. Статистика предприятий в России, подвергавшихся экономическим преступлениям  
Figure 4. Statistics of enterprises in Russia that have been subjected to economic crimes

Несмотря на наличие практически на каждом предприятии плана (программы) противодействия коррупционной деятельности в соответствии с ФЗ № 273 «О противодействии коррупции» от 25.12.2008, а также кодекса этики и служебного поведения работников предприятия количество экономических преступлений за последние два года увеличилось.

Анализ количества преступлений в сфере экономической деятельности за последние четыре года показывает некоторую цикличность, однако по прогнозам экспертов количество преступлений будет расти, и связано это, прежде всего с участвующими киберпреступлениями в области экономики.

Основным видом экономических преступлений (рисунок 5) является незаконное присвоение активов (имущества), взяточничество и коррупция находится на втором месте, и наконец, третьим видом часто встречающихся экономических преступлений в 2019 г., является мошенничество в сфере закупок. В процессе закупок самый высокий коррупционный риск возникает в момент выбора поставщика, так считает большая часть респондентов.

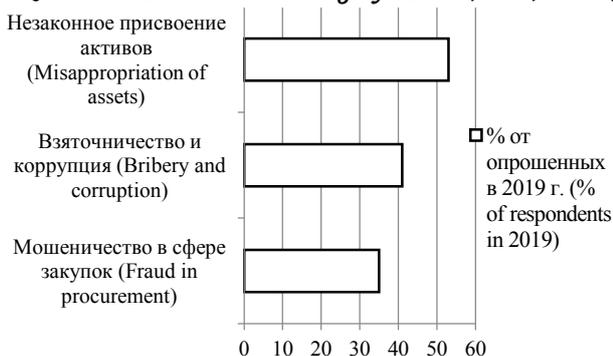


Рисунок 5. Основные виды экономических преступлений в России в 2019 г.

Figure 5. Main types of economic crimes in Russia in 2019

Отечественный и зарубежный опыт в области противодействия экономическим преступлениям говорит о том, что большая часть виновников является действующими сотрудниками предприятий и организаций (рисунок 6). Руководители среднего и высшего звена зачастую оказываются замешанными в экономических преступлениях. Среди внешних виновников в экономических преступлениях выделяют клиентов, агентов, поставщиков и посредников, иногда они являются членами одной организованной преступной группы.

Основными инструментами выявления экономических преступлений в России являются:

- деятельность службы внутреннего аудита и экономической безопасности;

- защита информационных технологий и финансовая безопасность предприятия;
- информирование о подозрительных операциях;
- деятельность предприятия по управлению рисками потерь от мошенничества [10–12].

Типичный портрет внутреннего мошенника на предприятии, можно охарактеризовать исходя из следующих составляющих, представленных на рисунке 7.



Рисунок 6. Основные виновники экономических преступлений в 2019 г.

Figure 6. The main culprits of economic crimes in 2019

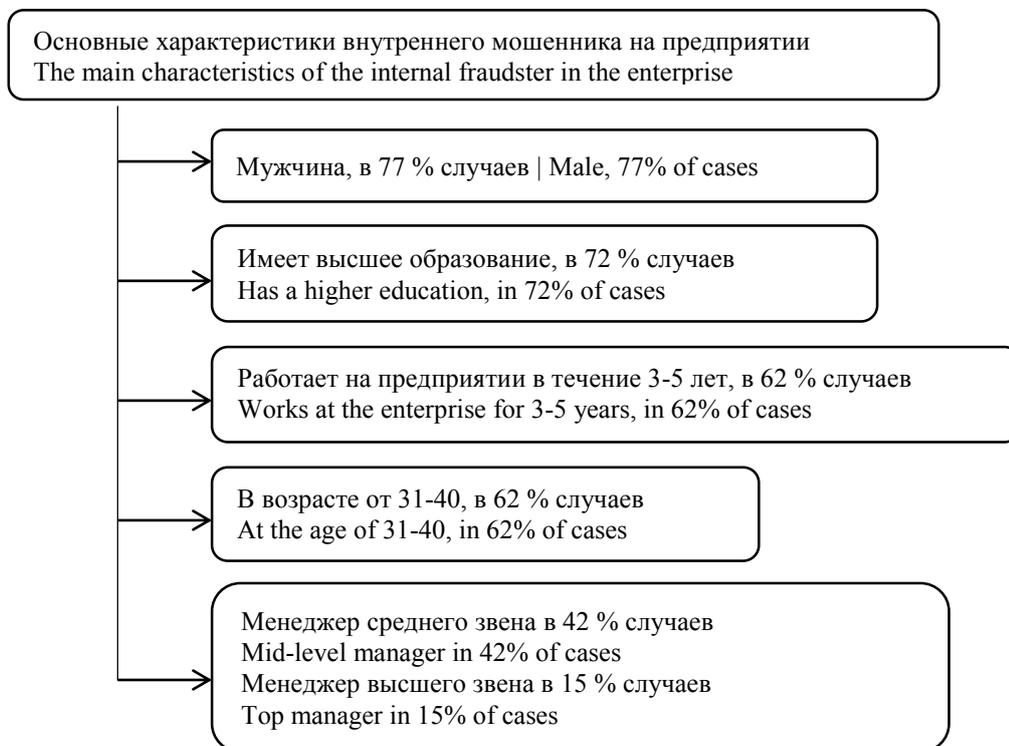


Рисунок 7. Характеристики психологического портрета внутреннего мошенника на предприятии

Figure 7. Characteristics of the psychological portrait of an internal fraudster in an enterprise

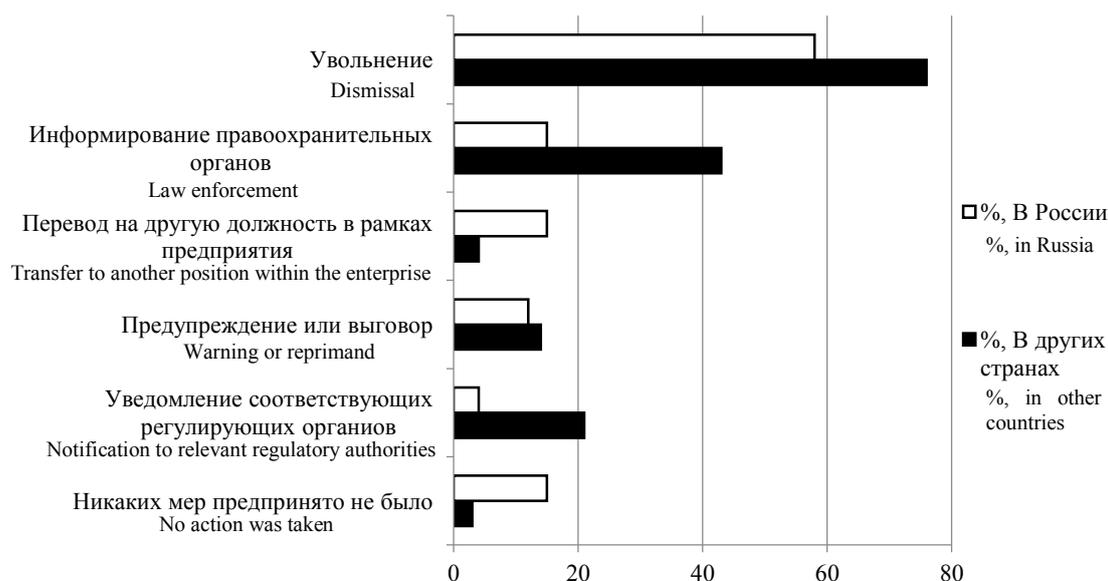


Рисунок 8. Методы борьбы с виновниками экономических преступлений в России и других странах  
Figure 8. Methods of dealing with perpetrators of economic crimes in Russia and other countries

В среднем, размер ущерба от экономических преступлений на крупных предприятиях колеблется в диапазоне от 100 тысяч до 1 миллиона долларов США (рисунок 8). Одними из часто встречающихся экономических преступлений в России являются преступления коррупционной направленности. Несмотря на принятие ряда федеральных законов в области противодействия коррупции № 273 от 25.12.2008 «О противодействии коррупции» и № 179 от 17.07.2009 «Об антикоррупционной экспертизе нормативных правовых актов и проектов нормативных правовых актов», количество зарегистрированных экономических преступлений коррупционной направленности неуклонно растёт. Примером тому является привлечение к ответственности за совершение коррупционного преступления министра экономического развития А.В. Улюкаева.

В соответствии с федеральным законом о противодействии коррупции на каждом предприятии должна вестись активная работа по профилактике, предупреждению и противодействию преступлений коррупционной направленности.

В Европе и США самым распространённым преступлением в сфере экономики считается манипулирование финансовой отчётностью предприятия. В США к ответственности за совершение такого преступления привлекались такие мировые гиганты как Хегох и Merrill Lynch.

Кроме того, предприятия стран Запада, США, Японии и Кореи подвергаются большому количеству киберпреступлений в сфере экономической деятельности, зачастую со счетов компаний пропадают значительные суммы средств, происходит это по вине сотрудников,

занимающихся информационными технологиями [13–15].

Таким образом, преступления в сфере экономики присущи любому обществу, у них отсутствует национальность, и принадлежность к определённому политическому строю. Только объединившись на международном уровне появляется возможность препятствовать этому негативному явлению.

Оценка оптимальности процессов управления экономической и информационной безопасностью ПАО «ВАСО» позволила выделить основные функциональные составляющие общей безопасности промышленных предприятий:

- безопасность коммерческой тайны предприятия и конфиденциальной корпоративной информации;
- компьютерная безопасность;
- экологическая безопасность;
- информационно-аналитическая процедура;
- финансовая безопасность;
- интеллектуальная безопасность и безопасность персонала;
- политическая и правовая безопасность;
- научно-техническая и технологическая безопасность.

### Обсуждение

Предложена пятифакторная методика прогнозирования банкротства (таблица 1), адаптированная для российских условий, разработанная Сайфуллинским и Кадыковым:

$$R = 2K1 + 0,1 K2 + 0,08 K3 + 0,45 K4 + K5.$$

## Пятифакторная модель Сайфуллина и Кадыкова

Table 1.

## Five-factor model of Sayfullin and Kadykov

Коэффициент Coefficient	Расчёт Calculation	Значение на Value on 31.12.2018	Множитель Multiplier	Произведение Composition гр. 3 x гр. 4
$K_1$	Коэффициент обеспеченности собственными средствами   The ratio of own funds	-0,05	2	-0,11
$K_2$	Коэффициент текущей ликвидности Current liquidity ratio	1,39	0,1	0,14
$K_3$	Коэффициент оборачиваемости активов Asset turnover ratio	0,18	0,08	0,01
$K_4$	Коммерческая маржа (рентабельность реализации продукции)   Commercial margin (profitability of product sales)	-0,16	0,45	-0,07
$K_5$	Рентабельность собственного капитала Return on equity	-0,31	1	-0,31
Итого   Subtotal (R):				-0,34

Совпадающие критерии имеют равнозначный приоритет, автоматически значение веса критерия равно единице, веса совпадающих критериев формируют главную диагональ матрицы. Значения итоговых весовых критериев, расположенные симметрично под диагональю, автоматически приобретают обратные значения.

Согласно модели Сайфуллина-Кадыкова при значении итогового показателя  $R < 1$  вероятность банкротства организации считается высокой, если  $R > 1$ , то вероятность низкая. В данном случае значение итогового показателя составило -0,34, что свидетельствует о неустойчивом финансовом положении предприятия, существующей вероятности банкротства. Однако полученный результат следует рассматривать как условный ориентир. Об уровне экономической безопасности предприятия можно говорить, учитывая состояние ее функциональных составляющих: финансовой, производственно-сбытовой, технико-технологической и кадровой. Оценка уровня экономической безопасности предприятия необходимо осуществлять с помощью количественных показателей, с помощью тех показателей, которые используются в планировании, учете и анализе деятельности предприятия,

что является предпосылкой практического применения данной оценки (таблица 2).

При критическом уровне экономической и информационной безопасности предприятия можно говорить о его общем внутрикризисном состоянии. Низкий уровень указывает на несоответствие большинства показателей экономической безопасности пороговому значению, может характеризоваться низкой эффективностью производства, исчерпанием технического ресурса оборудования и площадей, сокращением персонала и др. При среднем уровне предприятие характеризуется несоответствием некоторых показателей экономической безопасности нормативам, при этом сохраняются возможности улучшения экономического состояния предприятия. Высокий уровень свидетельствует об эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия, о том, что показатели находятся в пределах нормативных значений.

На основании предлагаемой методики целесообразно оценить уровень угроз ПАО «ВАСО» по состоянию на 2019 год. Предложено идентифицировать четыре уровня экономической безопасности предприятия: критический, низкий, средний и высокий (таблица 3).

Таблица 2.

## Комплексная методика оценки уровня экономической безопасности ПАО «ВАСО»

Table 2.

## Comprehensive methodology for assessing the level of economic security of PJSC "VASO"

Показатели экономической безопасности Indicators of economic security	Оценка (Оц) в зависимости от степени соответствия нормативу Assessment (OC) depending on the degree of compliance with the standard		
	Абсолютное (оценка 1) Absolute (rating 1)	Нейтральное (оценка 0,5) Neutral (rating 0.5)	Критическое (оценка 0) Critical (a score of 0)
1	2	3	4
Коэффициент автономии The coefficient of autonomy, $K_a$	>0,5	0,3–0,5	<0,3
Коэффициент обеспеченности собственными средствами Coefficient of security with own funds, $K_{сoc}$	>0,1	0,0–0,1	<0

## Продолжение табл. 2 | Continuation of table 2

1	2	3	4
Коэффициент абсолютной ликвидности Absolute liquidity ratio, Кал	>0,2	0,1–0,2	<0,1
Коэффициент текущей ликвидности Current liquidity ratio, Ктл	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5; или > 3	<1
Пятифакторная модель Э. Альтмана Е. Altman's five-factor model, Кб	>2,9	1,23 – 2,89	<1,23
<i>Финансовая составляющая</i> Financial component, КФ	$КФ = Оц (Ка + Ксос + Кал + Ктл + Кб) / 5$		
Коэффициент рентабельности продаж Return on sales ratio, Крп	>0,2	0,1–0,2	<0,1
Коэффициент рентабельности активов Return on assets ratio, Кра	>0,1	0,0–0,1	<0
Коэффициент соотношения дебиторской и кредиторской задолженности   Ratio of accounts receivable and accounts payable, Ксдк	0,9–1,0	0,5–0,9; или > 1	<0,5
Коэффициент оборачиваемости оборотных активов   Turnover ratio of current assets, Кооб	рост показателя в динамике	показатель практически не меняется	сокращение показателя в динамике
<i>Производственно-сбытовая составляющая</i> Production and sales component, КП	$КП = Оц (Крп + Кра + Ксдк + Кооб) / 4$		
Коэффициент фондоотдачи Return on investment ratio, Кф	Рост показателя в динамике   Growth of the indicator in dynamics)	Показатель практически не меняется   The indicator is almost unchanged)	Сокращение показателя в динамике Reduction of the indicator in dynamics
Коэффициент годности основных средств   Shelf life of fixed assets, Кг	>0,5	0,3–0,5	<0,3
Коэффициент обновления основных средств   The coefficient of renovation of fixed assets, Кобн	>0,1	0,0–0,1	0
<i>Технико-технологическая составляющая</i>   Technical and technological component, КТ	$КТ = Оц(Кф + Кг + Кобн) / 3$		
Коэффициент уровня заработной платы   The coefficient of wage level, Кзп	>1	0,5–1,0	<0,5
Коэффициент стабильности кадров The coefficient of stability of staff, Кск	>1	0,5–1,0	<0,5
Коэффициент выработки продукции на одного работника   The ratio of production per employee, Квыр	Рост показателя в динамике Dynamics growth	Показатель практически не меняется   The indicator practically does not change	Сокращение показателя в динамике Dynamics reduction
<i>Кадровая составляющая</i> Personnel component, КК	$КК = Оц (Кзп + Кск + Квыр) / 3$		
Сводный коэффициент ЭБП Consolidated ratio of EFPS, КЭБП	$КЭБП = (КФ + КП + КТ + КК) / 4$		

Таблица 3.

Оценка уровня экономической безопасности ПАО «ВАСО» на предлагаемой основе методики

Table 3.

Assessment of the level of economic security of PJSC “VASO” on the basis of the proposed methodology

Показатели экономической безопасности ПАО «ВАСО» Indicators of economic security PJSC “VASO”	Годы   Years					
	2017		2018		2019	
	Фактич. знач. Fact	Оценка Estimation	Фактич. знач. Fact	Оценка Estimation	Фактич. знач. Fact	Оценка Estimation
1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент автономии The coefficient of autonomy	0,42	0,5	0,43	0,5	0,62	1,0
Коэффициент обеспеченности собственными средствами   Coefficient of security with own funds	0,20	1	0,22	1	0,52	1
Коэффициент абсолютной ликвидности Absolute liquidity ratio	0,003	0	0,02	0	0,07	0
Коэффициент текущей ликвидности Current liquidity ratio	1,26	0,5	1,28	0,5	2,08	1
Пятифакторная модель Э. Альтмана Е. Altman's five-factor model	0,40	0	1,98	0,5	3,72	1
<i>Финансовая составляющая</i>   Financial component	–	0,40	–	0,50	–	0,80

Продолжение табл. 3 | Continuation of table 3

1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент рентабельности продаж Return on sales ratio	0,02	0	0,04	0	0,23	1
Коэффициент рентабельности активов Return on assets ratio	-0,24	0	-0,06	0	0,26	1
Коэффициент соотношения дебиторской и кредиторской задолженности   Ratio of accounts receivable and accounts payable	0,35	0	0,003	0	0,09	0
Коэффициент оборачиваемости оборотных активов   Turnover ratio of current assets	1,31	0	2,29	1	2,49	0,5
<i>Производственно-сбытовая составляющая</i> <i>Production and sales component</i>	–	0,00	–	0,25	–	0,63
Коэффициент фондоотдачи Return on investment ratio	1,91	1	3,09	1	3,30	0,5
Коэффициент годности основных средств Shelf life of fixed assets	0,55	1	0,44	0,5	0,37	0,5
Коэффициент обновления основных средств The coefficient of renovation of fixed assets	0,10	0,5	0,01	0,5	0,05	0,5
<i>Технико-технологическая составляющая</i> <i>Technical and technological component</i>	–	0,83	–	0,67	–	0,50
Коэффициент уровня заработной платы The coefficient of wage level	0,33	0	0,49	0	0,49	0
Коэффициент стабильности кадров The coefficient of stability of staff	0,52	0,5	1,00	1	0,94	0,5
Коэффициент выработки продукции на одного работника   The ratio of production per employee	30506	0,5	101024	1	112949	1
<i>Кадровая составляющая   Personnel component</i>	–	0,33	–	0,67	–	0,50
Сводный коэффициент ЭБП Consolidated ratio of EFPS	–	0,39	–	0,52	–	0,61
<i>Уровень экономической безопасности</i> <i>Level of economic security</i>	<i>Низкий</i> <i>Low</i>		<i>Средний</i> <i>Medium</i>		<i>Средний</i> <i>Medium</i>	

В условиях цифровой экономики процесс эффективного функционирования и экономического развития отечественных предприятий зависит от совершенствования процессов обеспечения экономической безопасности. Оптимизация процессов управления предприятием в условиях цифровой экономики требует применения принципиально новых методов управления, соответствующих действительным рыночным условиям. Если говорить об экономической безопасности предприятия авиационной промышленности, ее потенциал должен выражаться обеспеченностью предприятия качественными ресурсами, их оптимальными запасами с учетом возможных рисков хозяйственной деятельности. При этом все ресурсы должны быть эффективно задействованы в рентабельном производстве для обеспечения получения прибыли и поддержания ликвидности предприятия.

### Заключение

В условиях масштабной цифровизации экономики стратегическое управление производственным предприятием предопределяет

внедрение методов обеспечения экономической безопасности. Применительно к ПАО «ВАСО» целесообразно рекомендовать ряд мероприятия, направленных на нивелирование угроз экономической безопасности:

- имитационное моделирование и внедрение методов дополненной реальность в производственные процессы;
- аддитивное производство, 3D-печать;
- цифровизация процессов управления логистикой с использованием (RFID) радиочастотной идентификации;
- использование цифрового представления изделия по жизненному циклу (проектирование, производство, испытания, эксплуатация, предиктивный ремонт);
- внедрение «машинного обучения» для разработки собственных правил принятия решений в производстве;
- максимальное внедрение роботизации и автоматизации производственных процессов;
- Big Data & Analytics

### Литература

- 1 Васильев В.А. Криминологическое исследование убийств и обеспечение безопасности жизни граждан: автореф. дис... канд. юрид. наук. М., 2017. 16 с.
- 2 Волженкин Б.В. Уголовная ответственность юридических лиц. СПб.: Редакционно-издательский отдел Санкт-Петербургского юридического института Генеральной прокуратуры РФ, 2018. 40 с.
- 3 Графов А.А. Анализ рынка программного обеспечения в сфере экономической безопасности // Научная сессия профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов по итогам НИР за 2016 год: сборник лучших докладов. Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2017. С. 120–122.
- 4 Горпинченко К.Н., Петров Н.Р. Оценка уровня преступности в экономической сфере // Вектор экономики. 2018. № 5 (93). С. 95.
- 5 Козаченко И.Я., Сергеев Д.Н. Потенциал категоризации преступлений в сфере экономической деятельности // Herald of the Euro-Asian Law Congress. 2018. № 2. С. 105–112.
- 6 Кузнецов А.П. Экономическое преступление и экономическая преступность: соотношение понятий // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. 2017. № 3 (39). С. 235–239.
- 7 Ларичев В.Д. Преступность в сфере экономики (теоретические вопросы экономической преступности): монография. М.: ВНИИ МВД России, 2018.
- 8 Лесников Г.Ю. Преступления в сфере экономики. М.: Изд. «Кросна-Лекс», 2017.
- 9 Мажитова С.Р. О проблеме определения понятия «Экономическая преступность» экономические преступления // Вестник Челябинского государственного университета. 2017. № 3. С. 49–53.
- 10 Максимов М.С. Краткий криминологический словарь. М.: Издательская группа «Культура», 2015. 24 с.
- 11 Digital Economy – Department of Industry, Innovation and Science. URL: <https://industry.gov.au/INNOVATION/DIGITAL-ECONOMY/Pages/default.aspx>
- 12 Chuen D.L.K. Handbook of digital currency: Bitcoin, innovation, financial instruments, and big data. Academic Press, 2015. 612 p.
- 13 Research Internet Banking Rank 2017. URL: <http://markswebb.ru/e-finance/internet-banking-rank-2017/>
- 14 Haltiwanger J., Jarmin R.S. Measuring the digital economy // Understanding the Digital Economy: Data, Tools and Research, 2000. P. 13–33.
- 15 Analysis of the cryptocurrency (bitcoin) and its position in the world. URL: <https://coinspot.io/analysis/analiz-kriptovalyuty-bitcoin-i-eyo-polozheniya-v-mire/>

### References

- 1 Vasiliev V.A. Criminological study of murders and ensuring the safety of citizens. Moscow, 2017. 16 p. (in Russian).
- 2 Volzhenkin B.V. Criminal liability of legal entities. St. Petersburg, Editorial and Publishing Department of the St. Petersburg Law Institute of the State Prosecutor's Office of the Russian Federation, 2018. 40 p. (in Russian).
- 3 Grafov A.A. Analysis of the software market in the field of economic security. Scientific session of the faculty, researchers and graduate students following the results of research for 2016: a collection of the best reports. St. Petersburg State University of Economics, 2017. pp. 120–122. (in Russian).
- 4 Gorpichenko K.N., Petrov N.R. Assessment of crime in the economic sphere. Vector of Economics. 2018. no. 5 (93). pp. 95. (in Russian).
- 5 Kozachenko I.Ya., Sergeev D.N. The potential for categorizing crimes in the field of economic activity. Bulletin of the Euro-Asian Legal Congress. 2018. no. 2. pp. 105–112. (in Russian).
- 6 Kuznetsov A.P. Economic crime and the ratio of criminal concepts. Bulletin of the Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2017. no. 3 (39). pp. 235–239. (in Russian).
- 7 Larichev V.D. Crime in the field of economics: a monograph. Moscow, All-Russian Research Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2018. (in Russian).
- 8 Lesnikov G.Yu. Crimes in the field of economics. Moscow, Krosna-Leks, 2017. (in Russian).
- 9 Mazhitova S.R. About the problem of defining the concept of “Economic crime” Economic crime”. Bulletin of the Chelyabinsk State University. 2017. no. 3. pp. 49–53. (in Russian).
- 10 Maximov M.S. Brief criminological dictionary. Moscow, Publishing group “Kul'tura”, 2015. 24 p. (in Russian).
- 11 Digital Economy – Department of Industry, Innovation and Science. Available at: <https://industry.gov.au/INNOVATION/DIGITAL-ECONOMY/Pages/default.aspx>
- 12 Chuen D.L.K. Handbook of digital currency: Bitcoin, innovation, financial instruments, and big data. Academic Press, 2015. 612 p.
- 13 Research Internet Banking Rank 2017. Available at: <http://markswebb.ru/e-finance/internet-banking-rank-2017/>
- 14 Haltiwanger J., Jarmin R.S. Measuring the digital economy. Understanding the Digital Economy: Data, Tools and Research, 2000. pp. 13–33.
- 15 Analysis of the cryptocurrency (bitcoin) and its position in the world. Available at: <https://coinspot.io/analysis/analiz-kriptovalyuty-bitcoin-i-eyo-polozheniya-v-mire/>

### Сведения об авторах

**Софья П. Хрусталева** к.э.н., доцент, кафедры экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский проспект, 14, Воронеж, 394026, Россия, [spkurbatova@mail.ru](mailto:spkurbatova@mail.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-8035-6028>

### Information about authors

**Sofya P. Khrustaleva** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management at an engineering enterprise department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [spkurbatova@mail.ru](mailto:spkurbatova@mail.ru)  
 <https://orcid.org/0000-0002-8035-6028>

**Кирилл С. Кривякин** к.э.н., доцент, кафедра экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский проспект, 14, Воронеж, 394026, Россия, 89081415866@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8564-8441>

**Марина С. Луценко** к.э.н., доцент, кафедра экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский проспект, 14, Воронеж, 394026, Россия, luchiksan@rambler.ru.  
 <https://orcid.org/0000-0002-2137-164X>

**Олеся О. Шендрикова** к.э.н., доцент, кафедра экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский проспект, 14, Воронеж, 394026, Россия, oli-shendro@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-8975-2660>

**Вклад авторов**

**Софья П. Хрусталева** написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат  
**Кирилл С. Кривякин** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнил расчёты  
**Марина С. Луценко** консультация в ходе исследования, предложена методика оценки экономической безопасности  
**Олеся О. Шендрикова** проведен статистический анализ по экономической безопасности России, Европе, США

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Kirill S. Krivyakin** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management at an engineering enterprise department, Voronezh State Technical University, Moskovskyave, 14, Voronezh, 394026, Russia, 89081415866@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8564-8441>

**Marina S. Lutsenko** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management at an engineering enterprise department, Voronezh State Technical University, Moskovskyave, 14, Voronezh, 394026, Russia, luchiksan@rambler.ru.

 <https://orcid.org/0000-0002-2137-164X>

**Olesya O. Shendrikova** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics and management at an engineering enterprise department, Voronezh State Technical University, Moskovskyave, 14, Voronezh, 394026, Russia, oli-shendro@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8975-2660>

**Contribution**

**Sofya P. Khrustaleva** wrote the manuscript, corrected it before submitting it to the editor and is responsible for plagiarism  
**Kirill S. Krivyakin** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations  
**Marina S. Lutsenko** consultation in the course of the study, a method for assessing economic security is proposed  
**Olesya O. Shendrikova** a statistical analysis of the economic security of Russia, Europe, and the United States was carried out

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 05/11/2019	<b>После редакции</b> 14/11/2019	<b>Принята в печать</b> 23/11/2019
<b>Received</b> 05/11/2019	<b>Accepted in revised</b> 14/11/2019	<b>Accepted</b> 23/11/2019

## Основные тенденции применения информационных и телекоммуникационных технологий в условиях высокотехнологичного производства

Ирина В. Казьмина<sup>1</sup> [kazminakazmina@ya.ru](mailto:kazminakazmina@ya.ru)  0000-0002-2610-8656

<sup>1</sup> Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54 «А», г. Воронеж, 394064, Россия

**Аннотация.** Рассматриваются особенности применения информационных и телекоммуникационных технологий на высокотехнологичных предприятиях в целях повышения эффективности производственной деятельности. Определено, что в основе телекоммуникационных технологий лежит процедура информационного обмена и передачи данных. Телекоммуникационные технологии обеспечивают дистанционную передачу всех форм информации, включая данные, голос, видео, между компьютерами по линиям связи различных видов. Анализ результатов классификации информационных технологий и направлений совершенствования информационного обеспечения при производстве высокотехнологичной продукции позволил определить тенденции развития современных информационных технологий. Эти тенденции обусловлены динамикой развития промышленных предприятий и внешней среды, что приводит к функциональным изменениям в системе управления высокотехнологичным предприятием и обеспечивает заметный рост экономики в развитых странах. Основные перспективные средства для передачи данных – Интернет, беспроводные мобильные радиосети, лазерные и волоконно-оптические линии связи. Важнейшей задачей телекоммуникационных технологий в области экономики является электронный обмен. Это указывает на важность телекоммуникационного аспекта в функционировании информационной системы. Телекоммуникационные технологии, обеспечивающие передачу данных, дают возможность реализовывать непрерывный обмен информацией через глобальные сети. Современные телекоммуникационные технологии широко используются при создании сетевых вариантов информационных технологий. Определено, что существенным достижением телекоммуникационных технологий стала возможность проведения контроля в масштабе реального времени финансовых, банковских, торговых и иных операций независимо от территориального расположения их участников. Телекоммуникационные технологии становятся теми элементами, которые информационно объединяют огромную территорию России.

**Ключевые слова:** информационные технологии, телекоммуникационные технологии, глобальные сети, информационные технологии, информация

## The main trends in the development of information and telecommunication technologies when creating high-tech products

Irina V. Kazmina<sup>1</sup> [kazminakazmina@ya.ru](mailto:kazminakazmina@ya.ru)  0000-0002-2610-8656

<sup>1</sup> Military Educational Scientific Center Air Force Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin St. Old Bolsheviks, 54 "A", Voronezh, 394064, Russia

**Abstract.** The features of the application of information and telecommunication technologies in high-tech enterprises are examined in order to increase the efficiency of production activities. It is determined that the basis of telecommunication technologies is the procedure for information exchange and data transfer. Telecommunication technologies provide remote transmission of all forms of information, including data, voice, video, between computers via various types of communication lines. Analysis of the results of the classification of information technologies and areas for improving information support in the production of high-tech products allowed us to identify trends in the development of modern information technologies. These trends are due to the dynamics of the development of industrial enterprises and the external environment, which leads to functional changes in the management system of a high-tech enterprise and provides significant economic growth in developed countries. The main promising means for data transmission are the Internet, wireless mobile radio networks, laser and fiber-optic communication lines. The most important task of telecommunication technologies in the field of economics is electronic exchange. This indicates the importance of the telecommunications aspect in the functioning of the information system. Telecommunication technologies that provide data transfer, make it possible to implement a continuous exchange of information through global networks. Modern telecommunication technologies are widely used in creating network options for information technology. It was determined that a significant achievement of telecommunication technologies was the possibility of real-time control of financial, banking, trading and other operations regardless of the territorial location of their participants. Telecommunication technologies are becoming the elements that informally unite the vast territory of Russia.

**Keywords:** information technology, telecommunications technology, global networks, information technology, information

### Введение

Характерной чертой современности являются интенсивно развивающиеся процессы информатизации практически во всех сферах экономики. Они привели к формированию новой информационной инфраструктуры, которая связана с новым типом общественных отношений, с новой реальностью, с новыми информационными технологиями различных видов деятельности.

Для цитирования

Казьмина И.В. Основные тенденции применения информационных и телекоммуникационных технологий в условиях высокотехнологичного производства // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 291–297. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-291-297

### Информационные технологии изменили

не только способ работы – они изменили способ делового стратегического мышления. Первые быстродействующие компьютеры использовались предпринимателями в основном для автоматизации процессов, которые раньше выполнялись вручную большим числом сотрудников невысокой квалификации. Сегодня новые средства вычислительной техники (СВТ) и технологии

For citation

Kazmina I.V. The main trends in the development of information and telecommunication technologies when creating high-tech products. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 291–297. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-291-297

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

применяются не только для автоматизации сбора, обработки и передачи данных, но и для реализации новых идей, новых способов создания конкурентного производства в условиях цифровой экономики. В данных условиях информационная индустрия становится ведущей отраслью производства и сервиса, обеспечивающей своими продуктами и услугами другие сферы общественного разделения труда.

В настоящее время информационные технологии являются отраслью с наибольшей скоростью развития. Это отражается в постоянном увеличении количественных и качественных показателей существующих методов и средств, а также в появлении принципиально новых понятий и приемов. В связи с этим целесообразно проанализировать тенденции развития отрасли информационных технологий в целом.

### Обсуждение

Анализ результатов классификации информационных технологий и направлений совершенствования информационного обеспечения при производстве высокотехнологичной продукции, рассмотренных в [1–5], дает возможность определить тенденции развития современных информационных технологий (таблица 1). Переход на формирование рынков программных инструментов (продуктов) и предоставление услуг будет основной тенденцией развития информационных технологий (см. таблицу 1, п. 1), что не потребует серьезных капитальных вложений в здания и оборудование. Следует также отметить, что конвергенция (см. таблицу 1, п. 7) рассматривается как последняя черта современного процесса развития информационных технологий, которая заключается в стирании различий

между сферами материального производства и информационного бизнеса.

Рассмотренные в таблице 1 основные тенденции развития современных информационных технологий обусловлены динамикой развития промышленных предприятий и внешней среды. Она приводит к функциональным изменениям в системе управления промышленным предприятием и обеспечивает заметный рост экономики в развитых странах. Так, например, прирост национального дохода в развитых в экономическом отношении странах на 60 % обеспечивается новыми технологиями (информационным инновационным потенциалом), на 10 % – трудом, на 15 % – капиталом и на 15 % – природными ресурсами. При этом информационная индустрия – наиболее динамично развивающаяся отрасль мировой экономики: ее рост составляет 7–8 % в год [7, 8].

В настоящее время активно начинает формироваться в экономике глобальное сетевое сообщество и рынок информационных услуг. От того, насколько активно будут использоваться информационные технологии в промышленном производстве, зависит ускорение темпов развития экономики России.

Таким образом, информационные технологии непрерывно развиваются, открывая принципиально новые возможности в различных сферах экономики (будь то управление предприятием, поддержка принятия управленческих решений, торговля или экономическая безопасность).

В настоящее время активно продолжается внедрение в отечественную экономику информационных технологий, в том числе и передовых телекоммуникационных.

Таблица 1.

Основные тенденции развития современных информационных технологий

Table 1.

Main trends in the development of modern information technology

Основные тенденции развития информационных технологий The main trends in the development of information technology	Возможности и особенности информационных технологий Opportunities and features of information technology
1	2
1. Усложнение и интеграция всех видов информационных продуктов The complication and integration of all types of information products	Информационный продукт в виде программных инструментов, аппаратных средств, баз и хранилищ данных постоянно развивается и усложняется. Переход к цифровым методам передачи информации с использованием проводных и беспроводных каналов связи, обработки информации в масштабе реального времени и ее хранения с использованием «облачных» технологий и др. Пассивные формы восприятия информации уступают место интерактивным формам. Информационные технологии применяются не только для автоматизации сбора и обработки данных, но и для реализации новых идей и способов получения конкурентного преимущества. Формирование рынка информационных продуктов An information product in the form of software tools, hardware, databases and data warehouses is constantly evolving and becoming more complicated. The transition to digital methods of transmitting information using wired and wireless communication channels, processing information in real time and storing it using "cloud" technologies, etc. Passive forms of perceiving information give way to interactive forms. Information technology is used not only to automate the collection and processing of data, but also to implement new ideas and ways to gain a competitive advantage. Formation of the market for information products

Продолжение табл.1 | Continuation of table 1

1	2
<p>2. Возрастание стоимости информационного обеспечения при удешевлении СВТ The increase in the cost of information support while cheaper SVT</p>	<p>Наблюдается резкий рост стоимости информационного обеспечения за счет удорожания программного обеспечения (основанного на нечеткой логике, нейронных сетях, генетических алгоритмах, вероятностных вычислениях и др.). Одновременно расширение функциональных возможностей в одном СВТ обеспечивало снижение его стоимости. Одно интегрированное устройство со всеми информационными функциями гораздо удобнее иметь, чем отдельно стоящие СВТ (сканер, принтер и др.) A sharp increase in the cost of information support is observed due to the rise in price of software (based on fuzzy logic, neural networks, genetic algorithms, probabilistic calculations, etc.). At the same time, the expansion of functionality in one SVT ensured a reduction in its cost. It is much more convenient to have one integrated device with all information functions than stand-alone SVTs (scanner, printer, etc.)</p>
<p>3. Обеспечение совместимости различных устройств и программных продуктов, способности их к взаимодействию Ensuring the compatibility of various devices and software products, their interoperability</p>	<p>Возможность использования в одном комплексе различных устройств и программных продуктов, а также свободного обмена различной информацией. В настоящее время проблемы оптимального обмена данными между компьютерными информационными системами, а также проблемы обработки и передачи данных и формирования требуемой информации приобрели статус технологических решений. Современные программно-аппаратные средства и протоколы обмена данными СВТ позволяют решать их во все более полном объеме. Способность к параллельному взаимодействию логических элементов информационных технологий Possibility of using various devices and software products in one complex, as well as the free exchange of various information. Currently, the problems of optimal data exchange between computer information systems, as well as the problems of processing and transmitting data and generating the required information have acquired the status of technological solutions. Modern software and hardware tools and protocols for the exchange of SVT data make it possible to solve them in an increasingly complete volume. Ability for parallel interaction of logical elements of information technology</p>
<p>4. Повышение интеллектуального уровня Intellectual enhancement</p>	<p>На основе использования адаптивных алгоритмов анализа данных с целью автоматического изменения тех или иных параметров информационных систем формируются рекомендации, облегчающие принятие управленческих решений. Математическое и алгоритмическое обеспечение информационной системы усложняется с целью упрощения работы пользователя. Ускорение решения и формализация тривиальных экономических исследовательских задач. Повышение эффективности контроля производства Based on the use of adaptive data analysis algorithms in order to automatically change certain parameters of information systems, recommendations are formed that facilitate the adoption of managerial decisions. The mathematical and algorithmic support of the information system is complicated in order to simplify the work of the user. Acceleration of solution and formalization of trivial economic research problems. Improving the efficiency of production control</p>
<p>5. Ликвидация промежуточных сведений от источника информации к ее потребителю Elimination of intermediate information from a source of information to its consumer</p>	<p>Разработка новых методов преобразования информации в удобные и доступные электронные формы для немедленного использования потребителем обуславливает тенденцию ликвидации промежуточных звеньев. На предприятиях изменяется технология производства и управления, исчезает техническая и технологическая документация в бумажном виде и всё, что связано с бумажной технологией. Электронная документация передается по цифровым линиям связи, может прямо поступить на автоматизированные производственные линии The development of new methods for converting information into convenient and accessible electronic forms for immediate use by the consumer leads to a tendency to eliminate intermediate links. At enterprises, the production and management technology changes, technical and technological documentation in paper form and everything related to paper technology disappear. Electronic documentation is transmitted through digital communication lines, can directly go to automated production lines</p>
<p>6. Опережающее развитие систем компьютерных телекоммуникаций Advanced development of computer telecommunication systems</p>	<p>В настоящее время наблюдается опережающее развитие систем компьютерных телекоммуникаций, мобильной сотовой связи пятого поколения (5G) в сравнении с другими системами дистанционной передачи информации. Названные системы компьютерных телекоммуникаций бурно развиваются и имеют множество режимов обработки сигналов и протоколов обмена данными Currently, there is an advancing development of computer telecommunication systems, fifth generation mobile cellular communications (5G) in comparison with other remote information transmission systems. The aforementioned computer telecommunication systems are rapidly developing and have many signal processing modes and data exchange protocols.</p>
<p>7. Конвергенция Convergence</p>	<p>Исчезают различия между промышленными изделиями и услугами, информационным продуктом и средствами его получения. Осуществляется диверсификация видов деятельности предприятий, взаимопроникновение различных отраслей промышленности, финансового и торгового секторов, сферы услуг. Становится явью слияние локальных, региональных и глобальных компьютерных сетей, обеспечивающих обработку информации The differences between industrial products and services, the information product and the means of its production disappear. Diversification of the types of activities of enterprises, the interpenetration of various industries, the financial and commercial sectors, the service sector. Become a fusion of local, regional and global computer networks that provide information processing</p>

Продолжение табл.1 | Continuation of table 1

1	2
8. Глобализация Globalization	<p>Различные предприятия могут с помощью информационных технологий вести дела на мировом рынке, немедленно получая исчерпывающую необходимую информацию. Программные технологии обеспечивают совместимость различных информационных продуктов, позволяющую использовать их в едином информационном пространстве. Информация без затруднений передается через границы регионов и государств. Происходит интернационализация программных средств и рынка информационного продукта.</p> <p>Various enterprises can, with the help of information technologies, conduct business in the world market, immediately receiving comprehensive and all necessary information. Software technologies ensure the compatibility of various information products, allowing them to be used in a single information space. Information is easily transmitted across the borders of regions and states. There is an internationalization of software and the market for an information product.</p>

Информационные технологии, степень их освоения и практического использования, а также обеспечивающая их телекоммуникационная инфраструктура становятся важнейшими факторами экономического прогресса, обеспечивая стабильно высокие темпы развития России и эффективность ее интеграции в мировую экономику. При этом средства телекоммуникации обеспечивают не только чрезвычайно широкие технологические возможности автоматизации управленческой деятельности на предприятии, но и являются основой создания разнообразных сетевых вариантов информационных технологий. Основной задачей телекоммуникационных технологий в области экономики является передача данных. Обобщенная схема передачи информации включает в себя источник информации, канал связи и приёмник информации. В соответствии с соотношением Шеннона (из теории передачи информации) выражение для определения максимальной возможной скорости передачи данных  $C_{ПД}$ , бит/с, в канале связи может быть записано в виде:

$$C_{ПД} = F \log_2 \left( 1 + \frac{P_S}{P_{Ш}} \right),$$

где  $F$  – ширина полосы пропускания канала связи, Гц;  $P_S$  – мощность сигнала;  $P_{Ш}$  – мощность шума.

Из соотношения следует, что для увеличения скорости передачи данных в канале связи необходимо увеличить мощность сигнала или уменьшить мощность помех. Здесь скорость передачи информации  $C_{ПД}$  измеряется в битах в секунду (бит/с). Бит в секунду соответствует единичному изменению сигнала в канале передачи информации. Скорость передачи данных  $C_{ПД}$  в канале передачи, например, беспроводной сети связи с использованием антенных ММО-систем (Multiple Input Multiple Output, «множественный вход – множественный выход») возрастает в единицы-десятки раз. При использовании

технологии ММО скорость передачи данных определяется выражением

$$C_{ММО} = M_A \log_2 \left( 1 + \frac{P_S}{P_{Ш}} \right),$$

где  $M_A$  зависит от конфигурации ММО-систем:  $M_A = \min \{M_{прд}, M_{пр}\}$ , где  $M_{прд}$  – число передающих антенн;  $M_{пр}$  – число приемных антенн.

Телекоммуникационные технологии способствуют решению следующих задач: электронный обмен данными; электронный бизнес; удаленное обслуживание клиентов; электронная почта; контроль распределенных операций; высокоскоростная пакетная передача данных; внутризонавая, международная связь; управление территориально распределенными объектами; служба новостей; видео по требованию.

В основе телекоммуникационных технологий лежит процедура информационного обмена и передачи данных. Телекоммуникационные технологии обеспечивают дистанционную передачу всех форм информации, включая данные, голос, видео, между компьютерами по линиям связи различных видов. Обмен информацией производится по каналам передачи информации.

Каналы связи могут использовать различные физические принципы. Пользователи компьютеров могут обмениваться информацией с использованием каналов связи разной физической природы: кабельных, беспроводных, оптических (лазерных), оптоволоконных и других. Основными перспективными средствами для передачи данных являются: Интернет, беспроводные мобильные радиосети, лазерные и волоконно-оптические линии связи. Рассмотрим особенности этих средств [8–10].

Интернет в настоящее время развивается большими темпами. Они намного превышают темпы роста телефонных сетей. В связи с этим появляются исключительно большие возможности Интернета для использования во многих областях экономической деятельности.

Современный Интернет является уникальной компьютерной сетью, предоставляющей различные телекоммуникационные услуги во всемирном масштабе. Развитие Интернета стало дополнительным фактором совершенствования комплекса телекоммуникационных технологий в экономике.

Беспроводные радиосети телекоммуникационных технологий позволяют получать доступ к приложениям и информации без использования проводных соединений. Это обеспечивает свободу передвижения и возможность использования приложений, находящихся в других частях города, региона или мира. Беспроводные сети можно разделить на четыре больших класса: персональные сети (например, оборудование типа Bluetooth 5.0), локальные сети (например, оборудование типа WiFi – Wireless Fidelity), сети регионального (городского) масштаба (например, оборудование типа WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access или типа LTE – Long Term Evolution, стандарт сотовой связи 4G) и глобальные сети (например, оборудование для сетей сотовой связи, функционирующее в режиме роуминга; оборудование спутникового сегмента сети стандарта 5G и др.). Деление по такой схеме достаточно условно, поскольку, например, локальные сети могут являться элементами региональных сетей.

Наиболее перспективным для России является использование сотовых сетей связи для соединения удаленных сегментов локальных компьютерных сетей там, где применение кабельных магистралей затруднено. В настоящее время самыми популярными операторами мобильной сотовой связи в России являются МТС, Мегафон и ВымпелКом. Количество абонентов ведущих российских операторов связи на рынке составляет соответственно 31, 30 и 23 %. Беспроводные сети развиваются высокими темпами и имеют множество режимов обработки сигналов и протоколов обмена данными. Они обладают такими достоинствами, как большая скорость передачи данных (в сетях перспективного стандарта 5G пиковая скорость передачи в нисходящем канале может достигать 25 Гбит/с). Беспроводные мобильные радиосети на основе стандарта 5G предоставят отечественным предприятиям огромные возможности для повышения производительности труда при производстве высокотехнологичной продукции, трансформации производственных бизнес-процессов на основе сквозных технологий в условиях цифровой экономики. Темпы развития в России телекоммуникационных технологий на основе сетей сотовой связи стандарта 5G зависят от оперативного решения на государственном уровне

вопросов назначения полос частот для оборудования данной сети [11].

Успехи в квантовой электронике привели к возможности использования высокоинформативных оптических каналов связи для передачи информации. Совершенствование технологии производства отдельных узлов и блоков в области квантовой электроники и создание оптических квантовых генераторов – лазеров обеспечило возможность построения лазерных информационных систем. Особенностью лазерных информационных систем является широкая полоса частот и, следовательно, возможность передачи в масштабе реального времени больших объемов информации. Виды информации, которую предполагается передавать по лазерному каналу, следующие: командная, потоковое видео, телеметрическая, телефонная и другие. Специфическим преимуществом таких систем связи относительно беспроводных радиосетей связи является высокая потенциальная информационная емкость и пространственная локализация оптических каналов связи за счет формирования узких пространственных секторов передачи информации.

Развитие волоконно-оптической техники стало дополнительным фактором совершенствования комплекса телекоммуникационных технологий в экономике. Волоконно-оптические линии для передачи информации широко используются во всех областях техники и экономики, где требуется высококачественная передача данных на расстояния более ста метров. Это городская, междугородняя телефонная связь, локальные и распределенные компьютерные сети, системы кабельного телевидения, защищенные системы и сети. Стремительный прогресс волоконно-оптической техники обеспечил преимущества волоконно-оптических линий перед кабельными системами связи на основе медных коаксиальных кабелей и витых пар. К преимуществам относятся большая дальность связи и информационная емкость, а также незначительные размеры и низкий вес оптического кабеля.

Следует отметить, что из четырех перечисленных выше средств передачи данных только Интернет по критериям безопасности не удовлетворяет всем требованиям экономических объектов, оставаясь сильно уязвимым при несанкционированном доступе к передаваемой информации по сети общего пользования.

К основным проблемам, сдерживающим дальнейшее развитие телекоммуникационных технологий, относятся:

- неравномерность развития инфраструктуры связи;
- отсутствие в программных документах Правительства России конкретных ориентиров для увеличения доли использования продуктов

телекоммуникационных и информационных технологий, направленных на развитие отдельных секторов экономики;

— нехватка радиочастотного ресурса, необходимого для внедрения новых беспроводных технологий;

— низкая конкурентоспособность продукции и услуг отрасли телекоммуникационных технологий;

— работа части космических аппаратов, предоставляющих услуги по передаче информации, за сроком активного существования;

— высокая потребность в оптимизации налоговой и таможенной политики, нацеленной на стимулирование предприятий, действующих в области телекоммуникационных технологий;

— низкий спрос со стороны промышленных предприятий на услуги по передаче информации в связи с малой значимостью указанных услуг в технологиях управления предприятиями;

— низкий спрос со стороны населения на услуги по передаче данных в связи со снижением доходов населения (особенно в регионах).

Говоря о развитии телекоммуникационных технологий, следует остановиться и на трех основных проблемах, возникающих при обеспечении экономической безопасности предприятия.

Первая проблема связана с тем, что при передаче информации по электронным каналам связи в зашифрованном виде не исключается возможность несанкционированного доступа к ней. В связи с этим многие пользователи не исключают возможность махинаций со своими счетами со стороны злоумышленников и отказываются от удаленного обслуживания, проведения операций с кредитными картами и других услуг, связанных с телекоммуникационными технологиями.

Вторая проблема связана с несовершенством правового обеспечения отношений в сфере телекоммуникационных технологий. Нынешнее законодательство базируется на сложившихся формах экономических отношений, опирающихся в основном на документы в виде бумажных носителей. Новые же электронные способы общения не всегда достаточно подробно описаны в соответствующих нормативных актах. Так, например, при использовании системы удаленного доступа клиент не получает никакого заверенного документа о выполнении той или иной операции, что может стать причиной претензий.

Третья проблема связана с утечкой в телекоммуникационных системах конфиденциальной информации по техническим каналам при использовании средств вычислительной техники. Конфиденциальная информация, циркулирующая в средствах вычислительной техники и беспроводных сетях, может перехватываться по

акустическому, электромагнитному, видовому каналам, а также по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок и другим каналам. Перехваченная информация может быть использована против интересов предприятия или его руководителей.

Важнейшей задачей телекоммуникационных технологий в области экономики является электронный обмен (передача данных). Это указывает на важность телекоммуникационного аспекта в функционировании информационной системы. Телекоммуникационные технологии, обеспечивающие передачу данных, дают возможность реализовывать непрерывный обмен информацией через глобальные сети. В настоящее время целью информационных систем является не просто увеличение эффективности обработки данных и помощь пользователю, а создание высокоэффективного производства с наукоемкой технологией. Универсальный доступ к информации, хранимой в электронной форме, кардинально изменил методы производства продукции и управления предприятием.

Существенным достижением телекоммуникационных технологий стала возможность проведения контроля в масштабе реального времени финансовых, банковских, торговых и иных операций независимо от территориального расположения их участников. Дальнейшее развитие информационных технологий и совершенствование средств передачи данных привело к возможности управления комплексом территориально удаленных объектов как единым объектом за счет объединения информационных систем филиалов в единую информационную систему предприятия.

### **Заключение**

Современные телекоммуникационные технологии широко используются при создании сетевых вариантов информационных технологий. Телекоммуникационные технологии становятся теми элементами, которые информационно объединяют огромную территорию России.

Основной перспективной телекоммуникационной инфраструктуры будут сети связей новых поколений на основе фотоники, а в сегменте беспроводной мобильной связи – сети связи на основе технологий стандарта 5G. Указанные сети мобильной связи наиболее полно соответствуют вызовам цифровой экономики и возможностям трансформации производственных бизнес-процессов на основе сквозных технологий. Развитие российских телекоммуникационных технологий на основе стандарта 5G зависит от решения широкого спектра достаточно сложных проблем, требующих координации всех усилий на государственном уровне.

**Литература**

- 1 Судов Е.В., Левин А.И. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. М., 2002.
- 2 Громов Ю.Ю., Дидрих И.В., Иванова О.Г., Ивановский М.А. и др. Информационные технологии: учебник. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. 260 с.
- 3 Усолтцев А.А. Информационные системы в экономике: конспект лекций. 2009. 69 с.
- 4 Информационные технологии в бизнесе. Энциклопедия; под ред. Желены М. СПб: Издательский дом «Питер», 2002.
- 5 Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р.
- 6 Филимонова Е.В., Черненко Н.А., Шубин А.С. Информационные технологии в экономике. Ростов: Феникс, 2008.
- 7 Westerman G. Digital Transformation: A Road-Map for Billion-Dollar Organizations // MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting. 2011. P. 1–68.
- 8 Коваленко Б.Б. Цифровая трансформация: пути создания конкурентных преимуществ бизнес-организаций // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 9 (9). С. 49–52.
- 9 Mohanty S. Restructuring and Globalization of Telecommunications Industry // Handbook of Research on Corporate Restructuring and Globalization. IGI Global, 2019. P. 52–72.
- 10 Namwijit C., Maneejuk P., Yamaka W. An Analysis of the Impact of Telecommunications Technology and Innovation on Economic Growth // The 6th International Postgraduate Student Colloquium, 2019. Phitsanulok, 2019. P. 71–78.
- 11 Sawhney H. Global economy and international telecommunications networks // Global Communication: A Multicultural Perspective. 2019. P. 21.

**References**

- 1 Sudov E.V., Levin A.I. The concept of development of CALS technologies in the industry of Russia. Moscow, 2002. (in Russian).
- 2 Gromov Yu.Yu., Didrich I.V., Ivanova O.G., Ivanovsky M.A. et al. Information technology: a textbook. Tambov, Publishing House of FSBEI HPE “TSTU”, 2015. 260 p. (in Russian).
- 3 Usoltsev A.A. Information systems in economics: lecture notes. 2009. 69 p. (in Russian).
- 4 Information technology in business. Encyclopedia; under the editorship of Zheleny M. St. Petersburg, Publishing House “Piter”, 2002. (in Russian).
- 5 Program “Digital Economy of the Russian Federation”: Decree of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017 No. 1632 p. (in Russian).
- 6 Filimonova E.V., Chernenko N.A., Shubin A.S. Information technology in the economy. Rostov, Feniks, 2008. (in Russian).
- 7 Westerman G. Digital Transformation: A Road-Map for Billion-Dollar Organizations. MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting. 2011. pp. 1–68.
- 8 Kovalenko B.B. Digital Transformation: Ways to Create Competitive Advantages of Business Organizations. Science and Business: Ways of Development. 2017. no. 9 (9). pp. 49–52. (in Russian).
- 9 Mohanty S. Restructuring and Globalization of Telecommunications Industry. Handbook of Research on Corporate Restructuring and Globalization. IGI Global, 2019. pp. 52–72.
- 10 Namwijit C., Maneejuk P., Yamaka W. An Analysis of the Impact of Telecommunications Technology and Innovation on Economic Growth. The 6th International Postgraduate Student Colloquium, 2019. Phitsanulok, 2019. pp. 71–78.
- 11 Sawhney H. Global economy and international telecommunications networks. Global Communication: A Multicultural Perspective. 2019. pp. 21.

**Сведения об авторах**

**Ирина В. Казьмина** к.э.н., доцент, кафедра восстановления авиационной техники, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54 «А», г. Воронеж, 394064, Россия, kazminakazmina@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-2610-8656>

**Information about authors**

**Irina V. Kazmina** Cand. Sci. (Econ.), associate professor, aviation engineering restoration department, Military Training and Scientific Center of the Air Force Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina, st. Old Bolsheviks, 54 "A", Voronezh, 394064, Russia, kazminakazmina@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-2610-8656>

**Вклад авторов**

**Ирина В. Казьмина** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Contribution**

**Irina V. Kazmina** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Конфликт интересов**

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The author declares no conflict of interest.

Поступила 12/11/2019	После редакции 21/11/2019	Принята в печать 02/12/2019
Received 12/11/2019	Accepted in revised 21/11/2019	Accepted 02/12/2019

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vestnik.vsuet.ru/>

## Требования к оформлению материалов для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий»

Редакция просит авторов в подготовке рукописей руководствоваться изложенными ниже правилами. Рукописи, оформленные без соблюдения данных правил, редакцией рассматриваться не будут.

### ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РУКОПИСЕЙ И ЗАЯВЛЕНИЕ НА РАССМОТРЕНИЕ

Представление рукописи в журнал «ВЕСТНИК ВГУИТ» для печати предполагает, что:

- 1) описанная в ней работа ранее не была опубликована;
- 2) она не рассматривается для публикации в ином издательстве;
- 3) ее публикация была одобрена всеми авторами и так или иначе взаимосвязанными организациями, в которых эта работа проводилась;
- 4) в случае принятия к публикации эта статья не будет опубликована где-либо еще в той же форме, на английском или на любом другом языке, в том числе и в электронном виде.

Представление статьи проводят через официальный сайт издания путем прохождения регистрации (<http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/user/register>).

В состав электронной версии статьи должны входить:

1. Рукопись статьи оформленная строго в шаблоне редакции в формате Word 2007–2016. Word 2003 – **НЕ Принимается**
2. табличный материал в виде отдельного файла (**только при условии** когда объем одной таблицы превышает полную страницу журнальной статьи)
3. иллюстрации **в исходном формате данных с возможностью редактирования (программах для черчения/рисования/создания диаграмм и прочее, ТО ЕСТЬ НЕ сохранен в формате с потерей качества)** предпочтение, при этом отдается векторным форматам: **eps, svg, ai, pdf**, растровый формат изображений (с сжатием): форматы **png, jpeg и пр.** не прикреплять. Минимальное разрешение рисунков и графиков **600 dpi**. Это требование необходимо для повышения типографского качества печатной версии издания.

Если авторов несколько, то необходимо указать автора, которому будет адресована корреспонденция, и его контактные данные: адрес, номер телефона/факса, а также адреса электронной почты всех авторов.

**ВНИМАНИЕ:** Авторы несут полную ответственность за достоверность и оригинальность информации, предоставленной в рукописи. Все рукописи проходят проверку на наличие заимствований в системе «Антиплагиат». Оригинальность рукописи должна быть не менее 80%, в противном случае рукопись будет возвращена без права опубликования. При обнаружении нарушения авторских прав или плагиата будет проведена ретракция опубликованных статей в соответствии с правилами СОРЕ.

### ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЬИ

Статьи в журнале «ВЕСТНИК ВГУИТ» издаются на русском языке с реферат на английском языке. По согласованию с редакцией допускается публикация статьи и на английском языке.

Вся статья (текст, таблицы, примечания, заголовки, иностранные вставки, список литературы, подрисуночные подписи и др.) набирается на компьютере в соответствии со стилями форматирования **шаблона журнала для MS Word 2007-2016**.

Версия статьи выполненная средствами MS Word 2003 **НЕ принимаются**.

Объем статьи, включая список литературы и подрисуночные подписи, не должен превышать: для работ, имеющих общее значение 5–20 страниц текста, для кратких сообщений до 3 стр.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vestnik.vsuet.ru/>

## ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ СТАТЬИ

### I. ОСНОВНОЙ ТЕКСТ СТАТЬИ

Рукописи оригинальных исследований представляются по общепринятой международной схеме (IMRAD format - Introduction, Methods, Results and Discussion) и в статье должны найти отражение следующие рубрики:

**Введение** - кратко излагается современное состояние вопроса и обосновывается актуальность исследования. Дается критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме. Данная оценка разграничивает нерешенные вопросы. Ставятся четко сформулированные цели и задачи, поясняющие дальнейшее исследование в конкретной области;

**Материалы и методы** - дается достаточно подробное описание работы, для ее возможного воспроизведения. Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.

**Результаты** - описываются в логической последовательности в виде отдельных фрагментов, разделенных подзаголовками, без элементов обсуждения, без повторения методических подробностей, без дублирования цифровых данных, приведенных в таблицах и рисунках.

**Обсуждение** - в разделе проводится детальный анализ полученных данных в сопоставлении с данными литературы, что служит обоснованием выводов и заключений авторов.

**Заключение** - подводятся основные итоги работы, приводятся рекомендации и указание на дальнейшие возможные направления исследований.

Для обзорных статей должны быть указаны *Введение* и в соответствии со стандартом PRISMA указать стратегию поиска литературы (<http://www.prisma-statement.org>).

Таблицы объема больше одной страницы указывать как Приложение в виде отдельного файла, так как они не будут опубликованы в печатной версии, а будут прикладываться в виде отдельного файла к электронной версии.

Названия и содержание рисунков (все подписи внутри) и таблиц (столбцов и строк) должны быть приведены как на русском, так и на английском языках.

Графический материал представляется в исходном формате данных с возможностью редактирования (программах для черчения/рисования/создания диаграмм и прочее, ТО ЕСТЬ НЕ сохранен в формате с потерей качества) предпочтение, при этом отдается векторным форматам: eps, svg, ai, pdf, исключение фотографии в растровом формате (с сжатием): png, jpeg и пр. Минимальное разрешение рисунков и графиков 600 dpi.

Файлы Excel -- внедрены в текст статьи, с возможностью редактирования.

### II. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

Список литературы оформляется согласно Приложению 1, 2.

Цитируемая литература должна содержать не менее 10 источников, и не менее 5 ссылок на иностранные источники. В списке литературы должны быть опубликованы работы за последние пять лет, в том числе в журналах, индексируемых в базах данных *ScienceDirect*, *Web of Science*, *Scopus*, *Science Index*. Лишь в случае необходимости допустимы ссылки на более ранние труды. Справочная литература не старше 10 лет.

В список литературы **НЕ включаются** учебные пособия, нормативные и архивные материалы, статистические сборники, газетные заметки без указания автора, монографии, авторефераты и диссертации. В цитируемой литературе желательно указывать источники с DOI.

Вместо ссылок на материалы диссертаций и авторефератов диссертаций, рекомендуется ссылаться на оригинальные статьи по теме диссертационной работы, так как сами диссертации рассматриваются как рукописи и не являются печатными источниками.

Самоцитирование **НЕ более** 2-х ссылок.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vestnik.vsuet.ru/>

### **III. ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА**

Статьи, принимаемые к публикации в журнале «*ВЕСТНИК ВГУИТ*», должны излагать наиболее существенные, законченные и еще ранее неопубликованные результаты научных исследований.

О публикационной этике и этических нормах для публикации в журнале «*ВЕСТНИК ВГУИТ*» см.: <http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/about/editorialPolicies#custom-2>

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.

К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо;
- 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.*

### **IV. КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Информацию о стоимости публикации можно узнать в редакции журнала. Также редакция оказывает платные услуги профессионального перевода реферата и ключевых слов на английский язык.

*По всем интересующим Вас вопросам обращаться в редакцию журнала по контактам:*

*Дерканосова Анна Александровна - кандидат технических наук, доцент кафедры Сервиса и ресторанного бизнеса, начальник Центра коллективного пользования «Контроль и управления энергоэффективными проектами»*

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»*

*Телефон: 8 920 432 16 57*

*E-mail: [post@vestnik-vsuet.ru](mailto:post@vestnik-vsuet.ru), [aa-derk@yandex.ru](mailto:aa-derk@yandex.ru)*

*Адрес 394000, г. Воронеж, пр. Революции, 19, ауд. 11.*

**Соответствие рубрик/разделов журнала Вестник ВГУИТ  
Номенклатуре научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени.**

#### **1.1 Процессы и аппараты пищевых производств**

##### **1.2 Пищевая биотехнология**

- **05.18.01** Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства
- **05.18.04** Технология мясных молочных и рыбных продуктов и холодильных производств
- **05.18.05** Технология сахара и сахаристых продуктов чая табака и субтропических культур
- **05.18.06** Технология жиров эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов
- **05.18.07** Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ
- **05.18.12** Процессы и аппараты пищевых производств
- **05.18.15** Товароведение пищевых продуктов и технология общественного питания

##### **2. Химическая технология**

- **05.17.01** Технология неорганических веществ
- **05.17.04** Технология органических веществ
- **05.17.06** Технология и переработка полимеров и композитов
- **05.17.07** Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- **05.17.08** Процессы и аппараты химических технологий

##### **3. Экономика и управление**

- **08.00.05** Экономика и управление народным хозяйством

## ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

### **СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ:**

#### **(кол-во авторов от 1 до 4):**

Буянова И.В., Имангалиева Ж.К. Агрегат для тонкого измельчения творога // Вестник Международной академии холода. 2016. № 3. С. 23–26.

#### **(кол-во авторов более 4):**

Семенов Е.В., Бабакин Б.С., Воронин М.И., Белозёров А.Г. и др. Математическое моделирование процесса охлаждения хладоносителя системой замороженных шаров // Вестник Международной академии холода. 2016. № 4. С. 74–79.

### **СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ С DOI:**

#### **(кол-во авторов от 1 до 4):**

Илюхина Н.В., Колоколова А.Ю. Закономерности ингибирования культуры *Salmonella* // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 209–212. doi: 10.20914/2310-1202-2018-4-209-212

#### **(кол-во авторов более 4):**

Шарова Н.Ю., Принцева А.А., Манжиева Б.С., Выборнова Т.В. и др. Ферменты гидролитического действия в технологиях переработки некондиционного крахмалсодержащего сырья // Пищевая промышленность. 2019. № 4. С. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058

### **СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ:**

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:**

Цветкова И.И., Сводцева И.А. Индикаторный подход к оценке кадровой безопасности в системе экономической безопасности предприятия // Устойчивое развитие социально-экономической системы Российской Федерации: мат. XVII науч.-практ. конф., Гурзуф, Ялта, 04 декабря 2015 г. Симферополь: Ариал, 2016. С. 110–112.

### **КНИГА, МОНОГРАФИЯ:**

#### **(кол-во авторов от 1 до 4):**

Румянцева З.П. Менеджмент организаций. М.: Инфра-М, 2015. 432 с.

#### **(кол-во авторов более 4):**

Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Успенская М.Е., Попова Я.А. и др. Комплексная переработка кроликов: традиции и инновации: монография. Воронеж, 2017. 377 с.

### **ДИССЕРТАЦИЯ**

Пономаренко Ю.А. Нетрадиционные корма и биологически активные вещества в рационах цыплят-бройлеров и кур-несушек: дис... д-ра с.-х. наук. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2017. 437 с.

### **АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:**

Ушакова А.С. Разработка комплексной технологии переработки сушеного плодово-ягодного сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кемерово: Кемер. технол. ин-т пищевой пром., 2017. 22 с.

### **НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ:**

#### **порядок описания:**

Заглавие официального документа: сведения, относящиеся к заглавию (указ, постановление), Дата принятия документа / Название издания. Год издания. Количество страниц.

#### **пример:**

ГОСТ 5900–2014. Изделия кондитерские. Определение массовой доли влаги и сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.

### **ПАТЕНТ:**

#### **порядок описания:**

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:**

Пат. № 2689672, RU, A23L 5/00. Способ комплексной переработки семян сои с выделением белоксодержащих фракций / Четверикова И.В., Шевцов А.А., Ткач В.В., Сердюкова Н.А. № 2018107149; Заявл. 26.02.2018; Оpubл. 01.07.2019. Бюл. № 19.

### **ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:**

#### **порядок описания:**

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса. Место издания: Издательство, год издания (если указаны). Адрес локального сетевого ресурса.

#### **пример:**

Лапидус Л.В. Центр компетенций цифровой экономики. Ассоциация граждан и организаций по содействию развитию корпоративного образования. URL: <http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/>

## ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ:

### **СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА:**

#### **порядок описания:**

Фамилия И.О. автора (транслитерация). Перевод названия статьи на английский. Перевод названия источника на английский язык. Год, том, номер, страницы (от-до). Указание на язык статьи (in Russian) после описания статьи.

#### **пример:**

(кол-во авторов от 1 до 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 3. pp. 23–26. (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozero A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 4. pp. 74–79. (in Russian).

#### **СТАТЬЯ С DOI:**

(кол-во авторов от 1 до 4):

Pyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of Salmonella Culture. Bulletin of the Voronezh State University. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212 (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials. Food Industry. 2019. no. 4. pp. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058 (in Russian).

#### **СТАТЬЯ ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА:**

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of Computer Mediated Communication. 1999. vol. 5. no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/>

#### **СТАТЬЯ ИЗ ПРОДОЛЖАЮЩЕГОСЯ ИЗДАНИЯ (СБОРНИКА ТРУДОВ):**

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints “steel-composite”. Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”. 2006. no. 593. pp. 125–130. (in Russian).

#### **МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ:**

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise. Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation. Simferopol, Arial, 2016. pp. 110–112. (in Russian).

#### **КНИГИ (МОНОГРАФИИ, СБОРНИКИ):**

(кол-во авторов от 1 до 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations: a monograph. Moscow, Infra-M, 2015. 432 p. (in Russian).

(кол-во авторов более 4):

Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Ya.A. et al. Complex processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p. (in Russian).

#### **ДИССЕРТАЦИЯ ИЛИ АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:**

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials. Kemerovo, Kemer. Technol. Institute of Food Industry, 2017. 22 p. (in Russian).

#### **ГОСТ:**

State Standard 5900–2014. Confectionery products. Determination of the mass fraction of moisture and dry matter. Moscow, Standartinform, 2015. 8 p. (in Russian).

#### **ПАТЕНТ:**

Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions. Patent RF, no. 2689672, 2019.

#### **ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:**

Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. Available at: <http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoy-ekonomiki/> (in Russian).

# **List of requirements of drawing up materials in «Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies»**

**Editorial Board asks the authors to stick to the following rules in writing the papers, otherwise they may be rejected. Submitting the manuscripts for the review.**

Submitting the article for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" includes: the paper has not been previously published; it is not being considered for publication in another publishing house; its publication has been approved by all authors and interlinked organizations in which this work was carried out; in case of the approval for publication the paper will not be published elsewhere in the same form, in English or any other language, including electronic form.

Submission form (application) for the publication of an article in a journal, filled up in accordance with the rules, should be sent to the following address: **19, Revolution av., 11 Voronezh 394000 Russia** and the electronic version of the paper with an attached manuscript file to an e-mail address [vestnikvgt@mail.ru](mailto:vestnikvgt@mail.ru). Should specify the name of the first author of the article in the subject.

The electronic version of the paper should include: a file containing the text of the article, illustrations, tabular material in a separate file (if the amount of one table exceeds full page) and illustration (files in original format), preference is given to vector formats: eps, svg, ai, pdf.

If there are several authors, you must specify contact details of the authors to whom correspondence shall be addressed: address, phone / fax numbers and e-mail addresses.

The manuscript must be accompanied by a review from a specialist in this field, certified by signature and stamp.

Online application form is also available. The author can use the official website of the journal by completing registration at <http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/user/register>).

All articles received by the editorial board of the journal "Proceedings of the VSUET", are subject to mandatory unilateral anonymous ("blind") review (the authors do not know the names of reviewers of the manuscript, and will receive a letter with comments, signed by the chief editor).

After passing the review procedure and the approval of an article for publication, the authors' names and their listed order cannot be changed (addition, deletion, rearrangement). When submitting the final version of the article, please make sure that the list of authors is a complete and listed in a proper order.

**ATTENTION:** The author is solely responsible for the accuracy and originality of the information provided in the article. All manuscripts are checked for the presence of borrowings using "Antiplagiat" system. All manuscripts are tested with ANTIPLAGIAT for testing electronic documents for originality and reveal plagiarisms. The manuscript must comprise at least 80% of originality; otherwise the manuscript will be returned without the right to be published. Upon detection of copyright infringement or plagiarism in already published articles, they will be invalidated in accordance with the rules of COPE.

## **Requirements for structure of the paper**

Articles in the journal "Proceedings of the VSUET" are published in Russian with English summary. In agreement with the editors, the publication may be done entirely in English.

By agreement, the editors accept publication of the article in English.

Full article (tables, text, footnotes, headers, inserts in a foreign language, references, captions, etc..) must be typed on a computer: in accordance with journal template formatting styles for MS Word 2007-2016..

The volume of the article, including references and captions must not exceed: for work of a common significance: from 5 to 20 pages, for news reports to 3 pages.

***The manuscript should be structured to the following plan:***

- *Type of article (original article, review article, short message or letter);*
- *UDC (Universal Decimal classification);*
- *DOI - numeric identifier (provided by the editors available for an extra fee);*
- *Full title of the article;*

- *First name (full), patronymic name (initials) and surname (full) of the author (s) e-mail;*
- *Name of the department (for a university) / laboratory (for Scientific Research Institute), the full name of the workplace, city, country;*
- *Abstract;*
- *Keywords;*
- *For reference (filled automatically);*
- *Structured text of the article;*
- *Thanks / acknowledgements;*
- *List of resources used (bibliography);*
- *Information about the authors;*
- *Contribution;*
- *Conflict of interest.*

The English version of the article title, first name, patronymic initial and last name of the authors, the full names of all workplaces, structured summaries and keywords must be given below a resume and keywords in Russian.

**The editors reserve the right to correct the translation. It is recommended to take the help of a professional translator to avoid mistakes in compiling the English version of resume.**

## **REQUIREMENTS TO THE CONTENT**

### **I THE TITLE PAGE INCLUDES:**

#### **Article type**

#### **UDK**

#### **DOI:**

***TITLE OF THE ARTICLE.*** Title of work should be as short as possible (no more than 120 characters), and should accurately reflect its content. It is important to avoid titles in the form of interrogative sentences, as well as titles with an ambiguous meaning. Must use only standard abbreviations (acronyms). Must not use acronyms in the title. Full term should precede the first use of the acronym in the text.

***FIRST NAME (FULL), PATRONYMIC (INITIAL) AND SURNAME (FULL) OF AUTHOR (S).***

For example: **Aleksey D. Ivanov<sup>1</sup>,**

**Ivan A. Petrov<sup>2</sup>**

***FULL NAME OF ALL ORGANIZATIONS*** to which the authors are related. If the authors work in different institutions, the relationship of each author with his organization should be shown by using uppercase numbers, for example:

*Example: Department (Laboratory), University (scientific research institute), city, country.*

### **II. THE MAIN TEXT OF THE ARTICLE**

The manuscripts of original research are submitted under the standard international scheme (IMRAD format - Introduction, Methods, Results and Discussion) and article should reflect the following headings:

***Introduction*** - outlines the current state of the problem and the urgency of the study. It is necessary to give a critical assessment of the literature related to the issue. This assessment differentiates outstanding issues. Clear defined goals and objectives must be determined, explaining further research in a particular area;

***Materials and methods*** - a fairly detailed description of the work is given. Previously published methods should be accompanied by a reference note: the author describes the changes related to the subject.

***The results and discussion*** - the results should be clear and concise. Give a convincing explanation of the results and their significance so as the reader can not only independently assess the methodological advantages and disadvantages of the study, but also replicate if necessary.

***Conclusion*** summarizes the main results of the research. The author gives recommendations and guidance on possible areas of further research.

**The name and contents of figures and tables (rows and columns) should be given as in both Russian and English languages.**

### **III ACKNOWLEDGEMENTS:**

(when available - in Russian and English). The author should list persons, organizations, foundations, etc., who contributed help for a research, work and so on. (E.g. financial aid, language (linguistic) aid assistance in writing articles or editing proofreading , etc.)

### **IV. REFERENCES**

Cited bibliography must contain at least 10 sources. Self-citations are allowed no more than 20 percent. At least 50 percent of the sources from the bibliography should be published in the last five years, including in the journals indexed in databases *ScienceDirect*, *Web of Science*, *Scopus*, *Science Index*. Only in case of need the references to earlier works are allowed. The bibliography does not include textbooks, regulatory and archival materials, statistical collections, newspaper notes without the author's name, monographs, abstracts and theses. In the cited literature, it is desirable to specify the sources with **DOI**.

Bibliography (list of resources) is presented in two ways:

1. *Russian along with foreign sources in accordance with GOST 7.0.5-2008 (All Union State standard).*
2. *Transliterated in the Latin alphabet with the translation of source publications into English for the international identification system.*

*Style of links (references):*

In the article, the number of a link is enclosed in square brackets and placed in line with the text. You can give the names of the authors, but the number(s) of the references must always be present. The reference numbers (numbers in brackets) shall be in the reference list in the order in which they appear in text.

*Example:*

«... as shown [3; 6] or Barnaby and Jones [8] obtained a different result ... »

***The author is solely responsible for the accuracy of bibliographic sources, including the English translation.***

#### **1. Russian version - in accordance with *Appendix 1, 2***

References in the Russian version of the article are given in the original language. All references should be made uniformly: only a dot (full stop) without dashes between the parts of description. Symbols № and & are not used; for a number you should use Latin letter N with no point after it; double slash separates the description of a larger document, which refers to the fragment. You should not put dot (full stop) before the double slash // but spaces before and after the double slash // are required.

#### **2. The English (REFERENCES) - in accordance with Harvard standard:**

References in English are primarily necessary to track cited authors and journals. The correct description of the sources used in reference lists is the guarantee that the quoted publication will be taken into account when assessing the scientific work of its authors, and thus the organization, region and country. Quoting a journal determines its scientific level, the credibility, the effectiveness of its Editorial Board, etc.

The names of sources and works are specified in full, without abbreviations. The titles of monographs, collections of articles and conferences are transliterated into Latin alphabet, followed by an English translation in brackets. The website <http://www.translit.ru/> can be used for free transliteration of Russian text in Latin letters (version of BSI).

In the bibliography (**English version**), it is not allowed to use separating characters «//», «-» and «№»

***Instead of references to materials of theses and abstracts, it is recommended to include references to the original articles on the subject of the thesis, as the theses themselves are viewed as the manuscripts and are not printed sources.***

### **VI. BASIC ETHICAL PRINCIPLES**

Articles accepted for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" must reveal the most significant, complete and previously unpublished research results.

To learn more on publication ethics and ethical standards for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" please visit the website.: <http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/about/editorialPolicies#custom-2>

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*

## **VII. CONTACT INFORMATION**

### **scientific and public journal "Proceedings of the VSUET"**

If you have any questions, please contact the editorial office:

*Anna A. Derkanosova - Ph.D., associate professor of department of Service and restaurant business, Head of the Centre for collective use "Control and management of energy efficient projects"*

*FSBEE HE "Voronezh state university of engineering technologies"*

*Tel.: 8 920 432 16 57*

*E-mail: [vestnikvgta@mail.ru](mailto:vestnikvgta@mail.ru), [aa-derk@yandex.ru](mailto:aa-derk@yandex.ru)*

*Address: 19, Revolution av., 11 Voronezh 394000 Russia*

**ORDER OF DESCRIPTION OF LINKS IN RUSSIAN****JOURNAL ARTICLE:**

(number of authors from 1 to 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. № 3. P. 23–26.

(number of authors more than 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozerov A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. № 4. P. 74–79.

**ARTICLE WITH DOI:**

(number of authors from 1 to 4):

Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of *Salmonella* Culture // Bulletin of the Voronezh State University. 2018. V. 80. № 4. P. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212

(number of authors more than 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials // Food Industry. 2019. № 4. P. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058

**COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS:**

The content and technology of adult education: the problem of advanced education: collection of scientific papers / Institute for Adult Education Ros. Acad. education; under the editorship of A.E. Marona. M.: JOB, 2007. 118 p.

**MATERIALS OF CONFERENCES, FORUMS, MEETINGS, SEMINARS:**

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise // Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation: mat. XVII scientific and practical. conf., Gurzuf, Yalta, December 4, 2015. Simferopol: Arial, 2016. P. 110–112.

**BOOK, MONOGRAPH:**

(number of authors from 1 to 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations. M.: Infra-M, 2015. 432 p.

(number of authors more than 4):

Antipova L.V., Storulevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Y.A. et al. Integrated processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p.

**DISSERTATION:**

Ponomarenko Yu.A. Unconventional feeds and biologically active substances in the diets of broilers and laying hens: dis ... Dr. S.-kh. sciences. Sergiev Posad: VNITIP, 2017. 443 p.

**SUMMARY OF THE DISSERTATION**

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials: abstract of the diss....cand. tech. sciences. Kemerovo: Kemer. technol. Institute of Food Industry, 2017. 22 p.

**REGULATORY DOCUMENTS:**

description order:

Title of an official document: information related to the title (decree, resolution), Date of adoption of the document / Title of publication. The year of publishing. Number of pages.

example:

GOST 5900–2014. Confectionery. Determination of the mass fraction of moisture and solids. M.: Standartinform, 2015. 8 p.

**PATENT:**

description order:

Designation of the type of document, number, name of the country, index of international classification of inventions. Title of invention / name of inventor, applicant, patent holder; Name of applicant institution. Registration number of the application; Date of application; Date of publication, information about the published document.

example:

7 Pat. no. 2689672, RU, A23L 5/00. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions / Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. no. 2018107149; Appl. 26.02.2018; Publ. 01.07.2019. Bull. Number 19.

**ELECTRONIC RESOURCE:**Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. URL: <http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/>

**ENGLISH LANGUAGE DESCRIPTION PROCEDURE:****JOURNAL ARTICLE:**

description order:

Surname I.O. author (transliteration). Translation of the title of the article into English. Translation of the source name into English. Year, volume, number, pages (from-to). An indication of the language of the article (in Russian) after the description of the article.

example:

(number of authors from 1 to 4):

Buyanova I.V., Imangalieva Zh.K. A unit for fine grinding of cottage cheese. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 3. pp. 23–26. (in Russian).

(number of authors more than 4):

Semenov E.V., Babakin B.S., Voronin M.I., Belozerov A.G. et al. Mathematical modeling of the process of cooling a coolant with a system of frozen balls. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2016. no. 4. pp. 74–79. (in Russian).

**ARTICLE WITH DOI:**

(number of authors from 1 to 4):

Ilyukhina N.V., Kolokolova A.Yu. Patterns of Inhibition of Salmonella Culture. Bulletin of the Voronezh State University. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 209–212. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-4-209-212 (in Russian).

(number of authors more than 4):

Sharova N.Yu., Printseva A.A., Manzhieva B.S., Vybornova T.V. et al. Hydrolytic enzymes in the processing of substandard starch-containing raw materials. Food Industry. 2019. no. 4. pp. 115–117. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10058 (in Russian).

**ARTICLE FROM ELECTRONIC JOURNAL:**

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of Computer Mediated Communication. 1999. vol. 5. no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/>

**ARTICLE FROM CONTINUING PUBLICATIONS (PROCEEDINGS):**

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints “steel-composite”. Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”. 2006. no. 593. pp. 125–130. (in Russian).

**CONFERENCE MATERIALS:**

Tsvetkova I.I., Svodtseva I.A. An indicator approach to the assessment of personnel security in the system of economic security of an enterprise. Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation. Simferopol, Arial, 2016. pp. 110–112. (in Russian).

**BOOK, MONOGRAPH:**

(number of authors from 1 to 4):

Rumyantseva Z.P. Management of organizations: a monograph. Moscow, Infra-M, 2015. 432 p. (in Russian).

(number of authors more than 4):

Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Ya.A. et al. Complex processing of rabbits: traditions and innovations: a monograph. Voronezh, 2017. 377 p. (in Russian).

**DISSERTATION OR SUMMARY OF THE DISSERTATION:**

Ushakova A.S. Development of a comprehensive technology for processing dried fruit and berry raw materials. Kemerovo, Kemer. Technol. Institute of Food Industry, 2017. 22 p. (in Russian).

**GOST:**

State Standard 5900–2014. Confectionery products. Determination of the mass fraction of moisture and dry matter. Moscow, Standartinform, 2015. 8 p. (in Russian).

**PATENT:**

Chetverikova I.V., Shevtsov A.A., Tkach V.V., Serdyukova N.A. The method of complex processing of soybean seeds with the allocation of protein-containing fractions. Patent RF, no. 2689672, 2019.

**ELECTRONIC RESOURCE:**

Lapidus L.V. Center of competence of digital economy. Association of citizens and organizations for the development of corporate education. Available at: <http://www.makonews.ru/centr-kompetencij-cifrovoj-ekonomiki/> (in Russian).