

ISSN 1990-9047
e-ISSN 2541-853X
DOI: 10.17277/issn.1990-9047

№ 1(79). 2021

ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ.

Университет им. В. И. Вернадского

Ассоциация
«Объединенный университет
имени В. И. Вернадского»

**Ассоциация «Объединенный университет
имени В. И. Вернадского»**

**ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ.
УНИВЕРСИТЕТ им. В. И. ВЕРНАДСКОГО**

*Основан в 2006 году
Выходит 4 раза в год*

Учредители: Ассоциация «Объединенный университет имени В. И. Вернадского»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий»
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
ФГБОУ ВО «ТГТУ»

Ассоциированные члены:

Неправительственный экологический фонд имени В. И. Вернадского

Главный редактор

д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов

Средство массовой информации зарегистрировано Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Регистрационный номер СМИ ПИ № ФС77-23504 от 28.02.2006

В соответствии с решениями президиума Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ журнал «Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Представление материалов в редакционный отдел является конклюдентным действием.
Согласие авторов на опубликование материала, а также на размещение его
в электронных версиях журнала предполагается

ИЗДАТЕЛЬ ФГБОУ ВО «ТГТУ»
Адрес: 392000, Тамбовская обл., г. Тамбов, ул. Советская, д. 106. Тел. (4752) 63 10 19;
e-mail: tstu@admin.tstu.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
392000, Тамбовская обл., г. Тамбов, ул. Советская, д. 106. Тел. (4752) 63 81 08;
e-mail: eco@nnn.tstu.ru

Редакторы: *О. В. Мочалина, И. М. Курносова*; редактор иностранного перевода *Н. А. Гунина*
Инженеры по компьютерному макетированию: *О. В. Мочалина, С. Ю. Прохорская*

Подписано в печать 06.03.2021. Дата выхода в свет 19.03.2021.
Формат журнала 70×108/16. Усл. п. л. 15,05. Уч.-изд. л. 15,48. Тираж 100 экз. Цена свободная. Заказ 005.

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «ТГТУ».
392032, Тамбовская обл., г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112А. Тел.: (4752) 63 03 91, (4752) 63 07 46

ISSN 1990-9047
e-ISSN 2541-853X
DOI: 10.17277/issn.1990-9047

Знак информационной продукции 16+

© Ассоциация «Объединенный университет
имени В. И. Вернадского», 2021
© Неправительственный экологический фонд
имени В. И. Вернадского, 2021
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет инженерных технологий», 2021
© ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, 2021
© ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2021

СОВЕТ РЕДАКТОРОВ

- Антипов Сергей Тихонович** – д-р техн. наук, профессор; заведующий кафедрой «Машины и аппараты пищевых производств» Воронежского государственного университета инженерных технологий (ВГУИТ); тел.: (4732) 55-38-96; e-mail: post@vsuet.ru
- Битюков Виталий Ксенофонович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ; заведующий кафедрой «Информационные и управляющие системы» ВГУИТ; тел.: (4732) 55-42-67, 55-35-21; e-mail: post@vsuet.ru
- Бабушкин Вадим Анатольевич** – д-р с.-х. наук, профессор; ректор Мичуринского государственного аграрного университета (МичГАУ); тел.: (47545) 9-45-01; e-mail: babushkin@mgau.ru
- Бешенков Сергей Александрович** – д-р пед. наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «Институт управления образованием Российской академии образования» (ИУО РАО); тел.: 8 9104754660; e-mail: srg57@mail.ru
- Грачев Владимир Александрович** – д-р техн. наук, профессор; член-корреспондент РАН; президент Неправительственного экологического фонда им. В. И. Вернадского; главный редактор журнала «Ноосфера»; тел.: (495) 953-75-62; e-mail: vagrachev@gmail.com
- Горбашко Елена Анатольевна** – д-р экон. наук, профессор; проректор по качеству, заведующая кафедрой «Экономика и управление качеством» Санкт-Петербургского государственного экономического университета; тел.: (812) 458-97-14; e-mail: gorbashko.e@unescon.ru
- Денисова Анна Леонидовна** – д-р пед. наук, д-р экон. наук, профессор; директор Института делового администрирования и бизнеса Финансового университета при Правительстве РФ; тел.: (499) 943-93-98, (916) 348-50-81; e-mail: annadenisova@mail.ru
- Ди Феличе Ренцо** – профессор инженерной химии отделения гражданской, химической и экологической инженерии Университета г. Генуи (Италия); тел.: +390103532924; e-mail: renzo.difelice@unige.it
- Езерский Валерий Александрович** – д-р техн. наук, профессор; заведующий кафедрой «Основы строительства и строительная физика» Белостокского политехнического института (Польша); тел.: (4752) 63-89-75, +375 (29) 802-92-05; e-mail: wizer53@rambler.ru
- Завражнов Анатолий Иванович** – д-р техн. наук, профессор; академик РАН; почетный член Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского», главный научный сотрудник МичГАУ; тел.: (47545) 5-22-33; e-mail: prezident@mgau.ru
- Зауля Александр Николаевич** – д-р техн. наук, профессор; директор ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии; заведующий кафедрой «Агроинженерия» ТамбГТУ; тел.: (47545) 44-02-48; e-mail: viitin-adm@mail.ru
- Злобина Наталья Васильевна** – д-р экон. наук, профессор; директор института дополнительного профессионального образования ТамбГТУ; тел.: (4752) 63-07-34; e-mail: idpo@admin.tstu.ru
- Иванова Татьяна Юрьевна** – д-р экон. наук, профессор; заведующая кафедрой управления ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»; тел.: +7 (8422) 320697; e-mail: tivanova.j@gmail.com
- Иниеста Иисус** – д-р хим. наук, профессор; департамент физической химии Университета г. Аликанте (Испания); тел.: +34965909850; e-mail: jesus.iniesta@ua.es
- Комарова Эмилия Павловна** – д-р пед. наук, профессор кафедры иностранных языков и технологий перевода ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ); тел.: 8 9192450544; e-mail: vivtkmk@mail.ru
- Краснянский Михаил Николаевич** – д-р техн. наук, профессор; ректор ТамбГТУ; президент Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»; тел.: (4752) 63-10-19; e-mail: tsu@admin.tstu.ru
- Корнеева Ольга Сергеевна** – д-р биол. наук, профессор; заведующая кафедрой «Биоинженерия и биоинформатика» ВГУИТ; начальник управления науки и инноваций; тел.: (4732) 55-55-57; e-mail: korneeva-olgas@yandex.ru
- Кудяров Валерий Николаевич** – д-р биол. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ; директор учреждения науки «Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН»; тел.: (4967) 73-36-34; e-mail: kudeyarov@issp.serpukhov.su

- Кузнецов Олег Леонидович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки и техники РФ; президент Международного университета природы, общества и человека «Дубна»; тел.: (499) 737-93-40; e-mail: olk@uni-dubna.ru
- Матвейкин Валерий Григорьевич** – д-р техн. наук, профессор; заместитель генерального директора ОАО «Корпорация «Росхимзащита»; заведующий кафедрой «Информационные процессы и управление» ТамбГТУ; тел.: (4752) 63-91-87; e-mail: valery.mat@rambler.ru
- Молоткова Наталия Вячеславовна** – д-р пед. наук, профессор; первый проректор ТамбГТУ; тел.: (4752) 63-06-49; e-mail: nvmolotkova@admin.tstu.ru
- Мищенко Елена Сергеевна** – д-р экон. наук, профессор; проректор по международной деятельности ТамбГТУ; тел.: (4752) 63-20-02; e-mail: int@tstu.ru
- Мищенко Сергей Владимирович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки и техники РФ; научный руководитель кафедры «Мехатроника и технологические измерения» ТамбГТУ; тел.: (4752) 63-08-70; e-mail: kafedra@uks.tstu.ru
- Милованова Ольга Викторовна** – старший преподаватель кафедры «Природопользование и защита окружающей среды» ТамбГТУ; ответственный секретарь; тел.: (4752) 63-03-65; e-mail: eco@nnn.tstu.ru
- Миньоне Андреа** – профессор факультета политических наук Университета г. Генуя (Италия); тел.: + 390102099067; e-mail: Andrea.Mignone@unige.it
- Печерская Эвелина Павловна** – д-р пед. наук, канд. экон. наук, профессор; Заслуженный работник высшей школы РФ, директор Института систем управления ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»; тел.: 8 9272057010; e-mail: pecherskaya@sseu.ru
- Попов Николай Сергеевич** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды» ТамбГТУ; заслуженный работник высшей школы РФ; главный редактор; тел.: (4752) 63-03-65; e-mail: eco@nnn.tstu.ru
- Пучков Николай Петрович** – д-р пед. наук, профессор; заведующий кафедрой «Высшая математика» ТамбГТУ; тел.: + 7 (4752) 63-04-38; e-mail: uaa@nnn.tstu.ru
- Салимова Татьяна Анатольевна** – д-р экон. наук, профессор; декан экономического факультета ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»; тел.: +7 (8342) 24-49-20; 29-08-85; e-mail: tasalimova@yandex.ru
- Сафонов Сергей Владимирович** – канд. пед. наук, доцент; почетный работник высшего профессионального образования РФ; первый проректор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; тел.: (473) 246-29-90; e-mail: safonov@vorstu.ru
- Спиридонов Сергей Павлович** – д-р экон. наук, профессор; директор Института экономики и качества жизни ТамбГТУ; тел.: (4752) 63-01-69; e-mail: ecodec@admin.tstu.ru
- Степанов Кирилл Александрович** – канд. экон. наук, доцент; председатель Национальной экологической аудиторской палаты; директор Института права природопользования и экологического аудита; член Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме РАН; тел.: (925) 4608818; e-mail: stkir@bk.ru
- Тарасова Наталия Павловна** – д-р хим. наук, профессор; член-корреспондент РАН; директор Института химии и проблем устойчивого развития, заведующая кафедрой ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития»; тел.: (499) 973-24-19; e-mail: tarasnp@muctr.ru
- Толстяков Роман Рашидович** – д-р экон. наук, профессор, декан факультета ««Естественнонаучный и гуманитарный»» ТамбГТУ; тел.: (4752) 63-04-53; e-mail: tolstyakoff@mail.ru
- Фурсаев Дмитрий Владимирович** – д-р физ.-мат. наук, доцент; ректор Международного университета природы, общества и человека «Дубна»; тел.: (496) 216-60-01; e-mail: rector@uni-dubna.ru
- Шувалов Владимир Анатольевич** – д-р биол. наук, академик РАН; директор учреждения науки «Институт фундаментальных проблем биологии РАН»; тел.: (4967) 73-36-01; e-mail: shuvalov@issp.serpukhov.su

СОДЕРЖАНИЕ

Биологические науки	7
Экология	7
Милованова О. В., Попов Н. С., Баламутова А. А. Интегрированное проектирование объектов и систем управления в проблеме регионального устойчивого развития ...	7
Дабига О. Н., Бесполитов Д. В., Коновалова Н. А., Панков П. П., Руш Е. А. Применение стабилизирующей полимерной добавки для защиты отвальных массивов вскрышных пород от ветровой эрозии.....	26
Демин А. В. Оценка экологичности и эффективности процессов газификации биомассы.....	40
Микляева М. А., Околелов А. Ю., Золотова О. М., Попова Е. Е., Козачек А. В. Влияние природно-техногенных условий ландшафта на формирование биологической гетерогенности популяции большой синицы (<i>Parus major L.</i>)	51
Николаева Л. А., Аджигитова А. А. Очистка сточных вод промышленных предприятий от ионов меди золой отходов потребления	60
Околелов А. Ю., Микляева М. А., Золотова О. М., Козачек А. В., Сухарев Е. А. Экология кабана в условиях природно-техногенных ландшафтов Тамбовской области	69
Экономика и управление народным хозяйством	82
Теория и практика устойчивого экономического развития ..	82
Айвазян Н. Л., Капия Т. К., Жариков Р. В., Безпалов В. В. Анализ факторов влияния на развитие менеджмента качества отраслевой инфраструктуры и строительного комплекса России.....	82
Меньщикова В. И. Проблемы кредитования субъектов малого и среднего бизнеса в период пандемии COVID-19	89
Савин К. Н., Шеломенцев А. Г., Джабиев В. В. Финансовая основа экономической состоятельности Республики Южная Осетия	98
Спиридонов С. П., Штанько О. П. Новые приоритеты государственной политики в жилищной сфере для улучшения качества жизни населения Тамбовской области	111
Информационно-коммуникационные технологии в экономике и бизнесе	122
Тетеринец Т. А. Циркулярная модель управления человеческим капиталом в агропромышленном комплексе	122
Педагогика. Теория и методика профессионального образования	137
Психология и педагогика	137
Дорохова Т. Ю., Пучков Н. П. Проектирование вариативных программ целевой подготовки в техническом вузе (на английском языке).....	137
Нахман А. Д. Особенности модуля «Вероятность и статистика» в составе курса высшей математики	147
Профессиональное образование	159
Музыкантов А. Н., Халепа С. Л. Интеграция гражданского и военного профессионального образования как подход к комплектованию современной армии.....	159

CONTENTS

Biological Sciences	7
<i>Ecology</i>	7
Milovanova O. V., Popov N. S., Balamutova A. A. Integrated Design of Facilities and Control Systems in the Context of Regional Sustainable Development.....	7
Dabizha O. N., Bespolitov D. V., Konovalova N. A., Pankov P. P., Rush E. A. Application of the Stabilizing Polymer Additives for Protection of Dump Overflow from Wind Erosion	26
Demin A. V. Evaluation of Environmental Friendliness and Efficiency of Biomass Gasification Processes	40
Miklyaeva M. A., Okolelov A. Yu., Zolotova O. M., Popova E. E., Kozachek A. V. The Influence of Natural and Man-Made Landscape Conditions on the Formation of Biological Heterogeneity in the Population of the Great Tit (<i>Parus major L.</i>).....	51
Nikolaeva L. A., Adzhigitova A. A. Purification of Industrial Waste Water from Copper Ions Using Ash Waste.....	60
Okolelov A. Yu., Miklyaeva M. A., Zolotova O. M., Kozachek A. V., Sukharev E. A. The Boar Ecology in Natural and Man-Made Landscapes of the Tambov Region.....	69
Economics and Economy Administration	82
<i>Theory and Practice of Sustainable Economic Development</i>	82
Ayvazyan N. L., Kapiya T. K., Zharikov R. V., Bezpalov V. V. The Analysis of Factors Influencing the Development of Quality Management of Industrial Infrastructure and Construction Industry of Russia.....	82
Menshchikova V. I. Problems of Lending to Small and Medium-Sized Businesses during the COVID-19 Pandemic.....	89
Savin K. N., Shelomentsev A. G., Dzhabiev V. V. The Financial Basis of Economic Stability of the Republic of South Ossetia	98
Spiridonov S. P., Shtanko O. P. New Priorities of State Policy in the Housing Sector to Improve the Quality of Life of the Population of the Tambov Region	111
<i>Information and Communication Technologies in Economics and Business</i>	122
Teterinets T. A. A Circular Model of Human Capital Management in Agricultural Industrial Complex	122
Pedagogy. Theory and Methods of Professional Education	137
<i>Psychology and Pedagogy</i>	137
Dorokhova T. Yu., Puchkov N. P. Design of Tailor-Made Targeted Training Programs at a Technical University (<i>in English</i>)	137
Nakhman A. D. Features of the Module «Probability and Statistics» as Part of the Higher Mathematics Course	147
<i>Professional Education</i>	159
Muzykantov A. N., Khalepa S. L. Integration of Civil and Military Professional Education as an Approach to Formation of a Modern Army	159

УДК 628.3, 681.5

DOI: 10.17277/voprosy.2021.01.pp.007-025

ИНТЕГРИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОБЛЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

О. В. Милованова, Н. С. Попов, А. А. Баламутова

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, профессор В. Н. Шамкин

Ключевые слова: имитация; интегрированное проектирование; макросистемы; прогнозирование; управление; устойчивое развитие.

Аннотация: Стратегия управления процессом устойчивого развития сводится к необходимости периодического осуществления структурно-функциональных преобразований в объектах региональной экономики, возникающих вследствие объективного появления качественно новых вызовов (возмущений) со стороны общества и природы. При этом проектирование новых и реконструкция существующих объектов с длительным сроком эксплуатации (более 20 лет) должно быть направлено на превентивное устранение вызовов не только настоящего времени, но и будущего. Отдаленные вызовы необходимо прогнозировать и учитывать для того, чтобы сократить непроизводительные расходы на эволюцию объектов. Рассмотрена задача реконструкции городских очистных сооружений совместно с системой управления, в целях обеспечения их работоспособности в условиях неопределенности будущих вызовов.

Введение

Инфраструктурные системы (ИС) региональной экономики состоят из совокупности комплиментарных подсистем, в общем и целом выполняющих функции обслуживания населения и тесно связанных между со-

Милованова Ольга Викторовна – старший преподаватель кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: eco@mail.tstu.ru; Попов Николай Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды»; Баламутова Анна Андреевна – аспирант кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

бой процессами динамического взаимодействия, обмена веществом, энергией и информацией. В качестве объектов управления ИС относятся к классу природо-промышленных макросистем [1], характеризующихся иерархичностью, нелинейностью, пространственной распределенностью, запаздываниями в каналах связи, высокой размерностью переменных состояния и недетерминированным поведением отдельных процессов.

В структуре региональной экономики ИС выполняют важнейшую функцию – образуют многосвязное социокультурное и эколого-экономическое пространство, в котором реализуются все жизненно важные потребности населения. Они одновременно являются и «средообразующими», и «артериальными», обеспечивающими движение ресурсов, товаров и услуг от производителя к потребителям.

В составе городских сетей содержатся энергетические, транспортные, информационные, медицинские, жилищно-коммунальные и другие системы, от эффективности и слаженности работы которых зависит уровень цивилизационного развития общества и территорий. Характерной особенностью проектирования ИС является планирование их работы на длительный срок – 25 и более лет, в связи с чем новые поколения граждан оказываются в явной зависимости от качества некогда принятых проектных решений. Отсюда сложность создания новых или реконструкция существующих ИС объясняется, прежде всего, необходимостью учета в долгосрочных проектах запросов еще не рожденных поколений людей, содержание которых на момент принятия решений всегда неизвестно, поэтому «будущие запросы» приходится прогнозировать региональным менеджерам совместно с общественными советами и проектировщиками ИС в аспекте целей устойчивого развития (ЦУР), задействованных в программах перспективного планирования субъектов РФ.

На этапе длительной эксплуатации ИС постоянно возникают качественно новые вызовы (возмущения) со стороны природы и общества, связанные с изменениями климата, технологического уклада, корректировкой законодательства и целей общественного развития, отчего в ИС требуется проводить структурно-функциональные (эволюционные) преобразования. Поскольку такая эволюция должна осуществляться в интересах достижения ЦУР, то ИС следует анализировать с позиций целеустремленных и развивающихся систем региональной экономики.

Типовым примером эволюционирования городских ИС являются очистные системы канализации (ОСК) [2], значимость которых, как и других водных систем, для устойчивого территориального развития, отражена в одной из 17 ЦУР, принятых на Саммите ООН в Нью-Йорке в 2015 году. В частности, Цель № 6 определена как «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех».

Условная схема организации ОСК представлена на рис. 1.

На примере ОСК г. Тамбова в работах [3, 4] показано, что стратегия долгосрочного управления ИС реализуется в пространстве структурных и функциональных изменений переменных состояния и заключается в последовательном переходе ИС из одного целеустремленного состояния в новое целеустремленное, ориентированное на ЦУР и позволяющее увеличить ожидаемую ценность результатов работы системы в данном состоянии.

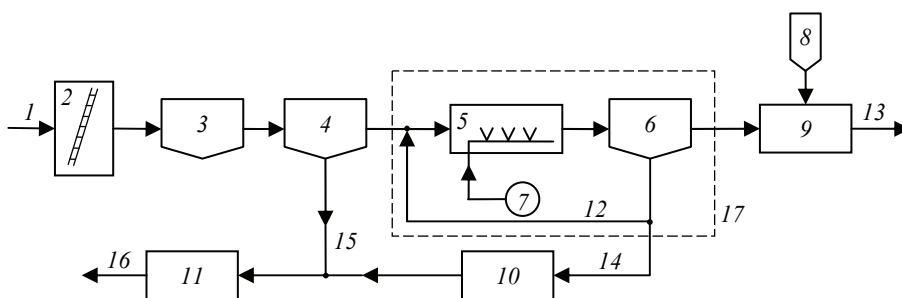


Рис. 1. Схема комплекса очистных сооружений:

1 – входной коллектор; 2 – механическая очистка; 3 – песколовка; 4, 6 – первичный и вторичный отстойники соответственно; 5 – аэротенк; 7 – воздуходувка; 8 – хлораторная; 9 – контактный резервуар; 10 – илоуплотнитель; 11 – метантенк; 12 – рецикл ила; 13 – выпускной коллектор; 14 – избыточный ил; 15 – сырой осадок; 16 – продукты метантенка; 17 – подсистема «аэротенк-отстойник» (А-О)

Переход ИС в очередное целеустремленное состояние на практике означает:

1. Прогнозирование и реализацию структурно-функциональных изменений в системе, вызванных активностью ее внешнего окружения.
2. Разработку системы управления, поддерживающей продвижение ИС к ЦУР.

Исполнение п. 1 базируется на результатах научного прогноза показателей долгосрочного развития ИС, а п. 2 – на анализе и учете действий не только известных в настоящем, но и вероятных в будущем вызовов. При этом необходимо заметить, что существующие методы прогнозирования развития больших систем хорошо известны [5 – 7], тогда как вопросы построения систем управления проектируемыми объектами в условиях неопределенности будущих вызовов нуждаются в серьезной методической проработке. Ответы на эти непростые вопросы следует искать в процедурах совместного прогнозирования и проектирования объектов и систем управления, связанных с решением задач долгосрочного устойчивого развития.

В настоящей работе вопросы совместного или интегрированного проектирования ИС обсуждаются на примере городской станции биохимической очистки (БХО), являющейся ключевой подсистемой ОСК.

Интегрированное проектирование объектов и систем управления ОСК

Проблема очистки городских стоков характеризуется тем обстоятельством, что ОСК требуют очень больших капитальных затрат. Их быстрый возврат в принципе невозможен. Особенно дорого обходится строительство станций БХО, несмотря на то, что только они способны обеспечить глубокую очистку больших масс воды от органических веществ до нормативных значений концентраций. Задача реконструкции ОСК и ее станций БХО в г. Тамбове заключается в переходе на более совершенные технологии очистки стоков от соединений азота и фосфора и переработки осадков,

что позволяет сократить удельные затраты на 1 м³ очищенной воды и 1 т утилизируемых отходов и обеспечить устойчивое развитие централизованной системы водоотведения.

В свою очередь разработка автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) ОСК позволяет существенно снизить эксплуатационные расходы. В первую очередь это касается процессов электропотребления, являющихся основной движущей силой в работе оборудования и самой весомой составляющей в балансе всех видов расходов на эксплуатацию станции. Задача АСУ ТП ОСК заключается в оперативном поддержании на оптимальном уровне ряда факторов, обеспечивающих жизнедеятельность микроорганизмов активного ила в условиях нестационарного притока сточной воды, колебания состава и концентрации органических веществ, содержания кислорода в аэротенке, изменений скорости реакции окисления и т.д.

Согласно Своду правил СП 32.13330.2018 [8], оптимальный вариант очистных сооружений определяется наименьшей величиной приведенных затрат с учетом сокращения расходов материальных ресурсов, трудозатрат, электроэнергии и топлива, а также воздействий на окружающую среду. При этом проектирование новых и реконструкция действующих станций БХО осуществляется на основе исходной информации, полученной по результатам контроля расхода и свойств поступающих сточных вод за период не менее трех лет, с учетом перспективного развития населенных пунктов. Колебания входной нагрузки учитываются с помощью коэффициента суточной неравномерности, отражающего уклад жизни населения, режим работы предприятий, изменения водопотребления по сезонам года и т.п.

Все необходимые данные для расчетов выбираются таким образом, чтобы ожидаемые показатели работы станции БХО были получены с обеспеченностью не ниже 25 %, применительно к среднесуточной (24-часовой) пропорциональной пробе. Результатом проектирования станции БХО являются расчет размеров ее основных и вспомогательных сооружений, составление технологической схемы очистки сточной воды согласно техническому заданию и разработка генерального плана размещения сооружений. В проекте предусматривают равномерное распределение стоков и осадка между отдельными элементами сооружений, средства для измерения расхода сточных вод, осадка, воздуха и биогаза, максимальное использование вторичных энергоресурсов (биогаза, тепла сжатого воздуха и сточных вод) для внутреннего использования на станции БХО, оптимальную степень автоматизации работ. Автоматизированная система управления технологическими процессами должна обладать возможностями дистанционной передачи данных мониторинга состояния технологических процессов в централизованный пункт принятия решений. А в случае использования в аэротенках технологий биологического удаления азота и фосфора, рекомендуется гибкое или ступенчатое управление подачей воздуха в суспензию активного ила.

Анализ СП 32.13330.2018 приводит к следующим выводам.

1. Проектирование станции БХО базируется на статическом режиме ее работы и наилучших (в некотором смысле) внешних условиях. Опера-

тивная гибкость станции, а именно динамика процессов очистки при этом не учитывается, вследствие чего разработанная система стабилизации режимов не сможет обеспечить выполнение других задач, возникающих в реальной ситуации и связанных, например, с перегрузкой станции. В тандеме «проектирование – управление» основное значение имеет проектирование. Несовершенный проект можно лишь частично улучшить с помощью хорошей системы управления, тогда как незначительные изменения в проекте позволяют полностью исключить сложные управленческие операции. Вместе с тем совершенная система управления способна обеспечить эффективную работу станции БХО в условиях экстремальных значений входных нагрузок, требующих перераспределения расхода воздуха по секциям азротенка, динамических изменений рабочих объемов секций, смены параметров рециклов и т.п. Данные обстоятельства указывают на необходимость использования интегрированного проектирования станции БХО и ее АСУ ТП, основанного на прогнозах будущих вызовов со стороны общества и природы.

2. Рекомендации по проектированию ОСК полностью согласуются с «правилами экологического менеджмента», известными в теории устойчивого развития [11]:

- биологическая очистка стоков позволяет возвращать воду в природный круговой цикл, содействуя, тем самым, доступности водных ресурсов для населения;

- проектирование станции БХО нацелено на минимизацию приведенных затрат и сокращение потребления материально-энергетических ресурсов;

- биологическая очистка способствует восстановлению и использованию полезных ресурсов, содержащихся в сточной воде, таких как тепловая энергия и биогенные вещества.

В конкретных ситуациях проектирование новых или модернизация существующих ОСК базируется на известных или прогнозируемых на ближайшие 10...20 лет значениях входных расходов воды и концентраций содержащихся в ней примесей. Прогнозы на будущее могут основываться на информации о предполагаемом росте населения и увеличении выпуска продукции в бассейне канализования сточных вод.

Для достижения ЦУР в проекте в первую очередь должны использоваться процессы и оборудование, хорошо зарекомендовавшие себя в мировой практике и вошедшие в категорию «наилучших доступных технологий» (НДТ) [9, 10]. Рассмотрим известные НДТ в сфере водоочистки на примере обобщенной технологической схемы (рис. 2), где представлены следующие технологии: 1 – выделение плавающих грубых примесей (процеживание); 1-1 – обработка (отмывка и обезвоживание) грубых примесей, задержанных на решетках (ситях); 1-2 – сбор отбросов, задержанных на решетках (ситях) в контейнеры; 2 – удаление оседающих грубых примесей (песка); 3 – обработка пескового осадка (пульпы) (А – обезвоживание и накопление на песковых площадках, Б – снижение концентрации органики и обезвоживание в аппаратах для отмывки и сепарации песка); 4 – аккумулятирование (усреднение расхода) сточной воды; 5 – осаждение взвешенных веществ (осветление, первичное отстаивание); 6 – обработка

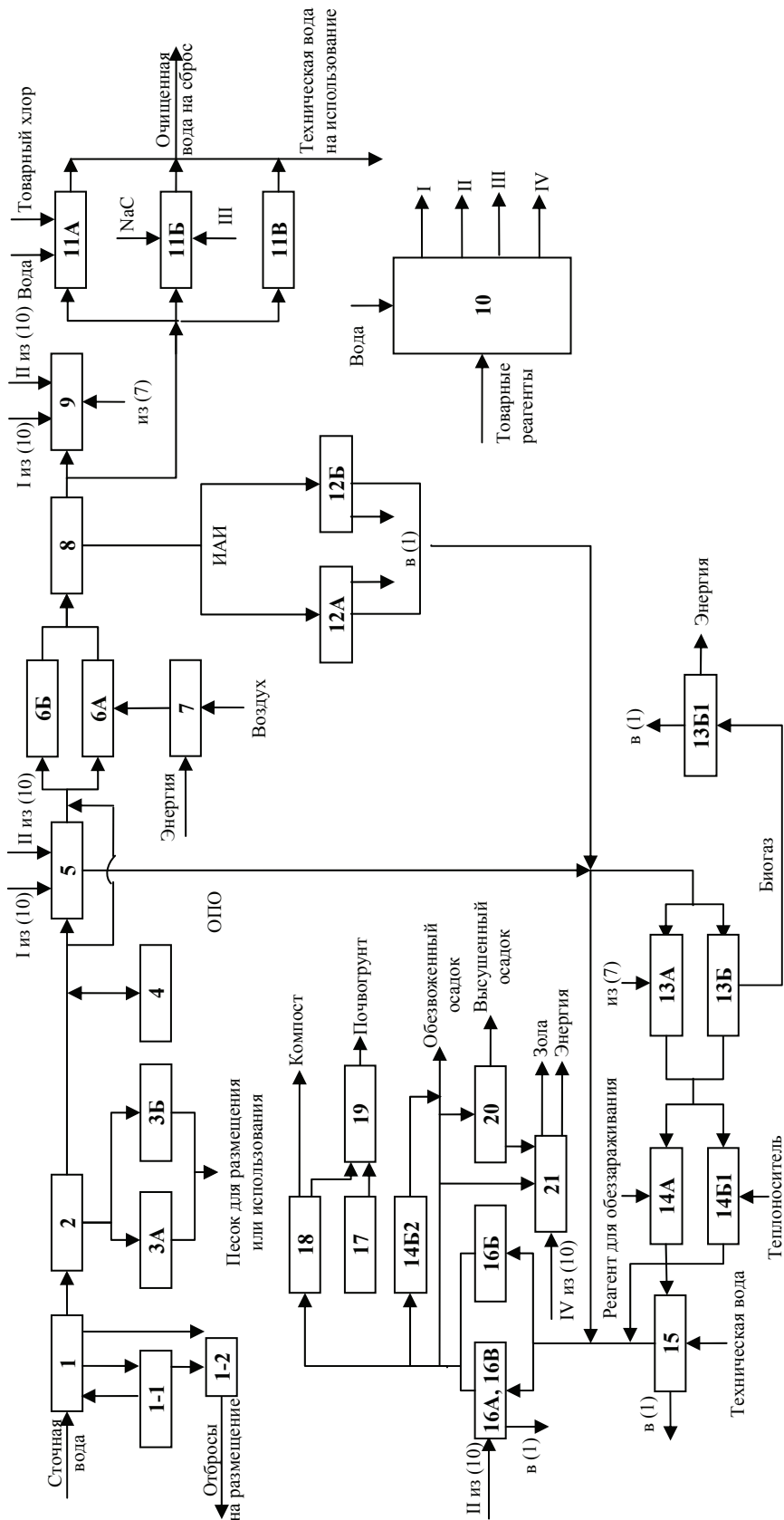


Рис. 2. Обобщенная технологическая схема очистных сооружений городских сточных вод [10]

в биореакторах биологической очистки (А – в аэротенках, Б – биофильтрах); 7 – подача сжатого воздуха; 8 – отделение очищенной воды от биомассы, вынесенной из биореактора; 9 – доочистка; 10 – приготовление и дозирование растворов реагентов; 11 – обеззараживание очищенной либо доочищенной воды (А – хлором; Б – гипохлоритом натрия: вариант 1 – с использованием товарного гипохлорита натрия, вариант 2 – с получением электролитического гипохлорита натрия; В – УФ-облучением); 12 – концентрирование избыточного активного ила (осадков) (А – гравитационное уплотнение; Б – механическое сгущение); 13 – стабилизация жидких осадков (А – аэробная стабилизация; Б – анаэробная стабилизация (метановое сбраживание)); 13Б1 – обработка и утилизация биогаза; 14 – обеззараживание осадков (А – реагентное; Б1 – тепловое обеззараживание жидких осадков; Б2 – тепловое обеззараживание обезвоженных осадков); 15 – уплотнение стабилизированных осадков; 16 – обезвоживание осадка (А – механическое; Б – подсушка и выдержка осадков на иловых площадках в естественных условиях; В – обработка флокулянтами, сгущение, подсушка и выдержка осадков на иловых площадках в естественных условиях); 17 – дополнительная длительная выдержка в естественных условиях осадков, подсушенных на иловых площадках или механически обезвоженных; 18 – компостирование обезвоженных или подсушенных осадков; 19 – производство почвогрунтов из осадков; 20 – термическая сушка осадков; 21 – сжигание (термоутилизация) осадков. Буквами на приведенной схеме обозначены подпроцессы, которые являются альтернативными в ситуации синтеза технологической схемы. К обязательным относятся механическая и биологическая очистки, обеззараживание очищенной воды и обезвоживание осадков. На рисунке 2 введены следующие обозначения: ОПО – осадок первичных отстойников; ИАИ – избыточный активный ил; растворы: I – коагулянта для осаждения фосфора; II – флокулянта; III – гипохлорита натрия; IV – щелочи.

Наиболее важной и одновременно самой чувствительной к внешним воздействиям подсистемой ОСК является биологическая очистка сточных вод активным илом, реализуемая в аэротенках и отстойниках (см. рис. 1). Множество способов биологической очистки объединено в девять основных групп [12]:

1. Традиционная схема очистки сточных вод в аэротенке с подачей в него кислорода воздуха (CAS);
2. Система со ступенчатым вводом воды в аэротенк (SFAS);
3. Система с контактной стабилизацией активного ила (CSAS);
4. Очистка воды в режиме полного перемешивания (CMAS);
5. Очистка воды в режиме продленной аэрации (EAAS);
6. Активация ила чистым кислородом (HPOAS);
7. Очистка воды в мембранном биореакторе (MBRAS);
8. Система очистки с «селекторной» активацией ила (SAS);
9. Последовательная очистка воды в реакторах полного перемешивания с периодическим режимом работы (SBRAS).

В зависимости от состава веществ в сточной воде и требований, предъявляемых к качеству ее очистки, перечисленные биологические способы применяются в различных вариантах НДТ, таких как модифициро-

ванный процесс Лудзака–Эттингера (предвключенная аэрация), ступенчатая нитри-денитрификация (с чередующимися аноксидной и аэробной зонами), карусельная нитри-денитрификация и др. [10].

Выбор способа очистки стоков активным илом напрямую связан с пятью руководящими принципами проектирования технологий [12]. Наиболее значимые приведем в следующей редакции:

- биохимический состав питательной среды определяет природу микробиологического сообщества в биореакторе (аэротенке) и характер производимых им реакций;

- средний возраст ила (SRT) является самым важным параметром проектирования и контроля, выбор которого зависит от проектировщика;

- скорость образования избыточной (приращенной) биомассы является одинаковой для всех систем очистки со взвешенным активным илом при одинаковом SRT и биохимическом составе среды вне зависимости от конструкций биореакторов.

Методика проектирования (расчета) процессов очистки включает ряд этапов [12]:

1. Выбор цели проектирования станции БХО и состава входной нагрузки с учетом максимального, минимального и среднего долговременного значений температуры окружающей среды; максимального, минимального и среднего значений расхода входного потока воды и примесей; определение показателей качества очистки.

2. Перевод величины входной нагрузки, выраженной в БПК₅, в единицу измерения биоразлагаемой части ХПК, более удобную для процесса проектирования.

3. Выбор технологической схемы очистки на основе известных вышеперечисленных биологических способов.

4. Выбор значения SRT по результатам анализа диаграммы работы [12, с. 360].

5. Расчет потребления кислорода в статическом режиме работы станции БХО при максимальной, минимальной и средней температурах, базирясь на технологической схеме CMAS.

6. Расчет ежедневных максимальной и минимальной потребностей в кислороде для исходных данных, представленных в п. 1.

7. Определение объема биореактора в допустимом диапазоне значений, используя модель процесса CMAS. Минимальный объем может быть ограничен либо максимально допустимой объемной скоростью переноса кислорода, либо явлением распада хлопьев, а максимальный объем – возможностями организации режима полного перемешивания. В некоторых ситуациях возникает необходимость в компромиссном решении из-за невозможности удовлетворения каждого из условий в отдельности.

8. На основе значений минимального и максимального объемов, найденных в п. 7, рассчитывают максимальные и минимальные значения концентраций взвешенных веществ в жидкости (MLSS) по модели процесса CMAS.

9. Из анализа компромиссных вариантов затрат на биореактор и вторичный отстойник (или мембранную систему) выбирают концентрацию MLSS в допустимых пределах и вычисляют ассоциированный с ее значением объем биореактора.

10. Рассчитывают скорость образования активного ила на основе модели процесса CMAS.

11. Для процессов с концентрацией MLSS, меняющейся по длине биореактора (например, в схемах CSAS и SFAS), вычисляют распределение кислорода по длине биореактора.

12. Для процессов с изменениями потребностей в кислороде вычисляют распределение кислорода по длине биореактора.

13. Основываясь на результатах п.п. 1 – 12, вносят необходимые уточнения в процесс проектирования и суммируют итоги в табличном виде.

Для проектирования очистных систем с активным илом созданы стандартизированные компьютерные программы различной степени сложности: ASIM, BioBin, GPS-X, West и другие, использующие модель ASM версий № 1, 2d, 3. Данная базовая модель разработана в 1983 году группой специалистов Международной водной ассоциации (IWA) [13]. В состав ASM № 1 входят 8 процессов и 13 компонент, описывающих динамику роста аэробных и анаэробных гетеротрофов, аэробных автотрофов, аммонификацию растворенного органического азота, гидролиз органических частиц, потребление кислорода и т.д. Модель позволяет оценивать влияние кратковременного изменения входной нагрузки на качество выходного потока и рассчитывать пространственно-временные потребности ила в кислороде. В свою очередь одномерная стандартизированная модель отстойника описывает взаимодействие гидравлики, потока в аппарате с процессом осаждения хлопьев ила, что позволяет оценивать эффективность осветления воды и уплотнения иловой массы [14].

Постановку задачи оптимального проектирования станции БХО формализуем следующим образом. Обозначим символом Ω конечное множество допустимых вариантов схем очистки, составленных из подпроцессов рис 2. И пусть мощность множества $|\Omega|$ равна L , а любой вариант $\omega_i \in \Omega$, $i = \overline{1, L}$, содержит j -е число подпроцессов, реализуемых в типовом оборудовании: $\omega_{i1}, \omega_{i2}, \dots, \omega_{ij}, \dots, \omega_{iN_i}$, $j = \overline{1, N_i}$. Вариант технологии ω_i будем оценивать тремя видами затрат: величиной капитальных вложений на строительство и монтаж станции $K(\omega_i)$, расходами на обслуживание и эксплуатацию сооружений $\Xi(\omega_i)$; оперативными расходами на использование электроэнергии $O(\omega_i)$. В качестве целевой функции примем взвешенную сумму дисконтируемых затрат (ДЗ) вида

$$\text{ДЗ}(\omega_i) = \sum_{j=1}^{N_i} (K(\omega_{ij})/v_t) + \sum_{j=1}^{N_i} (\Xi(\omega_{ij}) + O(\omega_{ij})), \quad (1)$$

где $v_t = 1/(1+i)^t$ – коэффициент дисконтирования, отнесенный на временной период t ; i – ставка дисконта. Для рассматриваемого объекта проектирования i может составить 8 – 10 %, а плановый период $t \approx 15 \dots 20$ лет.

Необходимо определить оптимальный вариант схемы очистки, при котором целевая функция (1) достигает минимума

$$\omega_i^* = \arg \min_{\omega_i \in \Omega} ДЗ(\omega_i) \quad (2)$$

и выполняются ограничения:

– на величину биоразлагаемой входной нагрузки подсистемы А-О,

$$F_{in} \leq F_{max}, \quad (3)$$

где F_{max} – максимально допустимый поток взвешенных веществ (**ВВ**) на входе в аэротенк, кг ВВ/(м³·сут);

– качество обработанной воды S_c

$$S_c \leq S_{норм}, \quad (4)$$

где $S_{норм}$ – нормативное значение концентрации ВВ в выходном потоке воды, мг/л;

– средний возраст ила SRT

$$SRT > SRT_{min}, \quad (5)$$

где SRT_{min} – минимально допустимое значение среднего времени пребывания частиц ила в аэротенке, сут;

– концентрацию кислорода в аэротенке C_{O_2}

$$C_{O_2} \geq C_{O_2 min}, \quad (6)$$

где $C_{O_2 min}$ – минимально необходимое значение концентрации кислорода в аэротенке, мг/л;

– величину гидравлической нагрузки на поверхности отстойника F_r

$$F_r \geq F_{r min}, \quad (7)$$

где $F_{r min}$ – минимально допустимое значение входной нагрузки в отстойник, м³/м²/сут;

– твердофазную нагрузку в зоне уплотнения отстойника F_p

$$F_p \leq F_{max}, \quad (8)$$

где F_{max} – максимально допустимое значение потока твердых веществ, кг/м³/сут.

В отличие от задачи проектирования в постановке (2) – (8) типовая методика расчета сооружений ОСК [8] имеет ряд существенных недостатков, вследствие которых проект станции БХО, выполненный на ее основе:

а) не обладает необходимой точностью в случае отклонения действительной входной нагрузки от принятой в техническом задании;

б) не предусматривает межаппаратного взаимодействия процессов;

в) может оказаться не самым экономичным в плане обеспечения действующих стандартов качества очистки.

Решение задачи в постановке (1) – (8) строится на компьютерной имитации работы станции БХО с использованием уравнений динамики

процессов, что крайне важно для понимания того, как меняются ее эксплуатационные затраты в зависимости от колебаний входной нагрузки, процессов осаждения и отведения ила, потребления кислорода. В частности, система аэрации аэротенка составляет примерно 12 % от стоимости строительства станции и сопоставима со стоимостью самого аэротенка. При этом выбор типа энергосберегающей системы аэрации зависит не только от варианта схемы очистки, но и динамических изменений нагрузки на подсистему А-О.

Следовательно, постановку задачи (1) – (8) необходимо дополнить уравнениями связи – математической моделью био-физико-химических процессов, реализуемых в подсистеме А-О, и расчетными зависимостями затрат на строительство, монтаж, эксплуатацию и обслуживание сооружений по каждому типу стандартного оборудования, включенного в схему очистки ω_i . Экономические оценки стоимости оборудования и трудозатрат в системе водоочистки приведены в [15, 16], а типовое содержание финансового плана строительства ОСК показано в работе [17].

Расчеты аэротенка станции БХО г. Тамбова проводились на основе модели ASM № 2 и статической модели отстойника, описываемого дифференциальным уравнением в обыкновенных производных [18]. К ее особенностям следует отнести аналитическое решение с возможностью включения в него экспериментальных данных о скорости осаждения хлопьев ила, явлениях их вымывания и/или осаждения в зависимости от скорости движения воды. В итоге выбраны две схемы глубокой очистки стоков от содержания соединений азота и фосфора: Лудзака–Эттингера и Барденфо, в целях изучения их на предмет использования в проекте реконструкции 2-й очереди станции БХО.

Результаты расчетов подтвердили целесообразность реализации аэробно-аноксидных процессов очистки в проекте реконструкции станции. Но окончательный выбор наилучшей из двух схем зависит от стоимости и эффективности их систем управления, расчет которых возможен в процедуре интегрированного проектирования.

Определение. Под интегрированным проектированием будем понимать совместное решение задач аппаратного оформления схем очистки и оснащения их необходимыми средствами контроля и управления, в целях создания технологии с минимальными затратами на эксплуатацию и обслуживание, заданными параметрами устойчивости к внешним воздействиям и в строгом соответствии с требованиями технологического регламента.

Если T_i означает технологический оператор i -й схемы очистки, а D_j – оператор типовой системы управления, тогда $R_{ij} = T_i \times D_j$ назовем композицией i -й технологии с j -й системой управления. В таком случае решение задачи интегрированного проектирования связано с нахождением совместного оператора R_{ij} , для которого выполняются требования, сформулированные в *определении*.

Проектирование системы управления обычно решается в несколько этапов [19]: 1 – построение математической модели объекта управления; 2 – выбор устройств неизменной и изменяемой частей системы; 3 – реше-

ние задачи анализа или синтеза; 4 – имитационное исследование системы управления.

Качество системы управления зависит от выбора способа управления, структуры системы управления и значений конструктивных параметров системы управления.

Для нормального функционирования станции БХО необходимы следующие подсистемы управления [20]:

- распределением расхода поступающих сточных вод между параллельно работающими аэротенками;
- расходом возвратного ила в целях поддержания постоянной его концентрации в аэротенке или постоянной органической нагрузки на ил;
- подачей воздуха таким образом, чтобы поддержать заданную концентрацию кислорода во всем объеме аэротенка;
- расходом выводимого из системы активного ила для поддержания возраста ила постоянным;
- соотношением объемов аэротенка и регенератора (при сохранении постоянства их суммарного объема) с целью оптимальной регенерации ила;
- расходом ила, выпускаемого из отстойников, чтобы поддерживать в них оптимальный уровень ила и изменять его в зависимости от концентрации и расхода иловой смеси, мутности очищенной отстаиваемой воды и илового индекса;
- а также стабилизация величины рН воды, поступающей в аэротенк на оптимальном уровне.

Перечисленные задачи являются типовыми задачами регулирования режимов водоочистки. Их практическая реализация абсолютно необходима в режиме нормального функционирования станции БХО, но явно недостаточна для решения проблемы устойчивого развития системы централизованного водоотведения. Интегрированное проектирование ОСК и АСУ ТП, результативность которого рассчитана на десятилетия, проводится в условиях высочайшей неопределенности будущих вызовов как для самого объекта, так и для его системы управления. Поэтому в процедуре интегрированного проектирования должны быть учтены по максимуму те внешние обстоятельства, которые могут проявить себя в процессе длительной эксплуатации ОСК.

Решение такой исключительно сложной задачи возможно на основе системного анализа особенностей ОСК как объекта управления, прогнозирования поведения его внешнего окружения природного и антропогенного характера, разработки сценариев появления «проблемных ситуаций», имитационного исследования результатов взаимодействия ОСК и АСУ ТП в рамках спрогнозированных социально-экономических, экологических, технологических и других вызовов и оценки потерь от непринятия нужных для будущих поколений граждан проектных решений. Перечисленные особенности интегрированного проектирования указывают на необходимость усложнения сложившейся схемы проектирования систем регулирования [19] дополнительными пунктами, а именно, «сценарии развития» и «оценка потерь».

Подсистема А-О представляет собой крайне сложный и до конца не изученный объект управления. Процессы в аэротенке непрерывно подвергаются многочисленным внешним воздействиям, часто выходящим за пределы саморегуляции активного ила (некоторые из них неконтролируемы). Более того, динамика процессов биоочистки не однородна и сильно различается по времени отклика на возмущения: расходы сточной воды и кислорода меняются ежесекундно, изменения концентраций субстрата и ила происходят на часовой шкале, а смена состава сообщества микроорганизмов длится сутками и месяцами. При такой «многослойной» динамике фиксация оптимального режима работы в условиях нормального функционирования подсистемы А-О успешно решается с помощью одно- и многоконтурных типовых систем регулирования: с обратными связями, с упреждением, по соотношению, с коррекцией параметров и т.п. В случае, когда происходит смена режима работы подсистемы, поиск новой «рабочей точки» осуществляется в АСУ ТП в результате решения задачи оптимизации с использованием математической модели подсистемы. Наличие такой функции приобретает особое значение в условиях неопределенности внешних воздействий.

Подсистема А-О является термодинамически открытым объектом. Она обладает двумя основными каналами ввода возмущений: сосредоточенным (впускной коллектор) и распределенным (поверхность контакта «вода – воздух» в открытых сооружениях). Через первый канал кроме потока воды и биоразлагаемых органических и неорганических веществ в аэротенк могут попадать токсичные соединения, СПАВ, нефтепродукты и другие примеси, ингибирующие процессы биоокисления и роста массы ила, а через второй – климатические воздействия: температура воды, скорость ветра, солнечная радиация и т.п., ускоряющие или замедляющие процессы биоокисления и осаждения ила в зависимости от погодных условий.

Очевидно, что все отмеченные виды физико-химических воздействий на подсистему А-О инвариантны во времени. Их качественный состав, известный в настоящее время, вполне возможно сохранится в будущем, хотя качественные значения и характер поведения будут меняться в зависимости от развития технологий переработки жидких отходов в промышленности и домашнем хозяйстве. При этом основной вопрос состоит в том, какими функциями должна обладать АСУ ТП, чтобы при наихудших сочетаниях возмущающих воздействий будет гарантирована работоспособность станции БХО. Ответ на данный вопрос содержится в анализе парадигмы «причина – следствие», в которой причиной являются возмущения, а следствием – структурно-функциональные возможности АСУ ТП, позволяющие либо устранить «причину», либо ослабить ее влияние посредством включения в контур управления. Логика причинно-следственных отношений показана в виде последовательности действий на рис. 3. Наибольшее влияние на аэробный процесс окисления органики в аэротенке оказывают следующие параметры: температура T , концентрация кислорода C , pH среды, концентрации токсичных веществ I , соединения азота S_N и фосфора S_P . От данных переменных зависит объемная скорость биологического роста ила r_V

$$r_V = \hat{\mu}f(S)X, \quad (9)$$

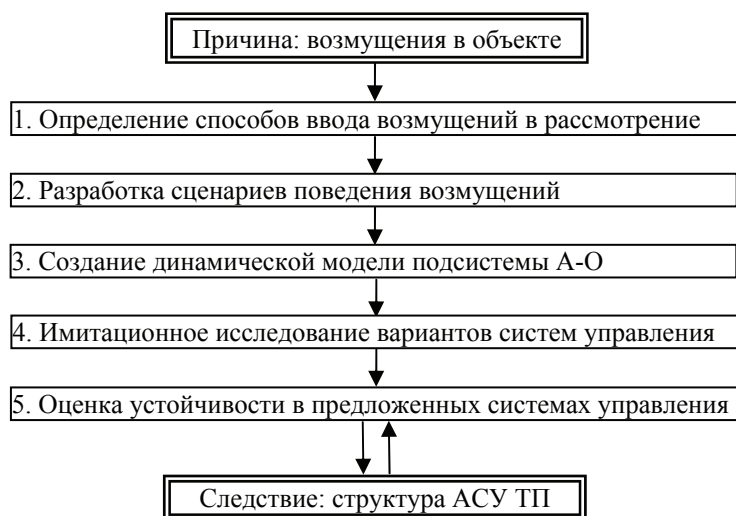


Рис. 3. Алгоритм определения структуры АСУ ТП

где $\hat{\mu}$ – максимальная удельная скорость роста микроорганизмов; $f(S)$ – скорость роста, зависящая от концентрации субстрата S ; X – концентрация биомассы.

В формуле (9) $\hat{\mu}$ рассматривается как константа, найденная при известных значениях переменных состояний внешней среды. Знание зависимости $\hat{\mu}$ от T , C , pH , I , S_N , S_P позволяет ввести указанные переменные в схему анализа и рассчитать их влияние на процессы биоокисления. Некоторые из таких зависимостей приведены в [12, 13].

Разработка сценариев поведения возмущений является ключевым этапом, от которого зависит качество последующих результатов, поскольку необходимо на длительный период времени спрогнозировать входную нагрузку на подсистему А-О, а также изменения T и pH . Решение данной задачи может быть связано либо с использованием характерных образцов поведения возмущений в прошлом (с поправками на будущее), либо «синтетических» данных, имеющих достаточно хорошее обоснование. В последнем варианте могут использоваться модели авторегрессии с дневными, сезонными и годовыми компонентами.

Третий этап связан с созданием или выбором стандартизированной математической модели подсистемы А-О и динамической модели отстойника. Для описания процессов в аэротенке может быть применена упомянутая выше модель ASM. Четвертый этап связан с испытанием проектируемых систем управления различного уровня методом имитации (методом Монте-Карло) работы подсистемы в спрогнозированных на будущее условиях. На пятом этапе проводится оценка устойчивости выбранных систем управления к внешним воздействиям и начальным условиям. В некоторых ситуациях возможен возврат из п. 5 в п. 4 для выбора другого типа системы управления.

В реальных условиях АСУ ТП работают в обстановке случайных помех, непредвиденных изменений параметров технологических процессов и при наличии погрешностей в информационно-измерительных и управ-

ляющих каналах. В результате объективных обстоятельств задачи управления оказываются стохастическими.

Задача синтеза оптимальной программы управления станцией БХО в условиях неопределенности возмущающих воздействий на длительном периоде времени ее работы формализуется следующим образом. Предположим известной систему автоматического управления, описываемую дифференциальными уравнениями вида:

$$\dot{y}_i = f_i(t, y_1, \dots, y_n, u_1, \dots, u_r, z_1, \dots, z_n) \quad (10)$$

с начальными и краевыми условиями

$$y_i(t_i) = y_{i0}, \quad i = \overline{1, n}, \quad t \in [t_0, T],$$

где $\dot{y}_i$ – значения производных по времени выходных переменных объекта управления; u_j – управляющие воздействия; z_k – случайные внешние воздействия, вероятностные характеристики которых полностью не известны; t_i – заданные моменты времени на интервале $[t_0, T]$; f_i – известные нелинейные функции, такие, что найдется хотя бы один вектор управления $\bar{u} = (u_1, \dots, u_r)$, при котором существует единственное решение краевой задачи. При этом предполагаем, что функции u_j принадлежат классу кусочно-непрерывных ограниченных функций на $[0, T]$ и удовлетворяют системе ограничений

$$\psi_j(t, \bar{u}) \leq c_j, \quad j = \overline{1, r}, \quad (11)$$

где c_j – некоторые постоянные числа.

Пусть целевая функция задана в виде

$$Q = M \left\{ \int_{t_0}^T f_0(t, \bar{y}, \bar{u}, \bar{z}) dt \right\}, \quad (12)$$

и выполняется система ограничений

$$M \{ \varphi_l(t, \bar{y}, \bar{u}, \bar{z}) \} \leq 0, \quad l = \overline{1, L}, \quad (13)$$

где M – символ математического ожидания.

Также известны ограничения на возможную реализацию случайных возмущений, действующих на $[t_0, T]$:

$$|z_j| \leq z_{j\max}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (14)$$

где $z_{j\max}$ – некоторые предельные функции времени или постоянные числа.

Поскольку исходная статистическая информация о z_j неизвестна, будем рассматривать z_j в качестве стратегии природы, используя известный подход в теории игр. Смысл решения задачи (10) – (14) состоит в следующем: необходимо определить вектор $\bar{z}$ таким образом, чтобы (12)

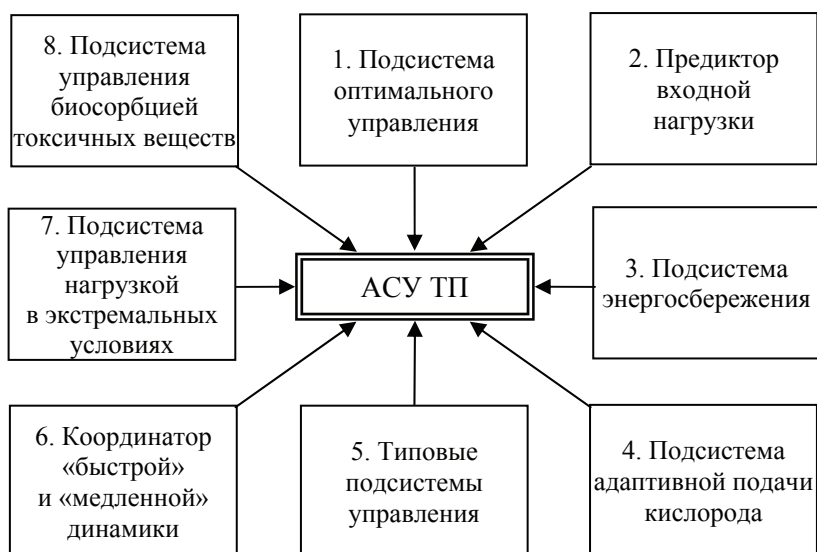


Рис. 4. Состав подсистем управления станцией БХО в условиях неопределенности внешних воздействий

принимала наихудшее значение при любом выборе $\bar{u}$. А если $\bar{u}$ выбрать из условия достижения максимального значения (12), тогда получим значение $\bar{u}$, наилучшим образом ослабляющее влияние $\bar{z}$ на объект управления.

Решение задачи управления состоит в том, чтобы найти такое управление $\bar{u}$, при котором (12) удовлетворяет критерию максимина

$$\min_{\bar{u}} \max_{\bar{z}} Q(f_0, \bar{u}, \bar{z}) = \max_{\bar{z}} \min_{\bar{u}} Q(f_0, \bar{u}, \bar{z}), \quad (15)$$

уравнениям связи (10) с начальными и граничными условиями и ограничениями (11), (13), (14). Данная задача оптимального управления применима к станции БХО, работающей в условиях неопределенности будущих вызовов. Ее решение возможно методами нелинейного программирования.

Структура АСУ ТП станции БХО, на основании отечественного и зарубежного опыта управления процессами биохимической очистки, представлена на рис. 4.

Заключение

На современном этапе жизни общества стратегия управления инфраструктурными системами с длительным сроком эксплуатации является одной из приоритетных задач устойчивого социально-экономического развития регионов. Данная стратегия должна формироваться уже на этапе проектирования инфраструктурных систем совместно с системами менеджмента, способными обеспечить их работоспособность в условиях неопределенности внешних вызовов, препятствующих достижению целей устойчивого развития.

Список литературы

1. Попов, Н. С. Разработка системного подхода к решению региональных задач устойчивого развития / Н. С. Попов, О. В. Пещерова, Л. Н. Чуксина // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 400 – 423. doi: 10.17277/vestnik.2018.03.pp.400-423
2. Об утверждении схемы водоотведения города Тамбова на период 2018 – 2030 годы : постановление администрации города Тамбова от 01.12.2017 г. № 7445 (ред. от 26.08.2019). – Текст : электронный // КонсультантПлюс. – URL : <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW444;n=125639#07168087290607599> (дата обращения: 17.02.2021).
3. Попов, Н. С. О некоторых особенностях в постановке и решении региональных задач устойчивого развития. Часть I / Н. С. Попов, О. В. Пещерова, А. А. Чуксин // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2020. – № 2 (76). – С. 91 – 106. doi: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.091-106
4. Попов, Н. С. О некоторых особенностях в постановке и решении региональных задач устойчивого развития. Часть II / Н. С. Попов, О. В. Пещерова, А. А. Чуксин // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2020. – № 3 (77). – С. 40 – 55. doi: 10.17277/voprosy.2020.03.pp.040-055
5. Саркисян, С. А. Прогнозирование развития больших систем / С. А. Саркисян, Л. В. Голованов. – М. : Статистика, 1975. – 192 с.
6. Янч, Э. Прогнозирование научно-технического прогресса : пер. с англ. / Э. Янч ; ред. Д. М. Гвишиани. – 2-е изд., доп. – М. : Прогресс, 1974. – 585 с.
7. Лопухин, М. М. Паттерн – метод планирования и прогнозирования научных работ / М. М. Лопухин. – М. : Сов. радио, 1971. – 159 с.
8. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85. – Текст : электронный. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/554820821> (дата обращения: 17.02.2021).
9. ГОСТ Р 56828.12–2016 Наилучшие доступные технологии. Классификация водных объектов для технологического нормирования сбросов сточных вод централизованных систем водоотведения поселений. – Введ. 2017-07-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 5 с.
10. ИТС 10-2019 Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов (с Поправкой). – Текст : электронный. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/564068889> (дата обращения: 17.02.2021).
11. Эндрес, А. Экономика природных ресурсов : учеб. пособие / А. Эндрес, И. Квернер ; пер. под ред. Н. Пахомовой, К. Рихтера. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2004. – 256 с.
12. Biological Wastewater Treatment / C. P. G. Leslie, T. D. Glen, G. L. Nancy, D. M. F. Carlos. – Third edition. – IWA Publ. CRC Press, 2011. – 991 p.
13. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван ; пер. с англ. Т. П. Мосолова ; ред. С. В. Калужный. – М. : Мир, 2004. – 480 с.
14. A Critical Review of Clarifier Modelling: State-of-the-Art and Engineering Practices / B. G. Plósz, I. Nopens, L. Rieger [et al.] // Proceedings of WWTmod2012-3rd IWA/WEF Wastewater Treatment Modelling Seminar, 26 – 28 February, 2012, Mont-Sainte-Anne, Québec, Canada. – P. 27 – 30.
15. Patterson, W. L. Estimating Costs and Manpower Requirements for Conventional Wastewater Treatment Facilities / W. L. Patterson, R. F. Banker // US Environmental Protection Agency : Project No. 17090 DAN ; Contract No. 14-12-462. – USA, 1971. – 252 p.
16. Биологическая очистка производственных сточных вод: процессы, аппараты, сооружения / С. В. Яковлев, И. В. Скирдов, В. Н. Швецов [и др.] ; под ред. С. В. Яковлева. – М. : Стройиздат, 1985. – 208 с.

17. Финансовый план проекта «Строительство очистных сооружений на ... ТЭЦ...». Вариант 1 // ООО «МагистральКонсалтинг». – М. : [б. и.], 2016. – 46 с.
18. Effects of Deposit Resuspension on Settling Basin / T. Takamatsu, M. Naito, S. Shiba, Y. Ueda // Journal of the Environmental Engineering Division ASCE – 1974. – Vol. 100, No. 4. – P. 883 – 903.
19. Топчиев, Ю. И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования : учеб. пособие / Ю. И. Топчиев. – М. : Машиностроение, 1989. – 751 с.
20. Смирнов, Д. Н. Автоматизация процессов очистки сточных вод химической промышленности / Д. Н. Смирнов, А. С. Дмитриев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия : Ленинградское отд., 1981. – 198 с.

References

1. Popov N.S., Peshcherova O.V., Chuksina L.N. [Development of a systematic approach to solving regional problems of sustainable development], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2018, vol. 24, no. 3, pp. 400-423, doi: 10.17277/vestnik.2018.03.pp.400-423 (In Russ., abstract in Eng.)
2. <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW444;n=125639#07168087290607599> (accessed 17 February 2021).
3. Popov N.S., Peshcherova O.V., Chuksin A.A. [On some features in the formulation and solution of regional problems of sustainable development. Part I], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2020, no. 2 (76), pp. 91-106, doi: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.091-106 (In Russ., abstract in Eng.)
4. Popov N.S., Peshcherova O.V., Chuksin A.A. [On some features in the formulation and solution of regional problems of sustainable development. Part II], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2020, no. 3 (77), / pp. 40-55, doi: 10.17277/voprosy.2020.03.pp.040-055 (In Russ., abstract in Eng.)
5. Sarkisyan S.A., Golovanov L.V. *Prognozirovaniye razvitiya bol'shikh sistem* [Forecasting the development of large systems], Moscow: Statistika, 1975, 192 p. (In Russ.)
6. Yanch E., Gvishiani D.M. [Ed.] *Prognozirovaniye nauchno-tehnicheskogo progressa* [Forecasting scientific and technological progress], Moscow: Progress, 1974, 585 p. (In Russ.)
7. Lopukhin M.M. *Pattern - metod planirovaniya i prognozirovaniya nauchnykh rabot* [Pattern - a method of planning and forecasting scientific works], Moscow: Sovetskoye radio, 1971, 159 p. (In Russ.)
8. <http://docs.cntd.ru/document/554820821> (accessed 17 February 2021).
9. GOST R 56828.12–2016 *Nailuchshiye dostupnyye tekhnologii. Klassifikatsiya vodnykh ob'yektov dlya tekhnologicheskogo normirovaniya sbrosov stochnykh vod tsentralizovannykh sistem vodootvedeniya poseleniy* [GOST R 56828.12–2016 Best Available Techniques. Classification of water bodies for technological regulation of wastewater discharges from centralized wastewater disposal systems in settlements], Moscow: Standartinform, 2019, 5 p. (In Russ.)
10. <http://docs.cntd.ru/document/564068889> (accessed 17 February 2021).
11. Endres A., Kverner I., Pakhomova N., Rikhter K. [Eds.] *Ekonomika prirodnnykh resursov: uchebnoye posobiye* [Economics of natural resources: a tutorial], St. Petersburg: Piter, 2004, 256 p. (In Russ.)
12. Leslie C.P.G., Glen T.D., Nancy G.L., Carlos D.M.F. *Biological Wastewater Treatment*, IWA Publ. CRC Press, 2011, 991 p.
13. Khentse M., Armoes P., Lya-Kur-Yansen Y., Arvan E., Kalyuzhnyy S.V. [Ed.] *Ochistka stochnykh vod* [Wastewater treatment], Moscow: Mir, 2004, 480 p. (In Russ.)

14. Plósz B.G., Nopens I., Rieger L. [et al.] A Critical Review of Clarifier Modelling: State-of-the-Art and Engineering Practices, Proceedings of WWTmod2012-3rd IWA/WEF Wastewater Treatment Modelling Seminar, 26 - 28 February, 2012, Mont-Sainte-Anne, Québec, Canada, 2012, pp. 27-30.
 15. Patterson W.L., Banker R.F. *Estimating Costs and Manpower Requirements for Conventional Wastewater Treatment Facilities*, USA, 1971, 252 p.
 16. Yakovlev S.V., Skirdov I.V., Shvetsov V.N., Bondarev A.A., Andrianov Yu.N., Yakovlev S.V. [Ed.] *Biologicheskaya ochistka proizvodstvennykh stochnykh vod: protsessy, apparaty, sooruzheniya* [Biological treatment of industrial wastewater: processes, devices, structures], Moscow: Stroyizdat, 1985, 208 p. (In Russ.)
 17. *Finansovyy plan proyekta «Stroitel'stvo ochistnykh sooruzheniy na ... TETS...» Variant 1* [Financial plan of the project "Construction of treatment facilities at ... CHP ..." Option 1], Moscow: [b. i.], 2016, 46 p. (In Russ.)
 18. Takamatsu T., Naito M., Shiba S., Ueda Y. Effects of Deposit Resuspension on Settling Basin, *Journal of the Environmental Engineering Division*, 1974, vol. 100, no. 4, pp. 883-903.
 19. Topcheyev Yu.I. *Atlas dlya proyektirovaniya sistem avtomaticheskogo regulirovaniya: uchebnoye posobiye* [Atlas for the design of automatic control systems: a tutorial], Moscow: Mashinostroyeniye, 1989, 751 p. (In Russ.)
 20. Smirnov D.N., Dmitriyev A.S. *Avtomatizatsiya protsessov ochistki stochnykh vod khimicheskoy promyshlennosti* [Automation of wastewater treatment processes in the chemical industry], Leningrad: Khimiya: Leningradskoye otdeleniye, 1981, 198 p. (In Russ.)
-

Integrated Design of Facilities and Control Systems in the Context of Regional Sustainable Development

O. V. Milovanova, N. S. Popov, A. A. Balamutova

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: imitation; integrated design; macrosystems; forecasting; control; sustainable development.

Abstract: The strategy for managing the process of sustainable development is reduced to the need for periodic implementation of structural and functional transformations in the objects of the regional economy, arising from the objective appearance of qualitatively new challenges (disturbances) from society and nature. At the same time, the design of new and reconstruction of existing facilities with a long service life (more than 20 years) should be aimed at the preventive elimination of challenges not only of the present, but also of the future. Long-distance calls need to be predicted and taken into account in order to reduce the overhead of object evolution. The problem of reconstruction of urban treatment facilities together with a control system is considered in order to ensure their operability in the face of uncertainty of future challenges.

© О. В. Милованова, Н. С. Попов, А. А. Баламутова, 2021

ПРИМЕНЕНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ПОЛИМЕРНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТВАЛЬНЫХ МАССИВОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ОТ ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

**О. Н. Дабижа, Д. В. Бесполитов,
Н. А. Коновалова, П. П. Панков, Е. А. Руш**

*Забайкальский институт железнодорожного транспорта –
филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный
университет путей сообщения», г. Чита, Россия;
ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет
путей сообщения», г. Иркутск, Россия*

Рецензент д-р мед. наук, профессор Н. Д. Авсеенко

Ключевые слова: ветровая эрозия; вскрышные породы; отвальные массивы; отходы горнодобывающей промышленности; пыление отвалов; пылеподавление; пылесвязывающий состав; стабилизирующая добавка.

Аннотация: Изучена эффективность применения стабилизирующей добавки StabOL для закрепления поверхности отвалов вскрышных пород. Установлено, что среднемассовый радиус надмолекулярных образований в полимерном растворе StabOL составляет 593 нм. Выявлено, что данный полимерный раствор образует высококачественную пленку: прозрачную, однородную, без трещин и кристаллических включений. Установлены фазовый и гранулометрический составы вскрышных пород для формирования устойчивых к воде и механическому воздействию органоминеральных агрегатов частиц. Показано, что использование экологически безопасного полимерного раствора StabOL позволяет снизить содержание высокодисперсных частиц и является эффективным способом защиты отвальных массивов вскрышных пород от ветровой эрозии.

Дабижа Ольга Николаевна – кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник НИ ПТБ «ЗаБИЖТ-Инжиниринг», e-mail: dabiga75@mail.ru, Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Чита; Бесполитов Дмитрий Викторович – аспирант кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск; Коновалова Наталия Анатольевна – кандидат химических наук, доцент, начальник НИ ПТБ «ЗаБИЖТ-Инжиниринг»; Панков Павел Павлович – младший научный сотрудник НИ ПТБ «ЗаБИЖТ-Инжиниринг», Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Чита, Россия; Руш Елена Анатольевна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск, Россия.

Введение

Забайкальский край, являясь одним из старейших горнорудных районов Российской Федерации, обладает стратегическими общероссийскими запасами урана, молибдена, лития, титана, золота и других полезных ископаемых [1]. Однако интенсивность горного производства сопровождается усилением эксплуатации природных ресурсов и появлением техногенных ландшафтов. Открытый способ отработки приводит к образованию трещин, оползней, обвалов, пустот, нарушений напряженно-деформированного состояния массива, активации эрозионных процессов, загрязнению атмосферного воздуха, водных ресурсов, растительности и среды обитания человека в целом [2]. Незакрепленные поверхности отвалов вскрышных пород при определенных метеорологических условиях приводят к интенсивному пылению. Кроме того, техногенные грунты, обладающие значительной поглотительной способностью, могут прочно удерживать токсиканты в своем составе [3], поэтому отвальные массивы выступают средой, аккумулирующей ксенобиотики, и являются источником вторичного загрязнения посредством пыления [4].

Множественные эколого-гигиенические исследования подтверждают взаимосвязь атмосферных загрязнений и заболеваемости населения. Хроническое воздействие токсикантов на организм человека способствует возникновению и развитию общетоксических, канцерогенных, мутагенных и других эффектов [5]. Загрязнение атмосферного воздуха приводит к развитию атеросклероза, коронарных и дегенеративных заболеваний сердца, рака легких, эмфиземы, бронхиальной астмы и других заболеваний, а также росту смертности от сердечно-сосудистой патологии [6]. Загрязнение воздуха твердыми частицами размером менее 10 мкм является максимально опасным, так как они составляют до 70 % всех взвешенных частиц и обладают способностью свободно проникать в живые организмы [7]. Частицы микроразмерного ряда адсорбируют из окружающей среды токсичные вещества и, попадая во внутреннюю среду организма, накапливаются в органах и тканях, оказывая мощнейшее токсическое действие [8]. Установлено, что повышение концентрации высокодисперсных частиц РМ_{2,5} приводит к развитию артериальной гипертензии, острых сердечно-сосудистых событий, риску тромбообразования и сердечно-сосудистой смертности [9, 10]. В этой связи снижение концентрации частиц микроразмерного ряда в окружающей среде представляется актуальной задачей.

Одним из путей решения данной проблемы является закрепление поверхности отвалов пылесвязывающими составами, обеспечивающими высокую адгезию к минеральным частицам, однако применяемые на практике пылесвязывающие составы (нефтяной гудрон, едкий натр, битум, сульфатно-спиртовая барда и др.) токсичны и малоэффективны, поскольку имеют незначительные сроки обеспыливающего действия.

Наиболее перспективным способом борьбы с пылением является образование на поверхности техногенных грунтов связной структуры, обладающей ветроустойчивостью, водонепроницаемостью и экологической безопасностью. Таким условиям отвечают стабилизирующие добавки на основе органических высокомолекулярных соединений, позволяющие снизить интенсивность пыления за счет увеличения крупности частиц.

Известны составы для подавления пыли грунта, гравия, почвы, золы уноса ТЭС, включающие, масс. %: полиакрилат 0 – 20, поливинилацетат 0 – 20, глицерин 40 – 95 и воду 0 – 40 [11]; сополимер 1 – 20 (20 – 80 мол. % метакрилата щелочного металла и 80 – 20 мол. % метилметакрилата) и воду 99 – 80 [12]. Поэтому применение стабилизирующей добавки полимерной природы StabOL может быть также эффективным для создания связной структуры на поверхности техногенных грунтов.

Цель исследования – изучение эффективности применения стабилизирующей добавки StabOL для закрепления поверхности отвалов вскрышных пород.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования выбраны крупнотоннажные отходы золотодобывающей промышленности – вскрышные породы Балейского (Б), Каменского (К) и Тасеевского (Т) карьеров (Забайкальский край). Химический состав вскрышных пород, изученный методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре эмиссионном OPTIMA 5300DV (167...403 нм, PerkinElmer, США; схема ICP95A), приведен в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показал имеющиеся отличия по содержанию щелочных, щелочноземельных металлов и железа.

Фазовый состав вскрышных пород, исследованный методом порошковой дифракции на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3.0 (излучение $\text{CuK}\alpha$, Ni-фильтр, 25 кВ, 20 мА, $2\theta^\circ = 3 \dots 55$, шаг сканирования $0,05^\circ$; программа Diffra^{plus}, PDF-2, 2007 г.), следующий:

– Балейский карьер: кварц SiO_2 (2,46; 2,28; 1,98 Å); альбит $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (3,78; 3,19; 2,56 Å); микроклин KAlSi_3O_8 (3,48; 3,24; 2,90 Å); иллит $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ (10,05; 5,00; 2,90 Å); каолинит $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ (7,16; 3,58; 1,67 Å);

– Каменский карьер: кварц SiO_2 (2,46; 2,28; 1,98 Å); альбит $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (6,42; 3,77; 2,93 Å); микроклин KAlSi_3O_8 (4,04; 3,24; 2,89 Å); иллит $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ (10,05; 3,19; 2,00 Å); каолинит $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ (7,18; 3,58; 3,19 Å); гематит Fe_2O_3 (2,70 Å);

– Тасеевский карьер: кварц SiO_2 (3,36; 2,46; 2,13 Å); каолинит $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (7,23; 2,57; 2,34 Å); иллит $\text{K}_{0,7}\text{Al}_{2,1}(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ (5,16; 4,38; 3,30 Å).

Таблица 1

Химический состав вскрышных пород

Карьер	ω, масс. %*											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	п.м.	п.п.п.
Балейский	62,1	12,8	4,2	3,5	1,4	1,2	1,1	0,4	0,2	0,1	5,9	7,0
Каменский	67,6	12,1	3,6	2,7	0,9	0,5	2,5	0,4	0,1	0,1	5,7	3,7
Тасеевский	67,0	12,6	2,1	1,5	0,3	0,4	0,1	0,6	0,1	–	5,9	9,3

*п.м. – примеси микроэлементов; п.п.п. – потери при прокаливании; содержание оксида хрома (II) во всех породах составляет 0,1 масс. %

В таблице 2 приведены данные полуколичественного анализа фазового состава. Найдено, что вскрышная порода Тасеевского карьера выделяется повышенным содержанием кварца и меньшим количеством фаз. Кроме того, порода Бaleyского карьера содержит меньше глинистых минералов – каолинита и иллита.

Термический анализ проводили с помощью синхронного термоанализатора STA 449F1 NETZSCH ($m = 30...33$ мг, $t = 30...997$ °C, Pt тигли, динамичная атмосфера аргона, скорость нагрева 20 °C/мин). На термограммах исходных образцов первый эндотермический минимум связан с удалением адсорбционной воды и наблюдается при 141; 161; 146 °C для вскрышных пород Бaleyского, Каменского и Тасеевского карьеров, соответственно. О присутствии в них кварца свидетельствует характерный небольшой эндоэффект при 576; 576 и 566 °C соответственно. Величина потери массы при 997 °C составляет 6,31; 3,45 и 10,01 % для перечисленных выше пород соответственно. Следует отметить, что эндоэффект при 161 °C у вскрышной породы Каменского карьера отличается широкой формой и сопровождается незначительной потерей веса ~ 0,6 %, что в 3-4 раза меньше, чем аналогичные эффекты на термограммах пород Бaleyского и Тасеевского карьеров.

Для получения высокодисперсных частиц из вскрышных пород с помощью сита отделяли тонкие фракции частиц крупностью менее 1 мм. Для увеличения содержания высокодисперсных частиц дополнительно измельчали пробы на истирателе вибрационном чашевом ИВЧ-3 (энергонапряженность 12 Вт/г, частота колебаний 23,4 Гц) в течение 1 минуты.

Полимерная добавка StabOL (S) представляет собой прозрачную вязкую жидкость; плотность, определенная пикнометрическим методом, составляет 1,20 г/см³; реакция среды pH = 8. Перед использованием стабилизирующую добавку StabOL разбавляли водой. Содержание добавки в водном растворе составляло 0,5 %. Чтобы устранить пенообразование, полимерный раствор отстаивали в течение 20 минут.

Для исследований методами оптической микроскопии и ИК-спектроскопии получали полимерные пленки. Для этого наносили полимерный раствор ($\omega = 10$ масс.%) на предметное стекло методом полива и оставляли в воздушной атмосфере при 25 °C до полного высыхания.

Морфологию пленок изучали на стереомикроскопе с функцией плавного увеличения (ZOOM) серии RZ 3487MEIJI TECHNO CO., LTP, Япония. Увеличение изображений составляло $\times 100 - \times 400$.

Таблица 2

Сравнительный анализ фазового состава вскрышных пород

Карьер	ω , масс.%					
	кварц	альбит	микроклин	иллит	каолинит	гематит
Бaleyский	35	26	21	10	8	–
Каменский	32	18	17	12	15	6
Тасеевский	72	–		11	17	–

Инфракрасный спектр пленки, полученной из полимерного раствора StabOL, регистрировали посредством инфракрасного Фурье-спектрометра SHIMADZU FTIR-8400S в области $4000 - 400 \text{ см}^{-1}$. Отнесение полос поглощения, ν , см^{-1} : 3728 (νOH); 3352 (νNH , OH); 2942, 2913 ($\nu_{\text{as}}\text{CH}_2$); 1663 ($\nu\text{C} = \text{O}$); 1620 (δOH); 1564 (δNH); 1446, 1418 (δCH_2); 1329 ($\delta\text{CH} + \text{OH}$, δCN); 1238 (γCH); 1139, 1094 ($\nu\text{C}-\text{O}-\text{C}$); 918 ($\nu\text{C}-\text{C}$); 851 (γOH); 600 (δCO).

Надмолекулярные образования в полимерном растворе StabOL исследовали методом спектра мутности с помощью фотометра КФК-3-«ЗОМЗ». Для измерений использовали кюветы толщиной 3 мм. Среднемассовый радиус надмолекулярных образований $\bar{r}_w$ рассчитывали по формуле

$$\bar{r}_w = \frac{\alpha \lambda_{\text{cp}}}{2\pi}, \quad (1)$$

где α – характеристическая функция от $x = -\Delta \lg D / \Delta \lg \lambda$, D – оптическая плотность; λ_{cp} – среднее значение из используемого диапазона длин волн, деленное на показатель преломления растворителя (воды) $n_0 = 1,333$.

Качество пленки, полученной из полимерного раствора, оценивали по следующим признакам: однородности (наличия или отсутствия видимой границы расслоения), прозрачности, отсутствия трещин и кристаллических включений.

Агрегирующие свойства полимерного раствора S изучали путем сравнения гранулометрического состава высокодисперсных фракций исходных (Б; К; Т) и обработанных полимерным раствором (СБ; СК; СТ) вскрышных пород. Для этого отбирали пробу крупностью 0...1 мм массой 50 г и выкладывали тонким слоем на поверхность размером $0,0254 \text{ м}^2$. По всей поверхности равномерно распыляли 20 см^3 полимерного раствора с содержанием активного вещества $1 \text{ г}/100 \text{ см}^3$. Обработанные пробы высушивали 24 часа на воздухе, после чего проводили ситовый анализ.

Водостойкость органоминеральных агрегатов, образованных из вскрышных пород после их обработки полимерным раствором, изучали двумя способами. Первый способ: обработанную полимерным раствором высокодисперсную фракцию вскрышной породы выкладывали тонким слоем на поверхность и равномерно распыляли по ней $20 \text{ см}^3 \text{ H}_2\text{O}$. Пробы оставляли на 24 часа в воздушной атмосфере до полного высыхания. Далее проводили рассев на ситах 1 и 0,25 мм. Второй способ: отобранную часть надрешеточного продукта (10 крупных агрегатов частиц), полученного при испытаниях на сите размером меш 1 мм, помещали в чашку Петри. Затем наливали воду так, чтобы все находящиеся в ней агрегаты частиц покрылись водой. После этого наблюдали происходящее взаимодействие частиц с водой каждые 5 минут в течение 30 минут.

Оценку экологической безопасности вскрышных пород, обработанных полимерным раствором StabOL, проводили методом биотестирования с тест-объектами *Daphnia magna Straus* и *Chlorella vulgaris Beijer*.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования полимерного раствора StabOL, полученные методом спектра мутности, показали, что зависимость $\lg D = f(\lg \lambda)$ прямая, линейная с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,954$ (рис. 1).

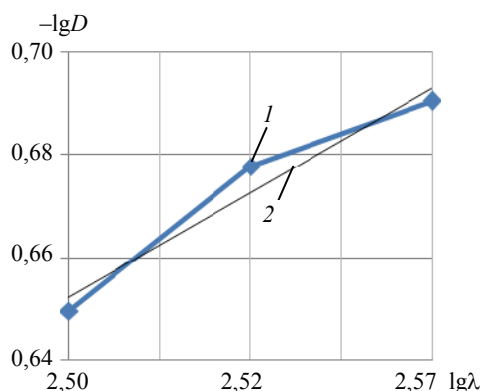


Рис. 1. Зависимость логарифма оптической плотности полимерного раствора S от логарифма длины волны:

1 – экспериментальные данные; 2 – линейная аппроксимация

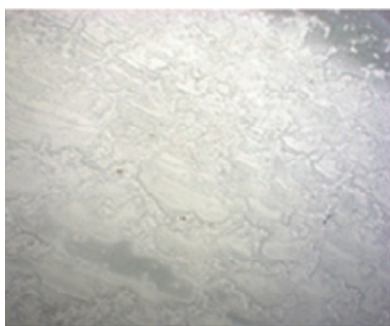
Тангенс угла наклона прямой линии к оси абсцисс равен $x = -\Delta \lg D / \Delta \lg \lambda = 0,61$; характеристическая функция светорассеяния [13] $\alpha = 14,4$; среднее значение из используемого диапазона длин волн, деленное на показатель преломления воды: $\lambda_{\text{ср}} = 258$ нм. Тогда получаем, что среднемассовый радиус надмолекулярных образований равен $\bar{r}_w = 593$ нм. Следовательно, можно утверждать о наличии развитой вторичной структуры в полимерном растворе StabOL, что будет способствовать связыванию пылеватых частиц в органо-минеральные агрегаты.

На рисунке 2 показаны оптические изображения пленок исходного полимерного раствора (а, б) и полимер-минеральных смесей: полимерного раствора с рассеянными на нем пылеватыми частицами вскрышных пород (в, д, ж) и вскрышных пород, смоченных полимерным раствором (з, е, з).

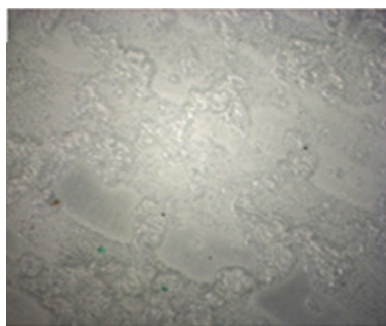
Выявлено, что полимерный раствор StabOL образует высококачественную пленку: однородную, прозрачную, без трещин и кристаллических включений. Согласно классификации, приведенной в [14], оптические изображения пленки, полученной из полимерного раствора, можно отнести к инверсионному морфологическому типу. Отсутствие фазового расслоения позволяет ожидать возможность формирования структурированной органо-минеральной системы при обработке вскрышных пород.

У вскрышной породы Тасеевского карьера, содержащем в своем составе $\sim 70\%$ кварца, наблюдается более плотная упаковка частиц (рис. 2, з). Большая склонность к агрегации частиц на полимерной поверхности регистрируется для образца СБ (рис. 2, в). В целом, имеем удовлетворительное распределение пылеватых частиц по поверхности полимерного раствора (рис. 2, в, д, ж).

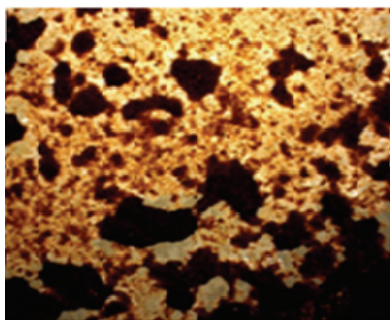
На рисунке 3 показано распределение частиц по размерам в исследуемых образцах. Найдено, что наибольшее содержание частиц размером менее $0,25$ мкм (дисперсностью $4 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1}$) имеет вскрышная порода Тасеевского карьера. В этом случае возможна наиболее плотная упаковка частиц, что согласуется с данными оптической микроскопии (рис. 2, з). Наименьшее содержание частиц дисперсностью более $4 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1} - 4$ масс.% имеют вскрышные породы Каменского карьера. Образцы Б и К, в основном,



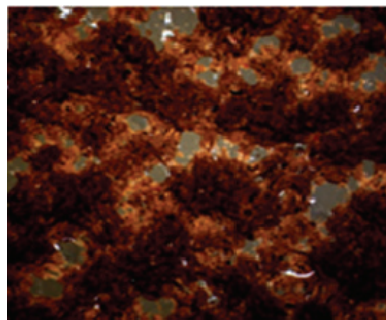
а)



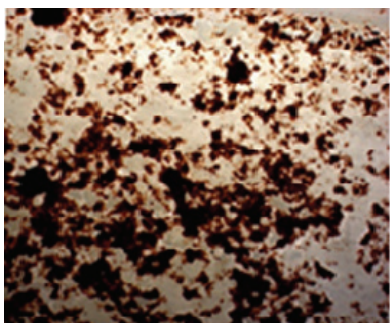
б)



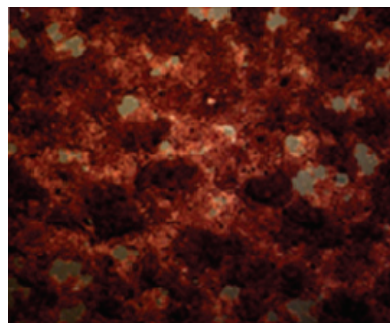
в)



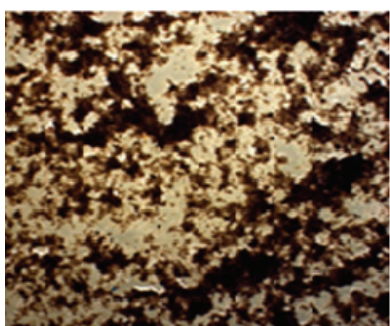
г)



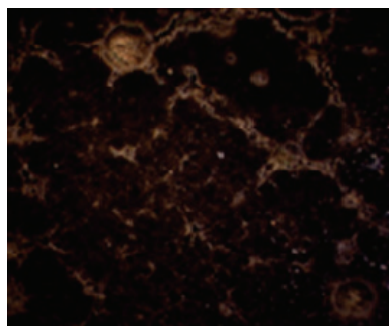
д)



е)

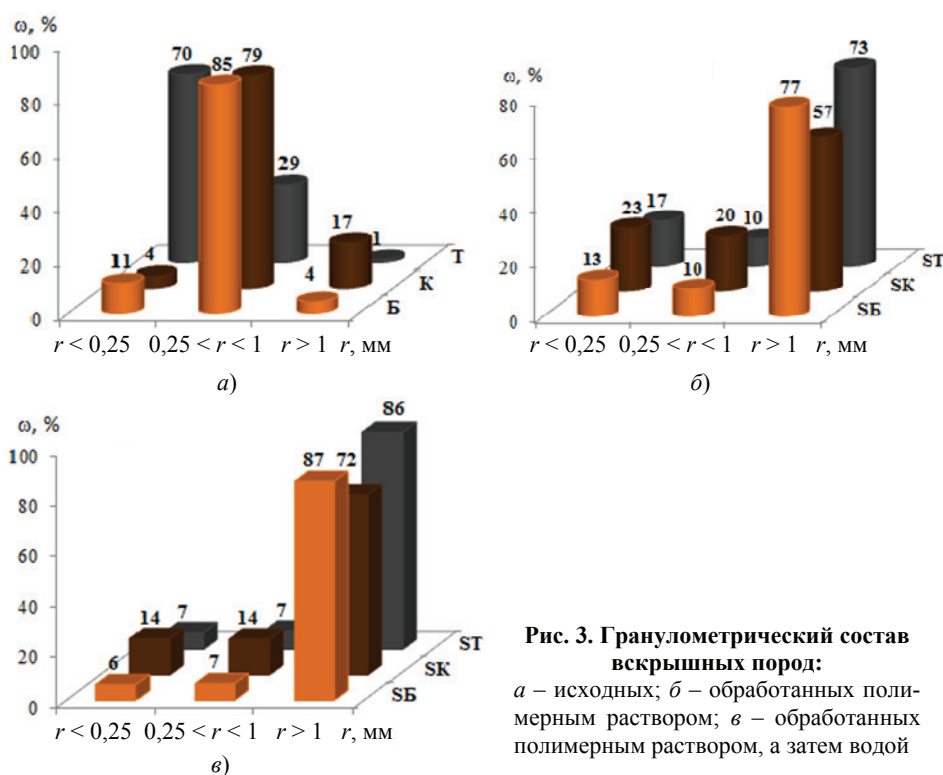


ж)



з)

Рис. 2. Оптические изображения пленок ($\times 100$, $\times 200$):
а, б – полимерного раствора S; *в, г* – полимер-минерального SE;
д, е – полимер-минерального SK; *ж, з* – полимер-минерального ST



состоят из частиц размерами 0,25...1,00 мм и отличаются друг от друга содержанием фракций более 1 и менее 0,25 мм (см. рис. 3, *а*). Установлено, что применение полимерного раствора способствует увеличению содержания агрегатов частиц размерами более 1 мм (рис. 3, *б*, *в*).

Изменения размеров частиц тонких фракций вскрышных пород, обработанных полимерным раствором StabOL, в сравнении с исходным гранулометрическим составом вскрышных пород, приведены в табл. 3. Анализ данных табл. 3 показал, что после обработки полимерным раствором содержание агрегатов частиц размерами более 1 мм увеличивается от 40 до 73 %, а фракций 0,25...1 мм – уменьшается от 19 до 75 %.

Таблица 3

Изменения гранулометрического состава частиц размерами r , мм, тонких фракций вскрышных пород после их обработки раствором StabOL Δw_1 и последующей обработки водой Δw_2

Образец	$\Delta w_1, \%$			$\Delta w_2, \%$		
	$r < 0,25$	$0,25 > r > 1$	$r > 1$	$r < 0,25$	$0,25 > r > 1$	$r > 1$
SB	2	–75	73	–5	–78	83
SK	18	–59	40	9	–65	55
ST	–53	–19	72	–63	–22	85

Примечание. Знак «–» означает уменьшение содержания частиц данного размера.

Высокодисперсные частицы менее 0,25 мм могут еще оставаться в составах (2 – 18 %), что связано, очевидно, с погрешностями пропитки порошков. После дополнительной обработки исследуемых образцов водой наблюдается увеличение содержания крупных (более 1 мм) агрегатов частиц на 10 – 15 % и уменьшение на 3 – 10 % содержания высокодисперсных фракций. Для образцов СБ и СТ на основе вскрышных пород Балейского и Тасеевского карьеров регистрируются максимальные и примерно равные изменения размеров частиц после их обработки полимерным раствором. В случае вскрышной породы Каменского карьера получены более низкие значения, что объясняется недостаточным содержанием высокодисперсных частиц (дисперсностью более $40 \cdot 10^3 \text{ м}^{-1}$) для образования коагуляционно-структурированной суспензии (4 масс.%) [15]. По эффективности формирования органоминеральных агрегатов и уменьшению содержания фракций частиц менее 1 мм исследуемые вскрышные породы можно разместить в следующий ряд:

$$ST \approx SB > SK.$$

Следовательно, StabOL представляется перспективным полимерным раствором, способствующим окомкованию и изменению гранулометрического состава высокодисперсных частиц.

Пылесвязывающее действие полимерного раствора будет тем эффективнее, чем более устойчивыми будут органоминеральные агрегаты размерами более 1 мм. Следовательно, чем в меньшей мере после воздействия воды наблюдается размывание агрегатов, тем эффективнее процесс пылесвязывания. Увеличение содержания частиц более 1 мм и уменьшение частиц менее 1 мм способствует повышению водостойкости органо-минеральных агрегатов.

В ходе эксперимента обнаружено, что после обработки водой содержание частиц более 1 мм увеличивается на 10 – 15 %. Водостойкость органоминеральных агрегатов размерами более 1 мм изучали, отбирая их после ситового анализа и покрывая полностью водой в чашках Петри (рис. 4).

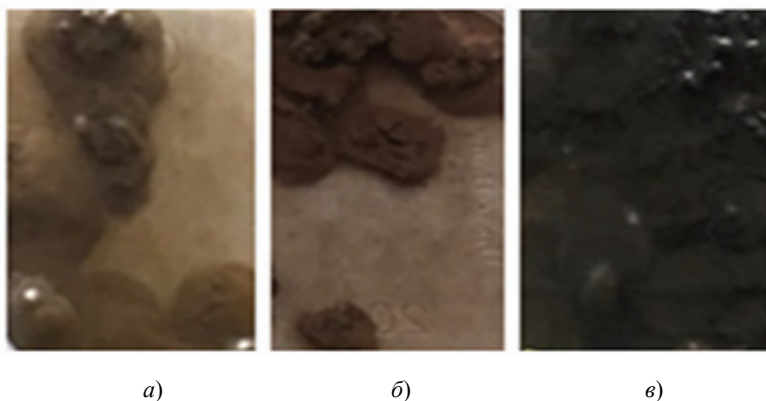


Рис. 4. Устойчивость агрегатов органоминеральных частиц при их контакте с водой:
а – СБ; б – СК; в – СТ

Таблица 4

Стойкость органоминеральных агрегатов в воде

Образец	Прозрачность воды / целостность агрегатов		Сопутствующие явления	
	5 мин	30 мин	Наличие пены	Число пузырьков воздуха
СБ	± / ±		+	1
СК	+ / +		–	4
СТ	– / ±	– / –		

Примечание. Обозначения: «+» – имеет место; «±» – наблюдается частично; «–» – отсутствует.

Результаты наблюдений приведены в табл. 4, где анализируются прозрачность воды и целостность органоминеральных агрегатов в течение 30 минут. Кроме того, регистрируется наличие пены из-за поверхностно-активных свойств полимерного раствора и пузырьков воздуха на границе раздела фаз.

При окомковании рыхлого увлажненного дисперсного материала в поровом пространстве гранул замещается воздух, а более высокая дисперсность исходного сырья способствует увеличению объема воздуха [15]. Наличие пузырьков объясняется формированием многофазной системы «органоминеральный порошок – вода – воздух». Анализ данных табл. 4 позволил выявить, что целостность органоминеральных агрегатов и прозрачность воды вокруг них в большей степени наблюдаются для образцов СК и в меньшей – для образцов СБ, однако органоминеральные агрегаты в образце СТ разрушаются при их непосредственном контакте с водой. Это можно объяснить различием фазового состава, так как глинистые минералы и кварц легко впитывают воду (см. табл. 2).

Таким образом, при изучении водостойкости органоминеральных агрегатов, образованных в результате действия полимерного раствора StabOL на вскрышные породы, обнаружено, что количество частиц размерами более 1 мм сохраняется и, более того, увеличивается на 10 – 15 %. Наряду с этим, при непосредственном контакте с водой крупных органоминеральных агрегатов (5 мм и более) их целостность сохраняется при условии наличия в исходной породе полевых шпатов (альбитов, микроклинов в образцах СК и СБ).

Токсичность проб вскрышных пород, обработанных полимерным раствором StabOL, определяли по смертности (летальности) *Daphnia magna Straus* и изменению оптической плотности тест-культуры – зеленой протокковой водоросли *Chlorella vulgaris Beijer*. Проведенные исследования позволили сделать вывод о безопасности для окружающей среды и здоровья человека полученных в настоящем исследовании образцов вскрышных пород, обработанных полимерным раствором StabOL.

Заключение

Полученные с применением метода спектра мутности данные позволили установить, что в полимерном растворе присутствуют надмолекулярные образования со среднемассовым радиусом 593 нм. Показано, что морфология пленки, полученной из разбавленного раствора полимерной добавки StabOL, имеет инверсионный тип. При этом пленка прозрачная, однородная, не имеет трещин и кристаллических включений.

Агрегирующие свойства полимерного раствора изучены на вскрышных породах Балейского, Каменского и Тасеевского карьеров (фракция 0...1 мм). Выявлено, что в состав вскрышных пород входят кварц; полевые шпаты (альбит; микроклин); глинистые минералы (иллит; каолинит); гематит.

Методом ситового анализа установлено, что в результате обработки высокодисперсных фракций вскрышных пород полимерным раствором увеличивается содержание агрегатов частиц размером более 1 мм на 40 – 73 %. Найдено, что содержания 4 масс.% высокодисперсных частиц размерами менее 0,25 мм недостаточно для эффективного формирования коагуляционно-структурированной суспензии, необходимой для заполнения порового пространства окомкованных органоминеральных частиц.

Изучена водостойкость органоминеральных агрегатов, образованных после действия полимерного раствора. Выявлено, что при контакте с водой органоминеральных агрегатов размерами более 5 мм их целостность сохраняется, если в составе вскрышной породы, кроме кварца и глинистых минералов присутствуют минералы группы полевых шпатов (показано на примере вскрышной породы Тасеевского карьера). Тем не менее изменения гранулометрического состава вскрышных пород после их обработки полимерным раствором (то есть увеличение содержания частиц размерами более 1 мм на 10 – 15 %) убедительно свидетельствует об эффективности пылеподавления.

Полученные методом биотестирования на тест-объектах *Daphnia magna* Straus и *Chlorella vulgaris* Beijer данные свидетельствуют о безопасности для здоровья человека и окружающей среды образцов вскрышных пород, обработанных полимерным раствором StabOL. Следовательно, полимерный раствор StabOL можно рекомендовать для защиты отвалов вскрышных пород от ветровой эрозии.

Список литературы

1. Авдеев, П. Б. Минерально-сырьевая база Забайкальского края и ее освоение в современных условиях / П. Б. Авдеев, Ю. М. Овешников // Известия Сибирского отделения РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. – 2014. – № 5 (48). – С. 50 – 57.
2. Андроханов, В. А. Мониторинг почвенного покрова и рациональное использование земельных ресурсов в районах угледобычи / В. А. Андроханов // Вестн. науч. центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2014. – № 2. – С. 126 – 130.

3. Critical Comparison of Soil Pollution Indices for Assessing Contamination with Toxic Metals / C. Cai, B. Xiong, Y. Zhang [et al.] // *Water, Air, and Soil Pollution*. – 2015. – Vol. 226, Issue 10. – P. 352.
4. The Impact of Gold Smelter Emissions on Vegetation and Soils of a Sub-Arctic Forest-Tundra Transition Ecosystem / D. Hocking, P. Kuchar, J. A. Plambeck, R. A. Smith // *Journal of the Air Pollution Control Association*. – 1978. – Vol. 28, Issue 2. – P. 133 – 137.
5. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) / Р. А. Голиков, Д. В. Суржиков, В. В. Кислицына, В. А. Штайгер // *Научное обозрение. Медицинские науки*. – 2017. – № 5. – С. 20 – 31.
6. Хачатрян, Т. С. Окружающая среда и здоровье населения (обзор литературы) / Т. С. Хачатрян // *Журнал экспериментальной и клинической медицины*. – 1981. – Т. 21, № 3. – С. 287 – 292.
7. Голохваст, К. С. Профиль атмосферных взвесей в городах и его экологическое значение / К. С. Голохваст // *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. – 2013. – № 49. – С. 87 – 91.
8. Driscoll, K. E. Cytokine and Growth Factor Release by Alveolar Macrophages: Potential Biomarkers of Pulmonary Toxicity / K. E. Driscoll, J. K. Maurer // *Toxicology Pathology*. – 1991. – No. 19 (4). – P. 398 – 405.
9. Long-Term Effects of Ambient PM 2.5 on Hypertension and Blood Pressure and Attributable Risk among older Chinese Adults / H. Lin, Y. Guo, Y. Zheng [et al.] // *Hypertension*. – 2017. – Vol. 69, No. 5. – P. 806 – 812.
10. Табакаев, М. В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами на распространенность сердечно-сосудистых заболеваний среди городского населения / М. В. Табакаев, Г. В. Артамонова // *Вестн. РАМН*. – 2014. – Т. 69, № 3-4. – С. 55 – 60. doi: 10.15690/vramn.v69i3-4.996
11. Patent U.S. 8066448. Dust Suppression Agent / R. W. Vitale, C. I. Detloff, D. A. Thomson. – Filed May 13, 2010. – Ser. No. 12/779897. – Patented November 29, 2011.
12. А. с. 1190067 СССР, МПК E21F 5/06. Состав для закрепления пылящих поверхностей / Н. С. Алфимова, П. Г. Беленький, А. Ю. Бойко, Б. С. Глебычев, Т. И. Давыденко, А. А. Литманович, А. Д. Маслов, А. В. Мозжухин, И. М. Папилов, М. Е. Певзнер, Е. В. Полякова, Г. Н. Смирнов, И. Я. Файдель, Б. В. Якобсон (СССР). – № 3757657/22-03 ; заявл. 29.06.1984 ; опубл. 07.11.1985, Бюл. 41. – 4 с.
13. Кленин, В. И. Характеристические функции светорассеяния дисперсных систем / В. И. Кленин, С. Ю. Щеголев, В. И. Лаврушин. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 1977. – 176 с.
14. Липатов, Ю. С. Коллоидная химия полимеров / Ю. С. Липатов. – Киев : Наукова думка, 1984. – 344 с.
15. Витюгин, В. М. Адгезионное взаимодействие частиц полидисперсного материала в процессах мокрой агрегации / В. М. Витюгин, Э. Н. Чулкова, И. Н. Ланцман // *Известия Томского политехн. ун-та. Химия и химическая технология*. – 1975. – Т. 272. – С. 173 – 178.

References

1. Avdeyev P.B., Oveshnikov Yu.M. [Mineral and raw materials base of the Trans-Baikal Territory and its development in modern conditions], *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya RAYEN. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdeniy* [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, prospecting and exploration of ore deposits], 2014, no. 5 (48), pp. 50-57. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Androkhanov V.A. [Monitoring of soil cover and rational use of land resources in coal mining areas], *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugol'noy promyshlennosti* [Bulletin of the scientific center for the safety of work in the coal industry], 2014, no. 2, pp. 126-130. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Cai C., Xiong B., Zhang Y., Li X., Nunes L.M. Critical Comparison of Soil Pollution Indices for Assessing Contamination with Toxic Metals, *Water, Air, and Soil Pollution*, 2015, vol. 226, issue 10, p. 352.
4. Hocking D., Kuchar P., Plambeck J.A., Smith R.A. The Impact of Gold Smelter Emissions on Vegetation and Soils of a Sub-Arctic Forest-Tundra Transition Ecosystem, *Journal of the Air Pollution Control Association*, 1978, vol. 28, issue 2, pp. 133-137.
5. Golikov R.A., Surzhikov D.V., Kislitsyna V.V., Shtayger V.A. [Influence of environmental pollution on public health (literature review)], *Nauchnoye obozreniye. Meditsinskiye nauki* [Scientific Review. Medical sciences], 2017, no. 5, pp. 20-31. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Khachatryan T.S. [Environment and health of the population (review of literature)], *Zhurnal eksperimental'noy i klinicheskoy meditsiny* [Journal of Experimental and Clinical Medicine], 1981, vol. 21, no. 3, pp. 287-292. (In Russ.)
7. Golokhvast K.S. [The profile of atmospheric suspensions in cities and its ecological significance], *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin of physiology and pathology of respiration], 2013, no. 49, pp. 87-91. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Driscoll K.E., Maurer J.K. Cytokine and Growth Factor Release by Alveolar Macrophages: Potential Biomarkers of Pulmonary Toxicity, *Toxicology Pathology*, 1991, no. 19 (4), pp. 398-405.
9. Lin H., Guo Y., Zheng Y. [et al.] Long-Term Effects of Ambient PM 2.5 on Hypertension and Blood Pressure and Attributable Risk among older Chinese Adults, *Hypertension*, 2017, vol. 69, no. 5, pp. 806-812.
10. Tabakayev M.V., Artamonova G.V. [Influence of atmospheric air pollution by suspended substances on the prevalence of cardiovascular diseases among the urban population], *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences], 2014, vol. 69, no. 3-4, pp. 55-60, doi: 10.15690/vramn.v69i3-4.996 (In Russ., abstract in Eng.)
11. Vitale R.W., Detloff C.I., Thomson D.A. Dust Suppression Agent, US, 2011, Pat. 8066448.
12. Alfimova N.S., Belen'kiy P.G., Boyko A.Yu., Glebychev B.S., Davydenko T.I., Litmanovich A.A., Maslov A.D., Mozzhukhin A.V., Papisov I.M., Pevzner M.Ye., Polyakova Ye.V., Smirnov G.N., Faydel' I.Ya., Yakobson B.V. *Sostav dlya zakrepleniya pylyashchikh poverkhnostey* [Composition for fixing dusty surfaces], USSR, 1985, Copyright certificate 1190067. (In Russ.)
13. Klenin V.I., Shchegolev S.Yu., Lavrushin V.I. *Kharakteristicheskiye funktsii svetorasseyaniya dispersnykh sistem* [Characteristic functions of light scattering of dispersed systems], Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 1977, 176 p. (In Russ.)
14. Lipatov Yu.S. *Kolloidnaya khimiya polimerov* [Colloid chemistry of polymers], Kiev: Naukova dumka, 1984, 344 p. (In Russ.)
15. Vityugin V.M., Chulkova E.N., Lantsman I.N. [Adhesion interaction of particles of polydisperse material in wet aggregation processes], *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Chemistry and chemical technology], 1975, vol. 272, pp. 173-178. (In Russ.)

Application of the Stabilizing Polymer Additives for Protection of Dump Overflow from Wind Erosion

**O. N. Dabizha, D. V. Bespolitov,
N. A. Konovalova, P. P. Pankov, E. A. Rush**

*Transbaikal Institute of Railway Transport - Branch of Irkutsk State
University of Railways, Chita, Russia;
Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, Russia*

Keywords: wind erosion; overburden; dump massifs; waste from the mining industry; dusting of dumps; dust suppression; dust-binding composition; stabilizing additive.

Abstract: The effectiveness of using the stabilizing additive StabOL for fixing the surface of overburden dumps has been studied. It was found that the average mass radius of supramolecular formations in the StabOL polymer solution is 593 nm. It was revealed that this polymer solution forms a high-quality film: transparent, homogeneous, without cracks and crystalline inclusions. The phase and granulometric compositions of overburden for the formation of organomineral aggregates of particles resistant to water and mechanical stress have been established. It is shown that the use of environmentally friendly polymer solution StabOL allows reducing the content of highly dispersed particles and is an effective way to protect dumping overburden from wind erosion.

© О. Н. Дабижа, Д. В. Бесполитов,
Н. А. Коновалова, П. П. Панков, Е. А. Руш, 2021

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ГАЗИФИКАЦИИ БИОМАССЫ

А. В. Демин

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный
энергетический университет», г. Казань, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, профессор В. Г. Крюков

Ключевые слова: биомасса; газификация; горение; синтез-газ; численные исследования.

Аннотация: Представлены результаты численных исследований газификации биомассы: подстилочных пометных масс птицеводства, иловых осадков сточных вод, отходов деревообработки. Предложена принципиальная схема установки газификации с использованием тепловой энергии, получаемой при сжигании определенной части генерируемого синтез-газа. Определены оптимальные режимные параметры паровой газификации, способствующие повышению степени конверсии углерода в монооксид углерода и водород, а также режимные параметры сжигания смеси воздуха и части генерируемого синтез-газа, способствующие минимальному содержанию в продуктах сгорания вредных веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух.

Введение

Применение продуктов газификации биомассы в энергоустановках малой мощности позволяет получать тепловую и электрическую энергию, снижать вредные выбросы, утилизировать углеродсодержащие отходы, которые относятся к возобновляемым альтернативным источникам энергии. Утилизация биомассы приводит к снижению площадей территорий, необходимых для размещения отходов, уменьшает загрязнение окружающей среды.

Повышение эффективности процессов газификации биомассы является сложной научной и технической проблемой. Основная цель газификации – получение смеси горючих газов (CO , H_2 , CH_4 и др.). Газификация применяется как для исходных углеродсодержащих материалов, так и для продуктов пиролиза [1 – 4]. Тепловая энергия, необходимая для газификации исходных материалов, чаще всего получается при сжигании части биомассы при подводе предварительно нагретого воздуха, в количестве

Демин Алексей Владимирович – доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», e-mail: alexei_demin@mail.ru, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, Россия.

существенно меньшего стехиометрического, теоретически необходимого для полного сгорания. В этом случае в продуктах газификации (синтез-газе) присутствуют такие продукты горения как CO_2 , H_2O и молекулярный азот N_2 . При повышении концентрации N_2 существенно снижается удельная теплота сгорания синтез-газа. При последующем сжигании синтез-газа возрастают выбросы оксидов азота NO_x . Исключить высокое содержание N_2 и продуктов сгорания в синтез-газе можно, применяя в качестве газифицирующего агента высокотемпературный пар и осуществляя внешний нагрев реакционных объемов газификатора. Тепловую энергию для этого целесообразно получать при сжигании определенной части генерируемого синтез-газа.

При разработке новых конструкций газификаторов основной научно-технической проблемой является повышение степени конверсии биомассы в горючие газообразные продукты. Решение данной задачи может быть получено только на основе теоретического анализа численных и экспериментальных исследований всего сложного комплекса взаимосвязанных физико-химических процессов газификации биомассы. В настоящее время численным исследованиям на основе математических моделей процессов термической утилизации биомассы уделяется большое внимание. Математическое моделирование может быть использовано для прогнозирования состава и свойств как продуктов газификации, так и продуктов сгорания синтез-газа. При моделировании процессов используются, главным образом, два подхода – равновесный и кинетический [1, 5 – 10]. Равновесный подход основан на предположении, что реагирующая многокомпонентная система находится в состоянии термодинамического и химического равновесия; кинетический – на моделировании химических преобразований в реагирующей системе с учетом конечных скоростей элементарных химических реакций. Оба подхода могут быть использованы и совместно для моделирования процессов в различных реакционных зонах газификаторов.

Чаще всего состояние термодинамического равновесия описывают, применяя соответствующие математические модели двух типов. В моделях первого типа (стехиометрических) для расчета состава химически реагирующей смеси используют константы равновесия реакций газификации биомассы; второго типа (нестехиометрических) – принято, что при термодинамическом и химическом равновесии свободная энергия Гиббса имеет минимальное значение.

При моделировании процессов газификации в данной работе использована модель второго типа и приняты следующие основные допущения: углерод, содержащийся в биомассе, преобразуется в газообразные продукты, а также может присутствовать в реагирующей системе в мелкодисперсной конденсированной фазе; зольные частицы входят в состав конденсированной фазы, являются инертными и не участвуют в реакциях газификации; для газовой фазы справедливо уравнение состояния идеального газа; градиенты параметров состояния реагирующей смеси внутри реакционного объема отсутствуют. Математическая модель для расчета продуктов газификации биомассы представлена системой уравнений, включающей нелинейные алгебраические уравнения в логарифмической фор-

ме: закон действующих масс (диссоциации); уравнения сохранения вещества; уравнение, устанавливающее равенство давления смеси и суммарного числа молей веществ [11].

При моделировании процессов горения смеси синтез-газа и воздуха использован кинетический подход [12]. Принято, что поступающие в локальную зону течения в камере сгорания реагенты мгновенно перемешиваются с компонентами, уже находящимися в данной зоне; химическое взаимодействие подчиняется основным положениям химической кинетики, в том числе закону действующих масс; все превращения происходят в виде независимых друг от друга элементарных реакций; механизм химического взаимодействия представлен совокупностью таких элементарных химических реакций.

Материалы и методы исследования

В качестве углеродсодержащих отходов рассматривались различные виды биомассы: подстилочные пометные массы (ППМ) птицеводства, иловые осадки сточных вод (ОСВ), стружка сосны как отходы деревообработки (ОД). На рисунке 1 представлен способ организации процессов газификации.

При первоначальном запуске установки воздух и пусковой природный газ подаются в камеру сгорания (КС). При эксплуатации установки на стационарном режиме в камеру сгорания поступает сухой очищенный от зольных частиц синтез-газ. Вода и высокотемпературные продукты сгорания поступают в парогенератор, в котором часть тепловой энергии продуктов сгорания за счет теплопередачи через сплошную поверхность, герметично разделяющую теплоносители, используется на нагрев и испарение воды. После парогенератора продукты сгорания и пар поступают



Рис. 1. Принципиальная схема установки газификации

непосредственно в газификатор. После прогрева реакционной зоны газификатора до рабочих температур в него дозировано периодически загружается биомасса, которая предварительно нагревается в теплообменнике за счет остаточного тепла продуктов сгорания. Охлажденные продукты сгорания проходят через устройство газоочистки и выбрасываются в атмосферу. Получаемый в газификаторе синтез-газ поступает в устройство очистки от взвешенной дисперсной фазы, затем – в устройство сепарации для удаления воды. Сухой обеззоленный синтез-газ с помощью газового компрессора закачивается в газгольдер, из которого одна его часть используется для осуществления процессов газификации, другая – подается потребителям.

В данной работе биомасса рассматривается как механическая смесь органической и минеральной частей с определенным влагосодержанием. Характерной особенностью биомассы является широкий диапазон изменения элементного состава органической и минеральной частей. В наибольшем количестве в органической части биомассы присутствуют углерод и кислород; в меньшем – водород, азот и сера. Химические составы различных видов биомассы принимались на основании анализа и обобщения известных данных, например [4, 13, 14].

При выполнении расчетов использовали химические составы органических и минеральных частей биомассы в сухом беззольном состоянии, представленные в табл. 1, при этом учитывались следующие вещества, входящие в состав зольного остатка и находящиеся в мелкодисперсном конденсированном состоянии: SiO₂, CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, Na₂O, P₂O₅, K₂O.

Таблица 1

**Химический состав органической
и минеральной частей биомассы, масс. %**

Химический элемент	ППМ	ОСВ	ОД
<i>Органическая</i>			
C	46,30	58,77	52,56
H	8,13	6,41	6,11
O	38,82	26,72	41,13
N	5,47	7,23	0,06
S	1,27	0,87	0,02
<i>Минеральная</i>			
Si	4,5414	26,5976	17,9295
Ca	14,8319	5,1878	19,1766
Al	1,2063	4,2496	6,5585
Fe	0,9733	3,1216	5,7281
Mg	3,617	1,276	2,4692
Na	8,1869	8,6959	1,359
P	12,7744	3,5645	0,89353
K	16,2319	1,1077	5,1882
O	37,6368	46,1992	40,6974

Содержание минеральных частей в составе сухой биомассы принималось равным 20, 25 и 1 масс.% для ППМ, ОСВ и ОД соответственно. Суммарное количество воды W принималось в зависимости от содержания углерода в органической части биомассы из условия, что для полной газификации 1 моля углерода необходим 1 моль H_2O с учетом влагосодержания исходного материала.

Таким образом, массовые доли органической части $g_1 = (1 - A)(1 - W)$, где A – массовая доля минеральной части для сухого состояния биомассы, W – массовая доля воды; минеральной – $g_2 = A(1 - W)$. Значения массовых долей органической, минеральной частей и воды, принятые при выполнении расчетов, приведены в табл. 2.

Количество тепловой энергии Q , необходимое для нагрева исходных материалов, испарения воды и нагрева пара до уровня рабочих температур, определялось по формуле

$$Q = m_6(h_T - h_6),$$

где m_6 – суммарное количество сухой биомассы и воды, кг; h_T – удельная массовая энтальпия продуктов газификации, включая зольные частицы, при температуре газификации, кДж/кг; h_6 – удельная массовая энтальпия смеси сухой биомассы и всего количества воды в жидком состоянии при начальной температуре для ППМ, ОСВ и ОД, кДж/кг: –9395, –10134 и –9180 соответственно.

Принято, что тепловая энергия для осуществления газификации получается при сжигании части генерируемого синтез-газа. Количество продуктов сгорания $m_{п.с}$ синтез-газа определялось по формуле

$$m_{п.с} = Q / (h_{п.с1} - h_{п.с2}),$$

где $h_{п.с1}, h_{п.с2}$ – значения удельной массовой энтальпии продуктов сгорания синтез-газа на входе в парогенератор и на выходе из теплообменника соответственно, кДж/кг (см. рис. 1.).

Количество синтез-газа $m_{с.-г.}$, сжигаемого для этой цели при заданном коэффициенте избытка окислителя $\alpha_{ок}$, определялось по формуле

$$m_{с.-г.} = m_{п.с} / (1 + \alpha_{ок} k_m^0),$$

где k_m^0 – массовое стехиометрическое соотношение окислителя и горючего.

Таблица 2

Массовые доли органической, минеральной частей и воды

Массовая доля	ППМ	ОСВ	ОД
g_1	0,51427	0,45149	0,55602
g_2	0,12857	0,15050	0,00562
W	0,35716	0,39801	0,43837

При сжигании смеси воздуха и синтез-газа в составе продуктов сгорания учитывались исходные реагенты, промежуточные и конечные продукты сгорания: Ar, O, H, N, C, S, CO, CO₂, H₂, CH₄, H₂O, H₂S, N₂, O₂, C₂H₂, C₂H₄, C₂H₆, CH₃, CH₂, CH, C₂H, C₂H₃, C₂H₅, H₂CO, HCO, HC₂O, N₂H₂, N₂H, NH₃, NH₂, NH, HNO, HCN, CN, NCO, NO₂, N₂O, HS, HO₂, OH, NO, S₂, SO, SO₂. Химический механизм содержал 182 обратимые элементарные реакции, для которых константы скоростей выбирались с учетом данных, приведенных в [15].

Полнота сгорания η определялась по формуле

$$\eta = 1 - (T^{\text{ад.с}} - T) / T^{\text{ад.с}},$$

где $T^{\text{ад.с}}$, T – температуры продуктов при адиабатическом сгорании и на выходе из КС соответственно, К.

Результаты и их обсуждение

В таблице 3 приведены некоторые из результатов расчетов паровой газификации биомассы при различных температурах в реакционных объемах: удельная массовая энтальпия продуктов газификации h_T ; массовая доля паров воды в продуктах газификации, когда часть исходного количества воды израсходована в химических процессах, $g_{\text{H}_2\text{O}}$; массовая доля $g_{\text{с.-г}}$

и низшая теплота сгорания $H_u^{\text{с.-г}}$ сухого синтез-газа, кДж/кг, а также состав сухого обеззоленного синтез-газа, об. %.

Изменения концентраций горючих газов в продуктах газификации биомассы соответствуют известным закономерностям. При увеличении температуры возрастает содержание СО и H₂ и уменьшается содержание CH₄.

На следующем этапе численных исследований моделировались условия в КС при сжигании смеси воздуха и сухого очищенного от конденсированной фазы синтез-газа. Состав синтез-газа принят по результатам расчетов процессов газификации при температурах более 1200 К. Массовые стехиометрические соотношения окислителя и горючего k_m^0 для синтез-газов, полученных при газификации ППМ, ОСВ и ОД, имели следующие значения: 4,5525; 4,6693 и 4,3834 соответственно.

На основе предварительных расчетов получено, что приемлемый уровень температур и массовый расход продуктов сгорания, тепловая энергия которых используется в процессах газификации, достигается при значениях коэффициента окислителя $\alpha_{\text{ок}} \geq 1,6$. Сжигание синтез-газа моделировалось для двух стадий, при организации первичной и вторичной зон горения. В первичной зоне прогнозирование параметров продуктов сгорания выполнялось при коэффициенте избытка окислителя $\alpha_{\text{ок}} = 0,9$. При этом в основном ядре потока в цилиндрической КС характерны условия, способствующие уменьшению концентрации кислорода и снижению скорости образования оксидов азота. Избыточный воздух используется для организации пристеночных зон, защищающих от перегрева внутренние поверхности КС, и организации вторичной зоны при суммарном значении $\alpha_{\text{ок}} = 1,6$ в выходном сечении КС. Таким образом, процессы горения осуществляются при уровнях температур, обеспечивающих снижение эмиссии оксидов азота.

Параметры и состав синтез-газа, полученного из ПШМ, ОСВ, ОД

Температура газификации, К	Параметр					Состав				
	h_r	g_{H_2O}	g_{c-r}	H_u^{c-r}	CO	H ₂	CH ₄	H ₂ S	CO ₂	N ₂
ПШМ:										
1066	-5850	0,22581	0,64562	16029	24,8868	52,5020	6,5597	0,45980	13,3345	2,2573
1098	-5550	0,21911	0,65232	16193	26,9510	54,7178	4,2811	0,43833	11,4592	2,1525
1136	-5250	0,21390	0,65753	16364	28,8073	56,5364	2,3707	0,42071	9,7980	2,0669
1191	-4950	0,21219	0,65924	16558	30,5186	57,7927	0,94394	0,40854	8,3279	2,0084
1275	-4650	0,21676	0,65467	16795	32,1050	58,2063	0,21873	0,40449	7,0753	1,9902
ОСВ:										
1074	-5750	0,15076	0,69874	16661	29,8892	47,6191	8,8234	0,27431	10,7940	2,6001
1108	-5400	0,14256	0,70694	16851	32,1039	50,5088	5,9917	0,25918	8,6794	2,4570
1142	-5100	0,13551	0,71399	16996	33,7002	52,6627	3,8947	0,24789	7,1439	2,3506
1184	-4800	0,12935	0,72015	17133	35,0760	54,4628	2,1320	0,23846	5,8288	2,2619
1244	-4500	0,12583	0,72367	17270	36,2591	55,7393	0,83031	0,23176	4,7400	2,1996
ОД:										
1079	-5480	0,19252	0,80186	15573	29,98	50,14	6,19	0,00071	13,65	0,0235
1109	-5180	0,18792	0,80646	15754	31,87	52,19	4,12	0,00068	11,78	0,0226
1146	-4880	0,18429	0,81010	15932	33,57	53,92	2,37	0,00066	10,1209	0,0218
1197	-4580	0,18335	0,81104	16125	35,17	55,16	1,01	0,00064	8,65	0,0214
1276	-4280	0,18758	0,80680	16345	36,70	55,63	0,26	0,00063	7,39	0,0213

Таблица 4

**Содержание и относительное количество вредных веществ
в охлажденных продуктах сгорания**

Вид биомассы	Мольные доли вещества $r_i \times 10^6$				Количество вещества, мг на 1 кг сухой биомассы		
	CO	SO ₂	NO	NO ₂	CO	SO ₂	NO _x
ППМ	158	994	4	62	676	9728	454
ОСВ	178	552	3	77	959	6795	699
ОД	224	2	2	81	1118	23	675

Одна из задач вычислительных экспериментов – определение оптимального времени пребывания реагирующей смеси в КС. В качестве основных критериев для этого приняты полнота сгорания и концентрации оксидов азота в выходном сечении КС.

По результатам расчетов получено, что полнота сгорания $\eta \geq 0,99$ характерна для времени пребывания $\tau \approx 60$ мс, когда концентрации NO в продуктах сгорания синтез-газа, полученного из ППМ, ОСВ и ОД, составляли 66, 80 и 83 ppm соответственно. При увеличении времени пребывания до 120 мс концентрации NO увеличивались на ~30 %.

Также моделировались условия охлаждения продуктов сгорания при передаче тепловой энергии на осуществление процессов газификации биомассы. Содержание некоторых вредных веществ в продуктах сгорания синтез-газов, полученных из различных видов биомассы, при температуре 298 К приведено в табл. 4.

Количество синтез-газа, необходимого для осуществления процессов паровой газификации, от общего количества генерируемого газа при утилизации ППМ, ОСВ и ОД составило ~ 52, 54 и 44 масс.% соответственно. При выполнении расчетов принималось, что температура продуктов сгорания на выходе из теплообменника, предназначенного для предварительного нагрева биомассы, составляла ~ 600 К. Для исследуемых условий определены количества вредных веществ в продуктах сгорания, используемых для газификации 1 кг сухой биомассы (см. табл. 4).

Полученные данные позволяют обоснованно выбрать способ и устройство для очистки отходящих газов в зависимости от производительности по количеству утилизируемой биомассы.

Заключение

Процессы паровой газификации ППМ, ОСВ и древесных отходов исследованы как функции их химического состава и условий организации рабочих процессов.

Для выбранных условий определены рекомендуемые уровни температуры ($\sim 1100 \pm 100$ К), оптимальные для повышения конверсии биомассы в синтез-газ, имеющий высокие значения удельной теплоты сгорания.

Установлено, что при газификации с внешним подводом тепла целесообразно получать данное тепло при сжигании части генерируемого синтез-газа. Получены оценочные значения количеств синтез-газа, необходи-

мого для этой цели, и предложена принципиальная схема установки газификации биомассы. Эффективность исследованного способа организации процессов получения синтез-газов заключается:

- в получении высококалорийного синтез-газа, в составе которого в наибольших количествах содержатся водород и монооксид углерода, в меньших – диоксид углерода и метан, в минимальных – молекулярный азот, и практически полностью отсутствует водяной пар;
- достижении высокой степени конверсии исходных углеродсодержащих материалов при использовании в качестве газифицирующего агента высокотемпературного пара;
- минимальном содержании токсичных компонентов в продуктах сгорания синтез-газа.

Список литературы

1. Advances in Renewable Energies and Power Technologies. Volume 2: Biomass, Fuel Cells, Geothermal Energies, and Smart Grids / Edited by I. Yahyaoui. – Elsevier Science, 2018. – 536 p.
2. Heidenreich, S. Advanced Biomass Gasification: New Concepts for Efficiency Increase and Product Flexibility / S. Heidenreich, M. Müller, P. U. Foscolo. – Academic Press, 2016. – 140 p.
3. Biomass Gasification on a Downdraft Gasifier with a Two-Stage Air Supply: Effect of Operating Conditions on Gas Quality / A. L. Galindo, E. S. Lora, R. V. Andrade [et al.] // Biomass and Bioenergy. – 2014. – Vol. 61. – P. 236 – 244.
4. Poultry Litter Gasification in a Fluidized Bed Reactor: Effects of Gasifying Agent and Limestone Addition / D. S. Pandey, M. Kwapinska, A. Gómez-Barea [et al.] // Energy & Fuels. – 2016. – Vol. 30. – P. 3085 – 3096.
5. Blanco, A. Modeling and Simulation of Biomass Fast Pyrolysis in a Fluidized Bed Reactor / A. Blanco, F. Chejne // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2016. – Vol. 118. – P. 105 – 114. doi: 10.1016/j.jaap.2016.01.003
6. Modeling of Biomass Thermo-Chemical Gasification Using Artificial Neural Networks / C. C. Sreejith, N. K. Priyak, C. Muraleedharan, P. Arun // International Journal of Applied Engineering Research. – 2012. – Vol. 7, No. 3. – P. 313 – 320.
7. Thermochemical Equilibrium Modelling of Gasifying Process / A. Melgar, J. F. Perez, H. Laget, A. Horillo // Energy Convers. Manag. – 2007. – Vol. 48. – P. 59 – 67.
8. Sreejith, C. C. Equilibrium Modeling and Regression Analysis of Biomass Gasification / C. C. Sreejith, C. Muraleedharan, P. Arun // Journal of Renewable and Sustainable Energy. – 2012. – Vol. 4, No. 6. – P. 063124. doi: 10.1063/1.4768545
9. Thermodynamic Modeling and Optimization of Thermolysis and Air Gasification of Waste Tire / A. Mozafari, F. Farshchi Tabrizi, M. Farsi, S. A. H. Seyed Mousavi // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2017. – Vol. 126. – P. 415 – 422. doi: 10.1016/j.jaap.2017.04.001
10. Wang, Y. Kinetic Model of Biomass Gasification / Y. Wang, C. M. Kinoshita // Solar Energy. – 1993. – Vol. 51, No. 1. – P. 19 – 25. doi: 10.1016/0038-092X(93)90037-O
11. Алемасов, В. Е. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках : учеб. пособие / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. С. Черенков. – М. : Химия, 2000. – 520 с.
12. Демин, А. В. Математическое моделирование процессов термической утилизации углеродсодержащих отходов / А. В. Демин, Р. Я. Дыганова // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 4. – С. 26 – 30. doi: 10.18412/1816-0395-2018-4-26-30

13. Kosov, V. F. Simulation of a Process for the Two-Stage Thermal Conversion of Biomass into the Synthesis Gas. – Текст : электронный / V. F. Kosov, V. A. Lavrenov, V. M. Zaichenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – Vol. 653, No. 1. – 6 p. – URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/653/1/012031/pdf> (дата обращения: 25.08.2020).

14. Двухстадийная пиролизическая конверсия различных видов биомассы в синтез-газ / В. А. Лавренов, О. М. Ларина, В. А. Синельщиков, Г. А. Сычев // Теплофизика высоких температур. – 2016. – Т. 54, № 6. – С. 950 – 956. doi: 10.7868/S0040364416060090

15. NIST Chemical Kinetics Database. – Текст : электронный / J. A. Manion, R. E. Huie, R. D. Levin [et al.] // NIST Standard Reference Database 17, Version 7.0 (Web Version), Release 1.6.8, Data version 2015.12. – Gaithersburg, Maryland : National Institute of Standards and Technology, 2020. – URL : <http://kinetics.nist.gov> (дата обращения: 27.08.2020).

References

1. Yahyaoui I. [Ed.] *Advances in Renewable Energies and Power Technologies. Volume 2: Biomass, Fuel Cells, Geothermal Energies, and Smart Grids*, Elsevier Science, 2018, 536 p.

2. Heidenreich S., Müller M., Foscolo P.U. *Advanced Biomass Gasification: New Concepts for Efficiency Increase and Product Flexibility*, Academic Press, 2016, 140 p.

3. Galindo A.L., Lora E.S., Andrade R.V. [et al.] Biomass Gasification on a Downdraft Gasifier with a Two-Stage Air Supply: Effect of Operating Conditions on Gas Quality, *Biomass and Bioenergy*, 2014, vol. 61, pp. 236-244.

4. Pandey D.S., Kwapinska M., Gómez-Barea A. [et al.] Poultry Litter Gasification in a Fluidized Bed Reactor: Effects of Gasifying Agent and Limestone Addition, *Energy & Fuels*, 2016, vol. 30, pp. 3085-3096.

5. Blanco A., Chejne F. Modeling and Simulation of Biomass Fast Pyrolysis in a Fluidized Bed Reactor, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2016, vol. 118, pp. 105-114, doi: 10.1016/j.jaap.2016.01.003

6. Sreejith C.C., Priyak N.K., Muraleedharan C., Arun P. Modeling of Biomass Thermo-Chemical Gasification Using Artificial Neural Networks, *International Journal of Applied Engineering Research*, 2012, vol. 7, no. 3, pp. 313-320.

7. Melgar A., Perez J.F., Laget H., Horillo A. Thermochemical Equilibrium Modelling of Gasifying Process, *Energy Convers. Manag.*, 2007, vol. 48, pp. 59-67.

8. Sreejith C.C., Muraleedharan C., Arun P. Equilibrium Modeling and Regression Analysis of Biomass Gasification, *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 2012, vol. 4, no. 6, p. 063124, doi: 10.1063/1.4768545

9. Mozafari A., Farshchi Tabrizi F., Farsi M., Seyed Mousavi S.A.H. Thermodynamic Modeling and Optimization of Thermolysis and Air Gasification of Waste Tire, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2017, vol. 126, pp. 415-422, doi: 10.1016/j.jaap.2017.04.001

10. Wang Y., Kinoshita C.M. Kinetic Model of Biomass Gasification, *Solar Energy*, 1993, vol. 51, no. 1, pp. 19-25, doi: 10.1016/0038-092X(93)90037-O

11. Alemasov V.Ye., Dregalin A.F., Cherenkov A.S. *Osnovy teorii fiziko-khimicheskikh protsessov v teplovykh dvigatelyakh i energeticheskikh ustanovkakh: uchebnoye posobiye* [Fundamentals of the theory of physical and chemical processes in heat engines and power plants: a tutorial], Moscow: Khimiya, 2000, 520 p. (In Russ.)

12. Demin A.V., Dyganova R.Ya. [Mathematical modeling of the processes of thermal utilization of carbon-containing waste], *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2018, vol. 22, no. 4, pp. 26-30, doi: 10.18412/1816-0395-2018-4-26-30 (In Russ.)

13. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/653/1/012031/pdf> (accessed 25 August 2020).
14. Lavrenov V.A., Larina O.M., Sinel'shchikov V.A., Sychev G.A. [Two-stage pyrolytic conversion of various types of biomass into synthesis gas], *Teplofizika vysokikh temperatur* [Thermal physics of high temperatures], 2016, vol. 54, no. 6, pp. 950-956, doi: 10.7868/S0040364416060090 (In Russ., abstract in Eng.)
15. <http://kinetics.nist.gov> (accessed 27 August 2020).
-

Evaluation of Environmental Friendliness and Efficiency of Biomass Gasification Processes

A. V. Demin

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Keywords: biomass; gasification; combustion; synthesis gas; numerical studies.

Abstract: The results of numerical studies of biomass gasification are presented: litter masses of poultry farming, sewage sludge, woodworking waste. A schematic diagram of a gasification installation using thermal energy obtained by burning a certain part of the generated synthesis gas is proposed. The optimal operating parameters of steam gasification, contributing to an increase in the degree of conversion of carbon into carbon monoxide and hydrogen, as well as operating parameters of combustion of a mixture of air and a part of the generated synthesis gas, contributing to the minimum content of harmful substances emitted into the atmospheric air in combustion products have been determined.

© А. В. Демин, 2021

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЙ ЛАНДШАФТА НА ФОРМИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ БОЛЬШОЙ СИНИЦЫ (*Parus major* L.)

**М. А. Микляева, А. Ю. Околелов,
О. М. Золотова, Е. Е. Попова, А. В. Козачек**

*ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск, Россия;
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р пед. наук, профессор С. В. Попова

Ключевые слова: гетерохрония; гнездование; постэмбриональное развитие; природно-техногенные ландшафты.

Аннотация: Изучены величина кладки и морфометрические особенности яиц, рост и развитие птенцов большой синицы. Показана их зависимость от многих факторов, регулирующих численность особей и влияющих на формирование популяции в целом. Воздействие экзогенных факторов на птиц воспринимается по-разному, ввиду их неоднородности, что впоследствии выразилось в соотношении крупных и мелких кладок, уменьшении их числа.

Введение

В системе разработки научных основ охраны природы и рационального использования ресурсов в условиях природно-техногенных ландшафтов, структура и функционирование которых изменены хозяйственной деятельностью и этнокультурными традициями населения, всестороннее исследование гнездовой жизни птиц становится все более актуальным [1]. Изучение биологии размножения полезных насекомых птиц связано с задачей управления их популяциями. Разрешить ее –

Микляева Марина Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и химии, e-mail: m.miclyaeva@yandex.ru; Околелов Андрей Юрьевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и химии; Золотова Ольга Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и химии; Попова Екатерина Евгеньевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биологии и химии, ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск, Россия; Козачек Артемий Владимирович – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

значит научиться в любой местности в кратчайшие сроки искусственно сосредотачивать требуемые виды в очагах заражения культурных растений вредными насекомыми, влиять на процессы размножения птиц, изменяя в желаемую сторону. Значение синиц в качестве истребителей зимующих насекомых столь же или в большей мере важно, как и сбор ими насекомых в период выкармливания птенцов. Широкое распространение активной химической защиты не только полей, огородов и садов, но также лесов и городских зеленых насаждений отодвинуло на второй план биологические методы защиты растений, в том числе и использование птиц. Птицы должны и могут занять заметное место в системе защиты растений от вредителей. Привлечение в искусственные гнездовья птиц-дуплогнезdnиков, без сомнения, наиболее удобный, быстрый, дешевый и верный способ использования птиц (даровой рабочей силы) в борьбе с насекомыми-вредителями. К числу самых активных естественных врагов вредителей относятся и многие виды птиц, которые могут существенно снизить численность, а иногда даже ликвидировать возникшие очаги вредных насекомых. Исключительно важное значение синиц определяется тем, что представители данного семейства с наступлением осени не улетают, а продолжают интенсивно уничтожать вредителей в зимние месяцы. Кроме того, синицы способны отыскивать и извлекать добычу, скрытую и недоступную для большей части прочих мелких насекомоядных птиц. Все это дает основание относить их к числу полезнейших представителей нашей орнитофауны. Без знания биологии местных птиц, ясного представления об их требованиях к условиям существования невозможно их рациональное практическое использование.

Цель работы – изучение влияния экологических факторов на формирование биологической гетерогенности популяции большой синицы (*Parus major* L.).

Материал и методы исследования

Исследование проведено в 2016 – 2020 годах на территории природно-техногенных ландшафтов Тамбовской области, сформированных в результате изменения биоты. В целях привлечения птиц-дуплогнезdnиков и получения материала по большой синице использовали искусственные гнездовья со съемными крышками, развешенные на расстоянии 5...50 м друг от друга с диаметром летка 3,5 см. Все искусственные гнездовья были картографированы. Оптимизация кормовой базы осуществлялась в виде подкормки птиц в зимнее время. Отмечали время откладки первых и последующих яиц. Использованы типовые методики исследования раннего онтогенеза птиц [2]. Статистический анализ проводился общепринятыми методами при использовании программных пакетов Microsoft Excel, Statistica for Windows 5.02, FSTAT. Достоверность данных определяли по *t*-критерию Стьюдента.

Результаты

Длительность стройки гнезд зависит от абиотических факторов среды и вместительности гнездовья [3]. Массовое гнездование у большой синицы в изученном регионе протекает с 7 по 30 апреля, когда температура

воздуха колеблется от +1,6 до 13,5 °С, наиболее раннее начало гнездования у единичных пар зафиксировано первого апреля, позднее – первого мая. Это не составляет исключения по сравнению с другими регионами. Одна семейная пара строит гнездо в среднем ($n = 41$) 16,2 суток при колебаниях 6 – 21 суток.

Продолжительность строительства гнезда находится в зависимости от нескольких обстоятельств. Определяющее значение имеют сроки начала данного процесса. Семейные пары, приступившие к постройке гнезда в первой декаде апреля, завершили ее в среднем ($n = 25$) за 17,6 суток, во второй ($n = 10$) – за 15, а в третьей ($n = 5$) – за 12 суток. Немаловажное значение имеют размеры гнездования. Выбрав гнездовую нишу, большая синица стремится заполнить строительным материалом все ее внутреннее пространство. Наблюдения, а также работы ряда исследователей показывают, что размер гнезда этой птицы зависит от размера выбранного ею гнездовья. В крупных гнездовьях на строительство гнезда синицы затрачивают больше времени (в среднем 19,8 суток), чем в мелких (в среднем 14,7 суток, $P = 0,992$). Следует отметить, что искусственные гнездовья с большой внутренней площадью, в данном случае скворечники, заселяются преимущественно раногнездящимися особями (90,9 % от числа занятых синицей скворечников).

Синицы строят гнезда в два этапа. На первом, который длится 2...7 суток (в среднем 4,1), птицы изготавливают основу гнезда, состоящую главным образом из мха. Второй этап более длительный – 3...19 суток (в среднем 11,9). В этот период из шерсти оформляется лоток. Как правило, гнездостроение (обычно второй этап) у большой синицы перекрывается периодом яйцекладки, что характерно и для других представителей рода *Parus*. Из 40 обследованных гнезд лишь в двух (5 %) строительство было завершено к началу откладки яиц, в 36 (90,0 %) оно завершилось в период яйцекладки и в двух (5,0 %) – в первые 1–2 дня собственно насиживания.

Массовая яйцекладка у больших синиц проходит с 16 апреля по 2 мая: самая ранняя отмечена 10 апреля, поздняя – 13 мая. Продолжительность откладки яиц у одной семейной пары составляет в среднем ($n = 54$) 11,7 суток. В большинстве случаев яйцекладка проходит ритмично, через 24 ч. Аритмичные кладки с перерывом в 48 и более часов отмечены лишь в 30,4 % случаев. Большая синица в первом цикле размножения откладывает 9 – 15 яиц (в среднем 11,5). Чаще других встречаются кладки из 10 – 12 яиц. Во втором цикле птицы откладывают 7 – 12 яиц (в среднем 8,7). Наиболее часты кладки из 8–9 яиц. Различия величин первых и вторых кладок достоверны.

Средние размеры яиц большой синицы при учете первого и второго циклов составляют 17,4×13,3 мм, а масса свежеснесенного яйца – 1,647 г. Вариабельность размеров находится в пределах (14,9...20,0)×(11,5...14,1) мм. Масса колеблется в пределах 1,06...2,07 г. Наибольшее число яиц было с массой 1,61...1,80 г – 51,4 %; во второй группе яйца с массой 1,41...1,60 г – 31,5 %; третьей – с массой 1,81...2,00 г. Наиболее часто встречаются варианты, когда масса яиц составляет 1,20...1,40 г, кроме того, одно яйцо может иметь массу 1,06, а другое – 2,07 г. Более крупные и тяжелые яйца

самки откладывают во втором репродуктивном цикле. Средние их размеры 17,7...13,5 мм, масса – 1,758 г. В первом репродуктивном цикле средние размеры яиц составляют 17,4×13,2 мм, масса – 1,626 г ($P < 0,999$).

В течение сезона размножения с 28 апреля по 10 июня 2016 года на агробиостанции площадью около 7 га выявлено 6 кладок, из которых одна кладка аритмичная и одна – повторная. Число яиц в кладке варьирует от 10 до 12, при этом аритмичная и повторная кладки имеют меньшее число яиц, то есть 10. Наибольшая масса яиц у аритмичной и повторной кладок, соответственно ($1,93 \pm 0,02$) и ($1,8 \pm 0,01$) г. Уровень внутрикладковой изменчивости массы яиц, определенный через коэффициент вариации, находится в пределах 3,21 – 6,82 %, что показывает разнообразие самок по величине изменчивости яиц внутри кладок. Межкладковая изменчивость равна 4,8 % (табл. 1), где X , m – соответственно средняя арифметическая величина и ее ошибка; $\lim$ – лимиты (в биометрии под данным термином понимают значения минимального $X_{\min}$ и максимального $X_{\max}$ вариантов совокупности); C_v – коэффициент вариации (изменчивость признака).

Характеристика яиц одной кладки 0,5 суток инкубации после ее завершения представлена в табл. 2. Установлено, что по завершении кладки масса ее уменьшилась, при этом относительная «усушка» равнялась ($2,39 \pm 0,27$) %, однако, коэффициент вариации данного показателя значителен (53,47 %), что свидетельствует о значительных различиях в изменении массы в процессе яйцекладки. Относительная «усушка» увеличилась на 4 суток инкубации и сохранила значительную вариабельность (64, 68 %).

В 2017 году откладка яиц наблюдалась с 27 апреля 23 мая, причем поздняя кладка была повторной и отложена в гнезде, в котором находились суточные птенцы. Число яиц в кладке в среднем равнялось 10 при колебании 8 – 12. Характерны 2 типа яйцекладок: ритмичная ($n = 2$) и аритмичная ($n = 3$). Аритмия отмечена как с середины яйцекладки, так и в ее конце, при этом в гнезде из 8 яиц выявлены три задержки в появлении очередного яйца. Общее время яйцекладки в ритмичных кладках колеблется от 9 до 10, а в аритмичных 9 – 12 суток. Кладки различаются между собой по массе яиц от $2,09 \pm 0,06$ до $1,62 \pm 0,04$.

Таблица 1

Параметры яйцекладки большой синицы

Время яйцекладки		Число яиц в кладке	Тип яйцекладки	Масса ненасиженных яиц, г		
Начало	Конец			$X \pm m$	$\lim$	C_v , %
28.04	09.05	12	Ритмичная	$1,72 \pm 0,02$	1,62...1,85	4,61
28.04	09.05	12	Ритмичная	$1,78 \pm 0,02$	1,64...1,98	6,82
13.05	24.05	12	Ритмичная	$1,73 \pm 0,02$	1,55...1,85	5,05
14.05	24.05	10	Аритмичная (9-е яйцо появилось через 48 ч)	$1,93 \pm 0,02$	1,80...2,02	4,53
01.06	10.06	10	Ритмичная (повторная на месте 1 кладки)	$1,8 \pm 0,01$	1,7...1,9	3,21

Таблица 2

**Характеристика яиц одной ритмичной кладки
большой синицы ($n = 12$ яиц)**

Показатели	$\bar{X} \pm m$	lim	$C_v, \%$
Масса яиц, г			
Ненасиженные	$1,78 \pm 0,02$	1,640...1,980	6,82
0,5 суток инкубации после завершения кладки	$1,74 \pm 0,02$	1,590...1,944	7,01
Длина яиц, см	$1,75 \pm 0,01$	1,700...1,84	2,59
Ширина яиц, см	$1,39 \pm 0,01$	1,31...1,46	2,92
Индекс удлинённости яиц, %	$79,32 \pm 0,46$	74,85...82,46	2,86
«Усушка» яиц			
Абсолютная, г	$0,05 \pm 0,01$	0,007...0,089	40,74
Относительная, %	$2,39 \pm 0,27$	0,34...5,0	53,47

Аритмия определяет большую неоднородность по массе яиц в пределах одной кладки. Так, если коэффициент вариации в ритмичных кладках был небольшим и равнялся 1,46 и 3,26 %, то в аритмичных он был значителен и колебался в пределах 13 – 17 %. Длина и ширина яиц являются наименее вариabельными величинами в сравнении с массой.

Наблюдения за ростом птенцов большой синицы свидетельствуют об их гетерохронности, что, в известной мере, вызвано разновременностью вылупления. Вылупление птенцов в шести гнездах контролировалось через каждый час, а их взвешивание – через каждые трое суток. Материалы по росту птенцов объединялись в одну группу в зависимости от их временного ранга. Временной ранг яиц не учитывался. Отмечалось закономерное повышение исходной массы птенцов от первого (1,237 г) до пятого (1,28 г) с последующим ее понижением у шестого (1,19 г), седьмого (1,06 г), у последних четырех птенцов масса снова высокая. В первые 8 суток наиболее интенсивно растут первый – шестой птенцы. К этому времени их масса превышает 12,1 г. Масса последующих птенцов находится в пределах от 9,26 (одиннадцатый птенец) до 11,57 г (седьмой птенец). Лишь у десятого она составила 12,01 г. В последние дни пребывания в гнезде (15-суточный возраст) масса первых семи птенцов, за исключением третьего, выше и находится в пределах от 18,85 г (первый птенец) до 19,35 г (шестой птенец). Масса последних четырех ниже – от 18,55 г (одиннадцатый птенец) до 18,79 г (десятый птенец). Третий птенец имеет минимальную массу – 18,42 г.

Анализ относительного прироста за равные промежутки времени также дает возможность проследить гетерохронность роста птенцов большой синицы [4]. С первых по четвертые сутки гнездовой жизни масса первых семи птенцов возросла на 460 – 498 %, а последних четырех – лишь на 362 – 424 %; с пятых по двенадцатые сутки – наоборот, усредненный прирост у седьмого – одиннадцатого птенцов был ниже, чем у первого –

шестого (307 – 358 % и 274 – 292 % соответственно). С тринадцатых по восемнадцатые сутки прирост всех птенцов выводка имел близкие значения (110 – 117 %).

Результаты проведенного анализа позволяют разделить выводок большой синицы на 2 группы: основную (первый – шестой птенцы) и дополнительную (седьмой – одиннадцатый). В обеих группах наблюдается увеличение исходной массы птенцов от первого до последнего. Лишь у шестого масса понижается. Эта закономерность позволяет относительно равномерно развиваться всем птенцам той или иной группы.

Прослеживается также взаимосвязь между характером прироста массы птенцов и их гибелью [5, 6]. Затапывание слабых птенцов происходит, главным образом, в первые дни их жизни. В данный период прирост массы более высокий в первой группе, что увеличивает процент выживаемости ее птенцов. В исследуемых выводках отмечались случаи гибели птенцов только второй группы. С пятых по двенадцатые сутки более высокий прирост массы птенцов второй группы позволяет оставшимся догнать в росте особей первой группы. В последние дни гнездовой жизни развитие всех птенцов идет приблизительно одинаково. Таким образом, биологическая гетерогенность яиц каждой кладки большой синицы формируется под влиянием экологических факторов, а также определяется физиологическим состоянием репродуктивной системы птиц [7].

Определенный интерес представляет анализ успешности размножения большой синицы. Всего в 88 гнездах первого и второго циклов было снесено 871 яйцо, из которых вылупилось 79,6 %, а покинули гнездо 73,6 % птенцов. При первом репродуктивном цикле успешность размножения составляет 73,5 % и достигается за счет высокой выживаемости птенцов (94,4 %); при втором – она равна 74,0 % за счет почти одинаковой выживаемости эмбрионов и птенцов (85,1 и 87,0 % соответственно). В целом у большой синицы выживаемость птенцов выше (92,5 %), чем у эмбрионов (79,6 %).

Основные причины отхода эмбрионов и птенцов – эмбриональная смертность, под которой подразумевается процент болтунов и задохликов без учета гибели яиц от хищников, абиотических факторов и вследствие оставления гнезд хозяевами. К данной категории также относятся яйца, усохшие из-за чрезмерно тонкой скорлупы.

В первом репродуктивном цикле эмбриональная смертность заметно выше (9,2 %), чем во втором (7,2 %). В целом у большой синицы она характеризуется неустойчивостью: в 1983 г. – 15,1 %; 1984 г. – 6,6 %; 1985 г. – 9,4 %; 1986 г. – 7,5 %. Найденные 60 болтунов распределялись следующим образом: по одному яйцу в 75,0 % гнезд, по два – в 16,6 %, по четыре – в 8,4 % гнезд. Соотношение неполноценных яиц (болтунов и задохликов) составило 1 : 1, но следует заметить, что высокий процент задохликов получен за счет большого их количества в отдельных гнездах. Гнезда с болтунами встречаются значительно чаще (69,4 %), чем с задохликами (30,6 %). В первом репродуктивном цикле количество болтунов и задохликов выше, чем во втором (25,0 %). Кроме того, в 7 гнездах первого цикла обнаружены по 1 – 4 яйца с очень тонкой скорлупой: они элиминировали вследствие высыхания.

В целом эмбриональная смертность у большой синицы составляет 42,7 % от общего отхода яиц. Остальные 57,3 % гибнут в результате оставления кладок из-за частого беспокойства птиц человеком (69,6 % от числа брошенных), конкуренции со стороны мухоловки-пеструшки (18,6 % яиц). В одном случае (11,8 % яиц) гнездо с насиженными яйцами было брошено в результате нападения черных лесных муравьев.

Основная причина гибели гнездовых птенцов большой синицы – затаптывание сильными более слабыми, вылупившимися последними. Причем, чем больше растянутость вылупления выводка, тем больше птенцов в нем затаптывается. Найдено 45 затапанных птенцов: по 1 птенцу в 7 гнездах (35,0 %), по 2 – в 8 гнездах (40,0 %), по 3 – 5 – в 1 гнезде (по 5,0 %), по 6 – в 2 гнездах (10,0 %). Кроме того, в одном гнезде отмечен случай гибели части выводка по болезни (предположительный диагноз – орнитоз): птицы были ослабевшими, тяжело дышали, из ноздрей выделялась слизь. За 2 – 4 суток до вылета 7 птенцов из 8 погибло.

Отход птенцов в первом цикле составил 5,6 %, во втором – 13,0 %. Общая смертность достигла 7,5 %. Следует отметить, что в исследуемом регионе одна семейная пара больших синиц за сезон выращивает до вылета из гнезда в среднем 10,0 птенцов, что составляет 73,6 % от общего числа отложенных яиц. Два выводка за сезон имеют в среднем 50,0 % пар синиц при колебании в разные годы от 32,1 (2016 г.) до 83,3 % (2019 г.).

Заключение

Адаптивные механизмы размножения большой синицы направлены на формирование сильного потомства. Установлена зависимость величины кладки и морфологических показателей яиц у большой синицы от времени появления кладок. Ранние кладки имеют более крупные размеры, а яйца в них с меньшими морфометрическими параметрами по сравнению с поздними кладками. В выявленной взаимосвязи усматривается адаптивный механизм популяции, направленный на успешное ее воспроизводство. Величина кладки птиц соответствует наибольшему числу птенцов, которых родители, при средних условиях, могут обеспечить пищей. Поздногнездящиеся особи выводят потомство в худших условиях. Следовательно, кладка у них поменьше, но отдельные яйца крупнее, чем в ранних кладках. Из них вылупляются более крупные и сильные птенцы, за счет чего нивелируются худшие условия. Следует отметить (согласно ряду исследований), что изменчивость размеров кладки и внешних признаков яиц большой синицы носит наследственный характер.

Список литературы

1. Короткова, Г. В. Актуальные SKILLS в аграрном образовании / Г. В. Короткова, А. А. Коротков // Актуальные проблемы многоуровневой языковой подготовки в условиях модернизации высшего образования : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (заочное участие), 3–4 июля 2017 г., Мичуринск. – Мичуринск, 2017. – С. 182 – 191.
2. Микляева, М. А. Типовые методики исследования раннего онтогенеза птиц / М. А. Микляева // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 3. – С. 799 – 803.

3. Сарычев, В. С. Особенности биологии размножения закрытогнездящихся видов птиц в условиях малых заповедных территорий / В. С. Сарычев // Природа верхнего Дона : межвуз. сб. науч. тр. / Липецкий областной комитет природных ресурсов, Заповедник «Галичья гора», Липецкий государственный педагогический университет, Липецкое отделение Союза охраны птиц России. – Липецк, 1994. – С. 102 – 108.

4. Попова, С. В. Поликультурное воспитание в вузе / С. В. Попова, А. Н. Шамов, Е. Г. Щекочихина // Актуальные проблемы образования и воспитания: интеграция теории и практики : сб. тр. Национальной контент-платформы, 12 декабря 2019 г., Мичуринск. – Мичуринск, 2019. – С. 51 – 53.

5. Ноосферное мышление – одно из условий формирования экологически ориентированной личности / М. А. Микляева, А. С. Окольников, М. К. Скрипникова, А. Ю. Околелов // Экологическая педагогика: проблемы и перспективы в свете развития технологий Индустрии 4.0. : сб. тр. Междунар. науч. школы / Под общ. ред. Е. С. Симбирских. – Мичуринск, 2017. – С. 20–21

6. Околелов, А. Ю. Сохранение наследия И. В. Мичурина в архитектурном ландшафте г. Мичуринска // А. Ю. Околелов, М. А. Микляева // Наука и образование. – 2019. – Т. 2, № 2. – 7 с.

7. Микляева, М. А. Результаты статистической обработки величины кладок и яиц большой синицы / М. А. Микляева // Статистические методы исследования социально-экономических и экологических систем региона : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., 20–21 ноября, 2018 г., Тамбов. – Тамбов, 2019. – Т. 2. – С. 337 – 341.

References

1. Korotkova G.V., Korotkov A.A. *Aktual'nyye problemy mnogourovnevnoy yazykovoy podgotovki v usloviyakh modernizatsii vysshego obrazovaniya* [Actual problems of multilevel language training in the context of modernization of higher education], Proceedings of the V International scientific and practical conference (correspondence participation), 3-4 July, 2017, Michurinsk, 2017, pp. 182-191. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Miklyayeva M.A. [Typical research methods of early ontogenesis of birds], *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki* [Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and technical sciences], 2013, vol. 18, no. 3, pp. 799-803. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Sarychev B.C. [Features of the reproduction biology of closed-nesting bird species in small protected areas], *Priroda verkhnego Dona: mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov* [Nature of the Upper Don: interuniversity collection of scientific papers], Lipetsk, 1994, pp. 102-108. (In Russ.)

4. Popova S.V., Shamov A.N., Shchekochikhina Ye.G. *Aktual'nyye problemy obrazovaniya i vospitaniya: integratsiya teorii i praktiki* [Actual problems of education and upbringing: integration of theory and practice], Proceedings of the National Content Platform, 12 December, 2019, Michurinsk, 2019, pp. 51-53. (In Russ.)

5. Miklyayeva M.A., Okol'nicheva A.S., Skripnikova M.K., Okolelov A.Yu., Simbirskikh Ye.S. [Ed.] [Noospheric thinking is one of the conditions for the formation of an environmentally oriented personality], *Ekologicheskaya pedagogika: problemy i perspektivy v svete razvitiya tekhnologiy Industrii 4.0.: sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchnoy shkoly* [Environmental pedagogy: problems and prospects in the light of the development of Industry 4.0 technologies: Proceedings of the International Scientific School], Michurinsk, 2017, pp. 20-21. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Okolelov A.Yu., Miklyayeva M.A. [Preservation of IV Michurin's heritage in the architectural landscape of Michurinsk], *Nauka i obrazovaniye* [Science and education], 2019, vol. 2, no. 2, 7 p. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Miklyayeva M.A. *Statisticheskiye metody issledovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem regiona* [Statistical methods of research of socio-economic and ecological systems of the region], Proceedings of the II International scientific-practical conference, 20-21 November, 2018, Tambov, 2019, vol. 2, pp. 337-341. (In Russ.)

**The Influence of Natural and Man-Made Landscape Conditions
on the Formation of Biological Heterogeneity in the Population
of the Great Tit (*Parus major* L.)**

**M. A. Miklyaeva, A. Yu. Okolelov,
O. M. Zolotova, E. E. Popova, A. V. Kozachek**

*Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia;
Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

Keywords: heterochrony; nesting; postembryonic development; natural and man-made landscapes.

Abstract: The paper studies the size of the clutch and morphometric features of eggs, the growth and development of chicks of the great tit. Their dependence on many factors regulating the number of individuals and influencing the formation of the population as a whole is shown. The impact of exogenous factors on birds is perceived differently, due to their heterogeneity, which subsequently manifested itself in the ratio of large and small clutches, and a decrease in their number.

© М. А. Микляева, А. Ю. Околелов, О. М. Золотова,
Е. Е. Попова, А. В. Козачек, 2021

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ИОНОВ МЕДИ ЗОЛОЙ ОТХОДОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Л. А. Николаева, А. А. Аджигитова

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический
университет», г. Казань, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, доцент И. Г. Шайхиев

Ключевые слова: гальваническое производство; ионы тяжелых металлов; органические отходы; отходы потребления; сорбционный материал; сточные воды.

Аннотация: Показана необходимость исследований органических отходов в качестве вторичного энергетического ресурса для котла-утилизатора с дальнейшим использованием полученной золы для адсорбции ионов тяжелых металлов. Рассмотрена адсорбционная очистка сточных вод от ионов меди золой органических отходов.

Определены химический состав и технологические характеристики органической биомассы, характеристики котла и токсичность образовавшейся золы. Получен химический состав золы. Построены изотерма адсорбции в статических и выходная кривая адсорбции в динамических условиях катионов меди золой органических отходов.

Представлена технологическая схема очистки сточных вод гальванического производства. Сделан вывод о том, что применение адсорбционного метода позволяет обеспечить высокую степень очистки сточной воды и возможность ее повторного использования для технологических нужд предприятия.

В последние годы в большинстве развитых стран особое внимание уделяется утилизации органической фракции городских отходов. Пищевые отходы составляют значительную долю органического материала

Николаева Лариса Андреевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология воды и топлива»; Аджигитова Айгуль Айдаровна – аспирант кафедры «Технология воды и топлива», e-mail: aigul-83@mail.ru, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, Россия.

(около 40 %), содержащегося в муниципальных отходах, которые образуются в жилом секторе, больницах, учебных и дошкольных заведениях, на объектах общественного питания и торговли [1].

В «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» (распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р) отмечено, что несанкционированное размещение отходов, в том числе пищевых, на полигонах коммунальных и промышленных отходов существенно увеличивает экологическую и санитарно-эпидемиологическую опасность территорий в зоне расположения данных объектов. Данная опасность вызвана неконтролируемыми аэробными и анаэробными процессами при биологическом разложении органических веществ, сопровождаемом выделением в окружающую среду токсичных соединений и парниковых газов.

Повсеместно возникающие стихийные свалки таких отходов создают высокий уровень негативного воздействия на компоненты природной среды в результате загрязнения почв и грунтовых вод патогенной микрофлорой, органическими, азотосодержащими веществами и тяжелыми металлами.

Некоторые исследования последних десяти лет показали, что содержащиеся в продуктах растительного происхождения (злаках, овощах, фруктах, ягодах, водорослях, мхах, грибах, древесных опилках, коре деревьев, пшеничных отрубях, льняном волокне и др.) пищевые волокна, как нерастворимые (целлюлоза, хитин), так и растворимые (пектины, инулин), способны эффективно связывать ионы тяжелых металлов [2 – 4]. Данное обстоятельство побуждает к разработке сорбционных методов очистки водных сред различной природы с применением полисахаридных биополимеров [5].

Сегодня большое количество отходов органического происхождения образуется не только на стадии производства, но и на стадии реализации пищевых продуктов. На рынках, в магазинах, компаниях по доставке продуктов питания ежемесячно образуются тонны отходов из продуктов, потерявших потребительские свойства. Такие отходы, как правило, вывозятся на свалки и полигоны что, естественно, сопровождается как экологическим ухудшением окружающей среды, так и существенными экономическими потерями от упущенных возможностей переработки вторичных материальных ресурсов, извлекаемых из отходов [1].

Дилерская компания ООО «Глобал Групп» специализируется на доставке продуктов питания в столовые, кафе, рестораны и другие предприятия общественного питания. Это, как правило, продукты, которые используются в приготовлении пищи для посетителей. В процессе деятельности компании ежемесячно образуется около 25 тонн отходов органического происхождения – продукты, потерявшие товарный вид и потребительские качества (поврежденные микроорганизмами).

Анализ состава отходов ООО «Глобал Групп» показал, что основную массу отходов (92,5 %) составляют зелень, овощи и фрукты (табл. 1). Данный материал называют органической биомассой.

Таблица 1

Состав отходов ООО «Глобал Групп» за июнь 2019 г.

Состав	Количество, кг	Несъедобная часть, %	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Минеральные вещества, мг						Витамины, мг						Энергетическая ценность	
						Натрий	Калий	Кальций	Магний	Фосфор	Железо	Каротин	A, мкг	B1	B2	PP	C	ккал	кДж
Капуста	0,440	20	1,8	0	5,4	13	185	48	16	31	1	0	-	0,06	0,1	0,4	50	28	117
Перец	5,260	25	1,3		4,7	7	139	6	10	25	0,8	1		0,06	0,1	0,6	150	23	96
Томаты	25,500	5	0,6	14,7	2,9	15	243	8	0	35	0,5	0,5	7	0,04	0	0,5	20	14	59
Авокадо	1,000	-	2		1,8	7	485	12	29	52	0,55	0,1		0,07	0,1	1,7	10	160	
Апельсины	182,900	30	1	0	8,4	13	197	34	13	23	0	0		0,04	0	0,2	60	38	159
Баклажаны	255,785	10	1		5,5	6	238	15	9	34	0	0		0,04	0,1	0,6	5	24	100
Грейпфрут	32,720	35	1	0	7,3	13	184	23	10	18	1	0		0,04	0	0,2	60	35	146
Капуста краснокочанная	152,600	15	1,8		6,1	4	302	53	16	32	0,6	0,1		0,05	0,1	0,4	60	31	130
Лук зеленый	135,130	20	1,3	0	4,3	57	259	121	18	26	1	2	-	0,02	0,1	0,3	30	22	92
Мандарины	249,440	26	1		8,6	12	155	35	11	17	0	0		0,06	0	0,2	38	38	159
Огурцы	681,520	7	0,7	0	1,8	7	196	17	0	42	0,5	0		0,03	0	0	7	10	42
Перец	222,046	25	1,3		4,7	7	139	6	10	25	0,8	1		0,06	0,1	0,6	150	23	96
Петрушка	115,250	20	3,7	0	8,1	79	340	245	85	95	1,9	1,7		0,05	0,1	0,7	150	45	18
Шпинат	85,090	26	2,9		2,3	62	774	106	82	83	3	4,5		0,1	0,3	0,6	55	21	88
Щавель	55,100	20	1,5		5,3	15	500	47	85	90	2	2,5		0,19	0,1	0,3	43	28	117

Технологические характеристики и химический состав органической биомассы (по данным зарубежных и отечественных авторов [6]):

Влажность, %.....	47,1
Зольность, %	2,35
Углерод, %	32,4
Водород, %.....	3,01
Сера, %	1,04
Азот, %	1,5
Кислород, %.....	12,6
Теплота сгорания, МДж/кг	22,0

Для проведения экспериментальных исследований взяты овощи, фрукты, зелень, потерявшие потребительские свойства (частично пораженные грибом плесени). Материал измельчался и выдерживался при температуре +25° С в течение двух недель, далее высушивался при температуре 105...110 °С до постоянной массы. Эксперимент проводился с сорбционным материалом фракцией 0,01...0,09 мм.

Полученные органические отходы предложено использовать в качестве вторичного энергетического ресурса для котла-утилизатора ДКВр-10-13, работающего на твердых отходах Елабужской ТЭЦ. Далее приведены характеристики расчета котла-утилизатора и токсичность образовавшейся золы:

Влажность топлива, %	3
Объем теоретически необходимого воздуха для сжигания 1 кг органических отходов, м ³ /кг	3,67
Действительный расход воздуха на 1 кг органических отходов, м ³ /кг	4,037
Массовый расход воздуха, кг/кг.....	4,74
Теоретический объем продуктов сгорания, м ³ /кг.....	4,27
Объем дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу, м ³	1,32
Выбросы твердых частиц в дымовых газах, т/год (г/с).....	24,44 (77,5)
Выброс оксидов углерода, т/год (г/с)	424,51 (1346,11)
Валовый выброс оксидов азота в пересчете на диоксид азота, т/год (г/с)	21,44 (67,99)
Валовый выброс оксидов серы в пересчете на диоксид серы, т/год (г/с).....	2049,11 (6497,69)
КПД брутто котла, %.....	84,1
Общий расход топлива, кг/с	0,341
Расчетный расход топлива с учетом потери тепла от механической неполноты горения, кг/с.....	0,321
Степень опасности золы для окружающей среды.....	93,59 (класс опасности IV)

Химический состав золы, полученной после сжигания в котле-утилизаторе, представлен на рис 1.

Для оценки адсорбционной способности золы по отношению к катионам меди проведены исследования на модельных растворах CuSO₄×5H₂O концентрацией 100 мг/дм³. Исследования адсорбции ионов меди велись в статическом режиме. Оценка адсорбционной способности сорбента по отношению к растворенным ионам меди осуществлялась с помощью изотермы адсорбции (рис. 2). Выпуклая форма изотермы относится к I типу по классификации Брунауэра, Демина и Теллера, соответствует изотерме Ленгмюра L-типа.

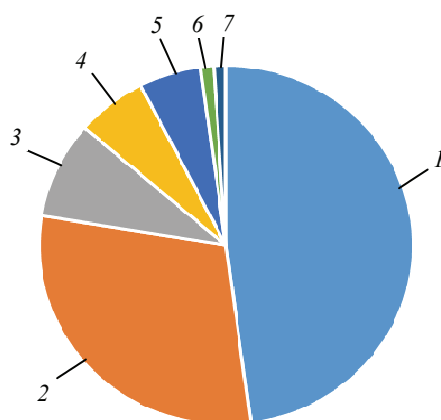


Рис. 1. Химический состав золы органических отходов, %:
 1 – CaO – 47,85; 2 – SiO₂ – 29,78; 3 – MgO – 8,73; 4 – Al₂O₃ – 6,10;
 5 – Fe₂O₃ – 5,38; 6 – TiO₂ – 1,12; 7 – SO₃ – 1,04

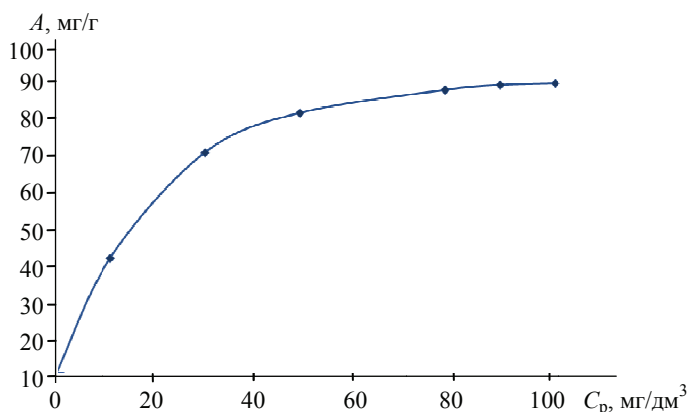


Рис. 2. Изотерма адсорбции ионов Cu²⁺ золой органических отходов

Для производственных процессов большое значение имеет изучение адсорбции ионов тяжелых металлов в динамических условиях. По сравнению с адсорбцией в статических условиях адсорбция в динамических условиях имеет технологические, эксплуатационные и экономические преимущества. Адсорбция в динамических условиях позволяет более полно использовать емкость сорбента. Процесс адсорбции ионов меди исследован на фракции золы размером 0,5...2,5 мм на лабораторной установке, которая представляет собой фильтровальную стеклянную колонку диаметром 25 мм. Концентрация ионов меди в модельном растворе равна 50 мг/дм³ и является средней на входе в адсорбционный фильтр. Высота слоя загрузки – 20 см, масса – 58 г, скорость фильтрации – 3,3 м/ч. Проскок ионов меди фиксируется при концентрации 1 мг/дм³. На рисунке 3 показана кривая адсорбции катионов меди золой органических отходов в динамических условиях.

В ходе эксперимента определены динамическая обменная емкость ДОЕ = 145,3 мг/г (объем пропущенной воды – 170 дм³) и полная обменная емкость ПОЕ = 284,9 мг/г (объем пропущенной воды – 315 дм³) по отношению к катионам меди.

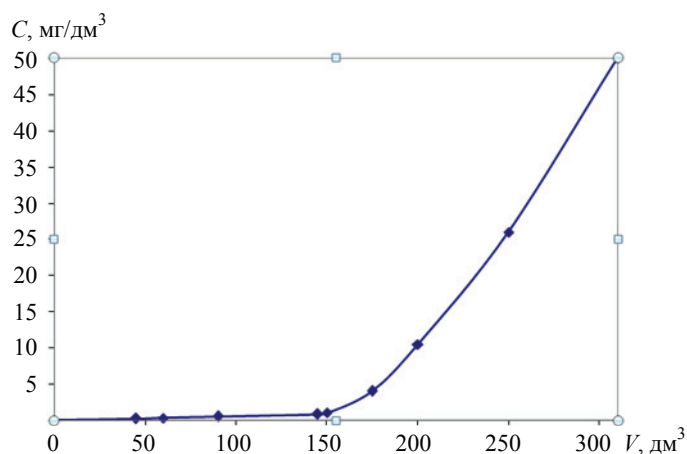


Рис. 3. Кривая адсорбции катионов меди золой органических отходов в динамических условиях

Полученную после сжигания золу планируется использовать в качестве адсорбента тяжелых металлов при очистке сточных вод гальванического производства.

Гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения поверхностных вод ввиду образования большого объема высокотоксичных сточных вод. Со сточной водой в водоемы попадают ионы тяжелых металлов (ИТМ), которые являются ядами кумулятивного, канцерогенного и мутагенного действия. В сточных водах гальванических цехов данные ионы присутствуют в значительных концентрациях и различных формах, поэтому многие локальные очистные сооружения часто не справляются со своей задачей, и концентрация ИТМ на выходе превышает установленные нормы предельно допустимого сброса (ПДС) [7].

Сточные воды гальванических цехов и травильных отделений могут быть концентрированными (отработанные растворы и электролиты) и разбавленными (промывные воды после различных технологических операций). В электролитах концентрация загрязнений составляет 200...250 г/л, в промывных водах – 100...200 мг/дм³ [8]. Сточные воды содержат кислоты, щелочи и соли металлов [9].

Существующие реагентные, биологические, электрохимические методы очистки сточных вод не всегда позволяют производить снижение концентрации до норм ПДС, поэтому применение адсорбционных технологий, основанных на использовании отходов производства в качестве сорбционных материалов на ступенях доочистки является актуальным перспективным направлением. Простота аппаратного оформления, глубокая степень извлечения, экономическая целесообразность способствуют применению адсорбционного метода очистки сточных вод от ИТМ в промышленных масштабах. Промышленно-выпускаемые сорбенты характеризуются высокой стоимостью, достигающей нескольких сотен тысяч рублей за тонну. Разработка дешевых сорбционных материалов, получаемых из отходов производства, для очистки сточных вод имеет практическое значение.

На рисунке 4 представлена схема очистки сточных вод гальванического производства ООО «ЕЛТОНС» (г. Елабуга).

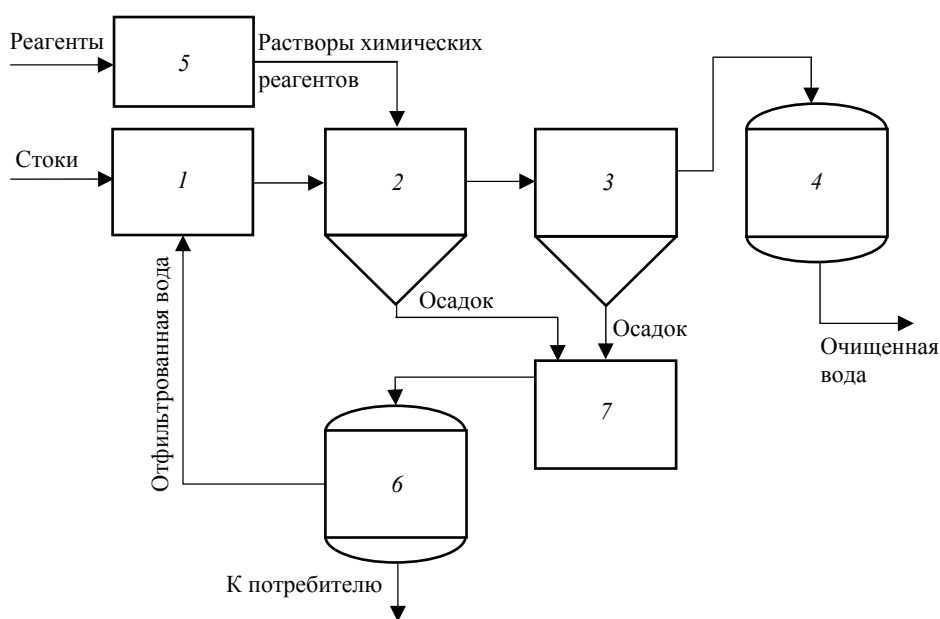


Рис. 4. Схема очистки сточных вод ООО «ЕЛТОНС»:

1 – приемные емкости промывных сточных вод; 2 – реакторы нейтрализации сточных вод; 3 – электрофлотаторы; 4 – фильтры тонкой очистки; 5 – емкости приготовления и хранения растворов химических реагентов; 6 – гравитационные фильтры; 7 – емкость осадка

Приемные емкости промывных сточных вод 1 предназначены для сглаживания пиков их поступления, а также усреднения качественного и количественного состава. Реакторы нейтрализации 2 предназначены для нейтрализации кислот, щелочей, концентрированных растворов, а также для перевода ионов тяжелых металлов в нерастворимые соединения и формирование осадка. Электрофлотатор 3 предназначен для осветления сточных вод, то есть удаления осадка нерастворимых соединений тяжелых металлов из воды. Образующийся на поверхности воды осадок (фотошлам) в автоматическом режиме собирается пеносборным устройством в специальный карман. Осадок, оседающий на дне электрофлотатора, периодически сливается в емкость осадка 7. Фильтры тонкой доочистки 4 удаляют следовые количества осадка соединений тяжелых металлов. Гравитационные фильтры 6 предназначены для обезвоживания и кондиционирования осадка очистных сооружений, придания ему товарного вида и подготовки к утилизации или захоронению.

Выводы. В работе показана необходимость исследований органических отходов в качестве вторичного энергетического ресурса для котла-утилизатора с дальнейшим использованием полученной золы в качестве адсорбента ионов тяжелых металлов.

Определены химический состав и технологические характеристики органической биомассы, характеристики расчета котла и токсичность образовавшейся золы. Получен химический состав золы.

Построены изотерма адсорбции в статических и выходная кривая адсорбции в динамических условиях катионов меди золой органических отходов. Изотерма адсорбции относится к I типу по классификации Брунауэра, Демина и Теллера, соответствует изотерме Ленгмюра L-типа.

Синтезирована технологическая схема очистки сточных вод гальванического производства. Существующая схема очистки сточных вод не позволяет проводить снижение концентрации тяжелых металлов до норм ПДС, поэтому применение адсорбции, основанной на использовании золы органических отходов в качестве сорбционного материала на этапе доочистки, является актуальным и перспективным направлением. Применение адсорбционного метода способствует обеспечению высокой степени очистки сточной воды и возможности ее повторного использования для технологических нужд предприятия.

Список литературы

1. Соломин, И. А. Организация системы управления муниципальными органическими отходами / И. А. Соломин // Природообустройство. – 2019. – № 2. – С. 60 – 65.
2. Сорбционные свойства ферментативно модифицированного льняного волокна / Т. Е. Никифорова, В. А. Козлов, Н. А. Багровская, М. В. Родионова // Журнал прикладной химии. – 2007. – Т. 80, № 2. – С. 236 – 241.
3. Сорбционные свойства «пищевых волокон» во вторичных продуктах переработки растительного сырья / С. С. Ставицкая, Т. И. Миرونюк, Н. Т. Картель, В. В. Стрелко // Журнал прикладной химии. – 2001. – Т. 74, № 4. – С. 575 – 578.
4. Removal of Cu and Pb by Tartaric Acid Modified Rise Hask from Aqueous Solutions / K. K. Wong, C. K. Lee, K. S. Low, M. J. Haron // Chemosphere. – 2003. – Vol. 50, No. 1. – P. 23 – 28.
5. Никифорова, Т. Е. Сольватационно-координационный механизм сорбции ионов тяжелых металлов целлюлозосодержащим сорбентом из водных сред / Т. Е. Никифорова, В. А. Козлов, Е. А. Модина // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 23 – 30.
6. Осьмак, А. А. Растительная биомасса как органическое топливо / А. А. Осьмак, А. А. Серёгин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, № 8 (68). – С. 57 – 61.
7. Минлигулова, Г. А. Исследование очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, стоками нефтехимических производств / Г. А. Минлигулова, И. Г. Шайхиев // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 6. – С. 166 – 171.
8. Лупейко, Т. Г. Исследование техногенного карбонатосодержащего отхода для очистки водных растворов от ионов никеля (II) / Т. Г. Лупейко, Е. М. Баян, М. О. Горбунов // Журнал прикладной химии. – 2004. – Т. 77, № 1. – С. 87 – 91.
9. Мур, Д. В. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Д. В. Мур, С. Рамамурти ; пер. с англ. Д. В. Гричука и др.; под ред. Ю. Е. Саета. – М. : Мир, 1987. – 285 с.

References

1. Solomin I.A. [Organization of the management system for municipal organic waste], *Prirodoobustroystvo* [Environmental management], 2019, no. 2, pp. 60-65. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Nikiforova T.Ye., Kozlov V.A., Bagrovskaya N.A., Rodionova M.V. [Sorption properties of enzymatically modified flax fiber], *Zhurnal prikladnoy khimii* [Journal of Applied Chemistry], 2007, vol. 80, no. 2, pp. 236-241. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Stavitskaya S.S., Mironyuk T.I., Kartel' N.T., Strelko V.V. [Sorption properties of "food fibers" in secondary products of processing plant raw materials], *Zhurnal prikladnoy khimii* [Journal of Applied Chemistry], 2001, vol. 74, no. 4, pp. 575-578. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Wong K.K., Lee C.K., Low K.S., Haron M.J. Removal of Cu and Pb by Tartaric Acid Modified Rise Hask from Aqueous Solutions, *Chemosphere*, 2003, vol. 50, no. 1, pp. 23-28.
5. Nikiforova T.Ye., Kozlov V.A., Modina Ye.A. [Solvation-coordination mechanism of sorption of heavy metal ions by cellulose-containing sorbent from aqueous media], *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of vegetable raw materials], 2010, no. 4, pp. 23-30. (In Russ.)
6. Os'mak A.A., Serogin A.A. [Vegetable biomass as organic fuel], *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy* [Eastern European Journal of Advanced Technologies], 2014, vol. 2, no. 8 (68), pp. 57-61. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Minligulova G.A., Shaykhiyev I.G. [Research of wastewater treatment containing heavy metal ions by wastewaters of petrochemical industries], *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2011, no. 6, pp. 166-171. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Lupeyko T.G., Bayan Ye.M., Gorbunov M.O. [Study of technogenic carbonate-containing waste for purification of aqueous solutions from nickel (II) ions], *Zhurnal prikladnoy khimii* [Journal of Applied Chemistry], 2004, vol. 77, no. 1, pp. 87-91. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Mur D.V., Ramamurti S., Sayeta Yu.Ye. [Ed.] *Tyazhelyye metally v prirodnykh vodakh: Kontrol' i otsenka vliyaniya* [Heavy metals in natural waters: Control and assessment of the impact], Moscow: Mir, 1987, 285 p. (In Russ.)
-

Purification of Industrial Waste Water from Copper Ions Using Ash Waste

L. A. Nikolaeva, A. A. Adzhigitova

Kazan State Energy University, Kazan, Russia

Keywords: galvanic production; heavy metal ions; organic waste; consumption waste; sorption material; wastewater.

Abstract: The necessity of studying organic waste as a secondary energy resource for a waste-heat boiler with further use of the resulting ash for the adsorption of heavy metal ions is shown. The adsorptive purification of waste water from copper ions by ash of organic waste is considered.

The chemical composition and technological characteristics of organic biomass, the characteristics of the boiler and the toxicity of the resulting ash have been determined. The chemical composition of the ash was obtained. The isotherm of adsorption in static conditions and the output curve of adsorption in dynamic conditions of copper cations by ash of organic waste were constructed.

The process of wastewater treatment of galvanic production is presented. It is concluded that the use of the adsorption method allows for a high degree of wastewater purification and its possible reuse for the technological needs of the enterprise.

© Л. А. Николаева, А. А. Аджигитова, 2021

ЭКОЛОГИЯ КАБАНА В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**А. Ю. Околелов, М. А. Микляева,
О. М. Золотова, А. В. Козачек, Е. А. Сухарев**

*ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный
аграрный университет», г. Мичуринск;*

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», г. Тамбов;*

*ООО «Тамбовская индейка», Первомайский район,
Тамбовская область, Россия*

Рецензент д-р пед. наук, профессор С. В. Попова

Ключевые слова: динамика численности; кабан; лимитирующие факторы; природно-техногенный ландшафт; промысловые животные; экология.

Аннотация: Изучены некоторые особенности экологии кабана в природно-техногенных ландшафтах Тамбовской области. Проанализированы динамика численности животных, их территориальное распределение, кормовой рацион, особенности размножения, лимитирующие факторы и охрана кабанов в регионе.

Введение

Для целей оптимизации использования и охраны отдельных видов животных необходимы сведения о величине их популяции, динамике численности, особенностях экологии, распространения, кормовой специфике и других, которые позволяют грамотно организовывать различные виды природоохранной работы, в том числе биотехнические мероприятия в охотничьих хозяйствах и других природно-техногенных ландшафтах [1].

Кабан (*Sus scrofa* L.) – один из наиболее обычных видов охотничьих животных Тамбовской области. Наряду с косулей (*Capreolus capreolus* L.) и лосем (*Alces alces* L.) данный вид является популярным объектом спор-

Околелов Андрей Юрьевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и химии, e-mail: okolelov@mail.ru; Микляева Марина Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и химии; Золотова Ольга Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и химии, ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск; Козачек Артемий Владимирович – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, г. Тамбов; Сухарев Евгений Анатольевич – кандидат биологических наук, технолог-ветврач, ООО «Тамбовская индейка», Первомайский район, Тамбовская область, Россия.

тивной и промысловой охоты. Благодаря высокой численности и крупному размеру тела кабаны играют важную роль в лесных сообществах и прилегающих к ним природно-техногенных ландшафтах (например, агроценозах). Доказано, что в процессе питания копытные потребляют часть годовой первичной продукции, в результате чего ускоряют процесс возвращения веществ. Выделение в среду обитания экскрементов благоприятно влияет на скорость разложения растительного опада [2].

Изучены некоторые особенности экологии кабана в природно-техногенных ландшафтах Тамбовской области. Данная популяционная группировка кабана испытывает продолжительное и сильное антропогенное влияние в связи с малой лесистостью территории и высокой степенью ее хозяйственной освоенности. Цель исследований:

- выяснить межгодовую динамику численности кабана;
- установить факторы, лимитирующие его численность в регионе;
- изучить кормовой рацион и репродуктивную специфику кабана.

Данные исследования вносят вклад в кадастровую оценку численности кабанов в Тамбовской области и способствуют выяснению экологических особенностей их отдельных группировок.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в 2017–2018 гг. на северо-западе Тамбовской области в охотничьих угодьях общего пользования Первомайского района (далее **ОУОП**, охотугодье или хозяйство). В качестве основного метода изучения численности, возрастной структуры популяции и особенностей миграции кабана использовали зимний маршрутный учет, включающий в себя тропление после пороши вдогон и впятую [3]. В ходе исследований проведен зимний маршрутный учет общей протяженностью 15 км. Сведения о численности кабана в районе исследования с 2007 по 2017 гг. взяты из архива Управления по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира Тамбовской области (далее Тамбовоблхотуправление). В целях уточнения некоторых вопросов экологии кабана проводили опрос опытных охотников.

Характеристика охотничьих угодий общего пользования Первомайского района

Исследованные охотничьи угодья расположены на юго-западе Первомайского района, на границе с Мичуринским районом (Тамбовская область) и Чаплыгинским (Липецкая область). По площади ОУОП Первомайского района является средним в области. В структуре земельных угодий ОУОП преобладают полевые участки (сельскохозяйственные угодья: пашни и залежи), на долю которых приходится 60,2 % от всей площади хозяйства (табл. 1).

Лесные угодья, занимающие 16,5 % территории, расположены в пойме реки Иловой и представлены лесными сообществами: сосновыми борами, судубравами, субориями, дубравами, березняками, осинниками и ольшаниками. Леса имеют многоярусное строение с развитым подлеском, подростом и травянистым ярусом.

Таблица 1

**Категории земель охотничьих угодий общего пользования
Первомайского района, их площадь и процентное соотношение**

Категория земель	Площадь, тыс. га	% от общей площади
Лесные	6,1	15,80
Полевые	23,1	59,85
Водно-болотные	1,7	4,40
Прочие	7,7	19,95
Всего	38,6	100

Наличие водоемов имеет большое значение для кабана [4]. Водно-болотные угодья составляют 4,3 % от общей площади хозяйства. Данная категория земель представлена поймами некрупных рек (Боровки и Иловай), ручьями, старицами и болотами разного типа, а также прудами-отстойниками очистных сооружений ОАО «Хоботовское предприятие «Крахмалопродукт». К прочим угодьям относятся территории, занятые населенными пунктами, дорогами, приусадебными участками и полями фильтрации очистных сооружений ОАО «Хоботовское предприятие «Крахмалопродукт», которые составляют 20,1 % от площади хозяйства.

Большая площадь, разнообразие биотопов и их мозаичное сочетание благоприятно сказываются на фаунистическом богатстве ОУОП Первомайского района. Благодаря охранному режиму, хорошим кормовым и защитным условиям в охотугодьях обитают кабан, лось, косуля, барсук, лисица, зайцы русак и беляк, лесная и каменная куница. Более полный список охотничье-промысловых животных ОУОП Первомайского района приведен в табл. 2, из которой видно, что кабан наряду с косулей, лисицей

Таблица 2

**Весенняя численность охотничьих животных и их плотность
в охотугодьях общего пользования Первомайского района
(по данным зимнего маршрутного учета 2017 г.)**

Вид животных	Численность особей	Плотность животных, особей / тыс. га
Волк (<i>Canis lupus L.</i>)	1	0,02
Лось (<i>Alces alces L.</i>)	10	0,2
Кабан (<i>Sus scrofa L.</i>)	37	0,9
Косуля (<i>Capreolus capreolus L.</i>)	41	6,7
Лисица (<i>Vulpus vulpus L.</i>)	44	1,1
Куница лесная (<i>Martes martes L.</i>)	18	0,6
Заяц-русак (<i>Lepus europeus Pall</i>)	40	1,03
Заяц-беляк (<i>Lepus timidus L.</i>)	15	0,3
Хорь черный (<i>Mustela putkrius L.</i>)	1	0,02
Серая куропатка (<i>Perdix perdix L.</i>)	190	4,9
Водоплавающие	6600*	170,9
*Предпромысловая численность 2017 г.		

и зайцем-русаком является одним из наиболее распространенных в охот-угодьях видом промысловых млекопитающих. Это определяет важную экологическую и практическую роль кабана, позволяет вести его лицензионный отстрел. В то же время следует отметить, что плотность кабана в исследуемом хозяйстве невысока. В районах массового обитания в благоприятные годы плотность данного вида может достигать 30 – 50 голов на 1 тыс. га [4].

Динамика численности и распределение кабана

История взаимоотношений человека с кабаном на территории Тамбовского края насчитывает не одно тысячелетие. Известно, что данный вид парнокопытных служил добычей человеку уже в эпоху каменного века [5]. Так, среди найденных костей на неолитических стоянках в Подзорово и в Глинище (окрестности сел Ново- и Старо-Тарбеево Мичуринского района) первое место по количеству занимали кости лосей, затем бобров, кабанов и медведей; реже отмечались остатки косуль, лисиц, барсуков, благородных оленей, волков (или собак), тарпанов (или лошадей), диких уток, осколки панцирей болотных черепах и раковин двустворчатых моллюсков [6].

Русский географ и ботаник П. П. Семенов-Тянь-Шанский отмечал, что повсеместное сведение лесов и бессистемная охота на протяжении XVIII – XIX вв. привели в начале XX столетия к практически полному истреблению кабана на Тамбовщине. В результате длительной охраны, запрещения охоты, реакклиматизации, создания подкормочных площадок и других биотехнических мероприятий в области восстановлена численность важнейших охотничьих видов, в том числе кабана. Зоолог В. Г. Скопцов указывает на то, что значительную роль в увеличении поголовья кабанов на Тамбовщине в послевоенные годы оказало естественное расселение зверей из Воронежского заповедника [7]. В середине 1980-х гг. XX в. численность кабана в Тамбовской области достигла 1,5 тысячи особей. До сих пор для пополнения местных популяций на территории области выпускаются привезенные из заказников кабаны. Так, в 2000 г. в угодья области выпущено 36 кабанов [8].

На протяжении последних 20 лет поголовье кабана в Тамбовской области оставалось стабильным, благодаря чему стал возможен его ежегодный лицензионный отстрел, который составляет 50 – 100 голов. Причем отстреливаются только сеголетки, благодаря чему сохраняется маточное поголовье. В сравнении с другими промысловыми парнокопытными кабан чаще становится трофеем охотников.

Распределение кабана зависит от наличия и структуры лесопокрытой территории [9]. Основные места обитания кабана в Тамбовской области привязаны к крупным лесным массивам: Иловай-Воронежскому, Цнинскому, Воронинскому. Небольшая группировка кабанов обитает в лесных фрагментах поймы р. Матыры [10]. На остальной территории области кабаны встречаются единично, главным образом в осиновых кустах, лесопосадках, небольших лесных урочищах среди сельскохозяйственных угодий.

Важным местом обитания кабана в Тамбовской области является Хоботовский лесхоз Иловай-Воронежского лесного массива. Основная концентрация зверя здесь находится на территории Бригадирского лесничества. Низкая численность кабанов в южной и центральной частях Хоботовского лесхоза (граница с Ранинским лесничеством Мичуринского района) обусловлена отсутствием подкормочных площадок в зимнее время и более жестким прессом со стороны браконьеров.

В охотугодьях общего пользования Первомайского района обитает около 100 особей кабанов, что составляет 6,7 % от всей группировки данного зверя в Тамбовской области. Спектр используемых кабаном местобитаний широк. В средней полосе этот вид населяет различные биотопы: хвойные, лиственные и смешанные леса, плавни, тростниковые и кустарниковые заросли по берегам рек и озер [11].

В Бригадирском лесничестве кабан встречается главным образом в заболоченных участках мелколесья осины и ольхи, в переувлажненных пойменных лесах по р. Иловай, в старовозрастных участках смешанного леса. Важными местами обитания кабана являются также заливные луга и тростниковые заросли в пойме рек Иловай и Боровка. Кабаны ведут преимущественно оседлый образ жизни. Далеко за пределы охотугодий кабаны не удаляются. Суточные и сезонные миграции кабанов связаны с поиском корма и во многом определяются погодными условиями и глубиной снежного покрова в зимнее время. Суточные переходы на кормежку обычно не превышают 5...6 км. Лишь во время осенних кочевок или будучи напуганными, кабаны проходят за сутки до 20...40 км [4].

Из таблицы 3 видно, что численность кабана в ОУОП Первомайского района подвержена существенным колебаниям по годам. На протяжении последних 9 лет доминировала тенденция снижения поголовья зверя. В период 2009 – 2017 гг. численность кабана в исследуемом хозяйстве сократилась в 2–3 раза.

Таблица 3

Численность кабана и его добыча в Первомайском охотхозяйстве

Год	Всего особей	Зарезано волком, особей
2009	140 – 120	20 – 25
2010	134	8 – 10
2011	120 – 125	5 – 7
2012	110 – 118	10 – 13
2013	115 – 120	4–5
2014	70	5
2015	89	–
2016	74 – 80	4
2017	50 – 60	2 – 4
Средняя численность за 9 лет	101	73

Лимитирующие факторы и охрана

Основными причинами, влияющими на динамику численности зверя, в Тамбовской области являются хищничество волка, условия зимовки и практика браконьерской охоты [12]. Кабан активен круглый год. Зимой в жизни кабанов происходят важные явления: гон и беременность. Поэтому условия зимовки благоприятно сказываются не только на численности взрослого поголовья, но и численности и качестве молодняка. Теплая малоснежная зима обеспечивает хорошую доступность зимних кормов из слабо промерзшей почвы и подстилки. Как правило, после таких зим наблюдается большая численность поросят в помете. Так, например, после относительно теплой зимы 2003 г. в некоторых семьях кабанов Первомайского охотхозяйства приплод от одной самки, судя по следам, достигал до 12 поросят.

После морозных и снежных зим (например, 2009–2010 г.) число детенышей у одной матки, как правило, не превышает 3 – 5 особей. В голодную и многоснежную зиму 2013–2014 г. в охотугодьях общего пользования Первомайского района отмечена одновременная гибель 7–8 сеголеток в одной семье кабанов. Звери пришли в хозяйство из Липецкой области. Глубокий снег затруднил животным перемещение и поиски корма. Истощенные голодом кабаны погибли, не дойдя до подкормочных площадок всего несколько километров (рис. 1). Судя по отсутствию останков взрослых животных, матке удалось выжить.

Неблагоприятным для кабанов является наст, образующийся после непродолжительных оттепелей и последующих заморозков. Ледяная корка на снегу затрудняет перемещения и кормодобывание кабанов. Из-за наста кабаны часто становятся жертвами волков.

Численность волка в ОУОП Первомайского района невелика и в 2009 – 2017 гг. колебалась в пределах 4 – 11 особей. Взаимного регулирования численности кабана и волка по типу «хищник – жертва» в хозяйстве не отмечается. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что волк не оказывает серьезного хищнического воздействия на кабанов. Благодаря крупным размерам и активной защите, секачи и матки кабанов редко страдают от нападения волка, в то время как сеголетки и подсвинки



Рис. 1. Останки кабана-сеголетки, погибшего от бескормицы в многоснежную зиму 2013–2014 годов в ОУОП Первомайского района

чаще подвергаются нападению хищника. Основным объектом охоты волка в хозяйстве является косуля. По архивным данным в ОУОП Первомайского района в период 2009 – 2017 гг. волками зарезано всего 73 кабана, в то время как косуль – 104.

Существенный урон поголовью кабанов в исследуемом хозяйстве несут браконьеры. Вспышка незаконной охоты, резко возросшая в конце 1990-х годов XX в., объясняется низким уровнем экологической культуры населения, в том числе и охотников, которых только в Первомайском районе насчитывается свыше 600 человек (по 6 человек на 1 кабана). В последние годы резко возросло количество выдаваемых на отстрел кабана лицензий. По мнению специалистов-охотоведов, квоты на добычу животных должны выдаваться по результатам учета численности, а не по произволу чиновников [13].

Важным обстоятельством является и то, что на относительно небольшой территории охотхозяйства обитает достаточно крупная группировка кабанов. В связи с низкой численностью кабана на границе Тамбовщины с Липецкой и Рязанской областями, а также в безлесных районах Тамбовской области, ОУОП Первомайского района подвержены систематической охоте браконьеров, приезжающих в основном из соседних районов и областей. В течение зимнего сезона сотрудники охотхозяйства обнаруживают и уничтожают до 20 браконьерских вышек и прикормочных площадок, в период охоты на копытных задерживают до 8 – 10 браконьеров. В целях борьбы с браконьерами используются такие мероприятия, как рейды по территории охотхозяйства, организованные охотничьим надзором, и концентрация кабана с помощью подкормочных площадок в наиболее охраняемых участках.

Лимитирующее влияние дефицита естественных кормов в хозяйстве (резко обостряющееся в зимнее время) в значительной степени компенсируется зимней подкормкой животных зерном (пшеницей, ячменем, овсом), комбикормами и зерноотходами. В ходе данных биотехнических мероприятий на подкормочные площадки в зимнее время ежегодно вывозится 50...100 т кормов (рис. 2). Такого количества достаточно для благоприятной



Рис. 2. Подкормочная площадка в ОУОП Первомайского района
(справа видны подходы кабанов)

зимовки 50 – 80 голов взрослых животных. Среди других биотехнических мероприятий в охотугодах проводятся работы по закладке солонцов, отстрелу волка в целях регулирования его численности, созданию зон покоя охотничьих животных, в которых запрещена охота на все виды животных.

Таким образом, ключевыми факторами, регулирующими численность кабана в ОУОП Первомайского района, являются погодные условия в зимний период, количество лицензий, выданных на отстрел копытных, а также биотехнические мероприятия, проводимые сотрудниками Тамбовоблхотуправления.

Кормовой рацион

Кабан – всеядное животное, приспособленное к добыванию пищи из подстилки, с поверхности почвы и из верхних ее слоев. Спектр потребляемых зверем кормов достаточно широк. Естественные корма включают: надземные и подземные части растений, водно-болотную травянистую растительность, плоды, дождевых червей, улиток, личинок насекомых, мышевидных грызунов, яйца птиц. В желудках 58 кабанов, добытых в дельте Волги, обнаружены остатки 43 видов растений и более 30 видов кормов животного происхождения [3]. В суровое зимнее время кабаны нередко поедают крупную падаль. Довольно часто кабанов можно встретить в окрестностях Иловайской птицефабрики, где звери поедают погибшую птицу. В агроценозах кабаны кормятся семенами зерновых и зернобобовых культур (пшеницей, ячменем, кукурузой, горохом и др.), корнеплодами, клубнями картофеля, падалицей плодовых культур (яблони, груши и др.) [4].

В зависимости от времени года обилие и структура кормовых объектов кабанов ОУОП Первомайского района существенно изменяются. В весеннее время кабанов и следы их жизнедеятельности часто можно обнаружить на опушках леса, проталинах, лугах, где они пасутся, поедая появившуюся молодую растительность. После полного таяния снега кабаны разбредаются по всему лесному массиву охотхозяйства, что обусловлено многообразием и широким распространением появившихся кормов.

Основу летних кормов составляют сочные корневища растений, а также не выгоревшая на солнце трава. В поисках водных и околородных растений кабаны посещают лесные болота, пруды и берега рек. Основным кормом кабанов осенью являются желуди, а также плоды лещины, дикой яблони и груши. Охотно поедается кабаном водно-прибрежная травянистая растительность, в корневищах которой в это время содержится наибольшее количество питательных веществ [11].

В осенний период кабаны чаще, чем в другое время года, встречаются в сельскохозяйственных угодьях, где поедают созревающий урожай зерновых, зернобобовых и пропашных культур. В это время кабаны могут наносить существенный вред сельхозпроизводителям, не столько поедая, сколько вытаптывая и разрывая растения [4, 14]. Сокращение посевных площадей сельскохозяйственных культур на территории исследуемого хозяйства и сопредельных участках ухудшили кормовую емкость охотугодий Первомайского района для парнокопытных. Ближе к зиме кабаны

усиленно отыскивают запасы кормов, сделанных полевками, сойками и другими животными [14]. С первой половины октября в исследуемом хозяйстве начинают постепенно осуществлять подкормку кабанов зерновыми и овощными культурами (картофелем, кормовой свеклой, морковью).

Зимнее время характеризуется дефицитом естественных кормов, что обусловлено промерзанием грунта и высоким снежным покровом. Основу естественных кормов в это время кабанам составляют корневища болотной и прибрежной растительности. Во время оттепелей, а также в мало-снежные зимы кабаны часто раскапывают почву на луговинах и опушках леса в поисках подземных частей растений и грызунов. В сильные морозы и снегопады кабаны страдают от бескормицы. В целях предотвращения гибели животных в ОУОП Первомайского района ведется систематическая зимняя подкормка кабанов и других копытных животных, благодаря чему не происходит массовая гибель зверей от голода.

Таким образом, в структуре кормового рациона кабанов Первомайского охотхозяйства преобладают растительные корма, особенно корневища околотовой растительности, что обусловлено распространением на территории охотхозяйства заболоченных участков.

Особенности размножения кабанов

Гон кабанов по своим признакам схож с гоним многих копытных. Главным отличием является большая продуктивность размножения (от 3 до 10 – 12 поросят) [3]. Средняя плодовитость кабанов в охотгодожьях Первомайского района составляет 5 – 8 поросят. Благоприятным для опорога стал 2020 г., в семьях кабанов Первомайского охотхозяйства насчитывалось 7 – 12 поросят.

Половая зрелость у кабанов может наступать на первом году жизни, но в большинстве случаев особи вступают в размножение с полутора лет. У самцов половая зрелость наступает несколько позже, чем у самок. Период спаривания растянут и может продолжаться с октября по январь. Наибольшая часть самок оплодотворяется в ноябре–декабре. Существенных различий срока гона и опорога кабанов в Первомайском районе не наблюдалось, из года в год сроки совпадают со сроками предыдущих лет. Гон происходит с октября по январь, а опорог протекает с марта по май. На незначительные изменения сроков влияют погодные условия [11].

К началу гона у самцов утолщается кожа, на лопатках образуется так называемый калкан, который защищает их от травм во время турниров за самку. Форма тела становится более клиновидной. Почти в 2 раза увеличивается препуциальная железа, начинает выделяться секрет с резким неприятным запахом мускуса. Самцы-одиночки интенсивно перемещаются в поисках самок, при этом активно метят территорию уриной, секретами препуциальной, слюнных и слезных желез. Частыми рефлексными движениями челюстей они взбивают пену и, поднимая рыло, наносят ее на кору деревьев. Свины также помечают территорию, почесываясь о деревья (рис. 3, а). Примкнув к семейной группе, самец покрывает всех самок,

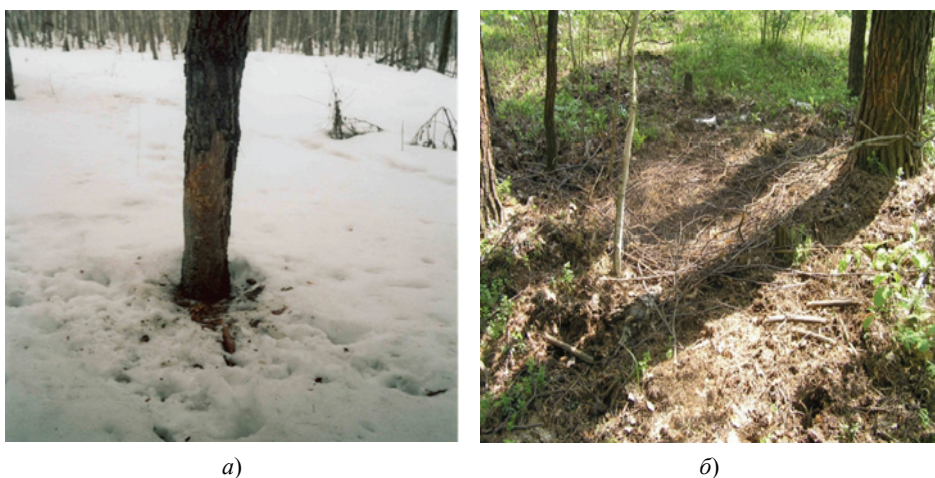


Рис. 3. Следы жизнедеятельности кабанов:
а – задиры коры (альфакторная метка); *б* – остатки родильного гнезда

пришедших в охоту (обычно 3 – 5 особей). Секачи ревностно охраняют свои гаремы от соперников, но чаще всего столкновения носят демонстративный характер.

Период беременности длится 104 – 126 дней [15]. Кабаны проявляют ярко выраженную заботу о потомстве. Перед опоросом свинья сооружает родильное «гнездо» из веток, хвои, хвороста, отгоняет от себя поросят и взрослых сородичей (рис. 3, *б*). Через несколько дней свинья выводит за собой поросят и снова присоединяется к семейной группе. Следить за поросятами в семейных группах матке обычно помогают несколько молодых самок, однако в случае гибели матки погибают и поросята. После того как поросята становятся подвинками (при достижении возраста от одного до двух лет), матка их покидает, к этому времени у нее появляется новое потомство. Молодые самцы начинают вести одиночный образ жизни, часть молодых самок остается с маткой и помогает ей в воспитании нового поколения, другая – прибивается к другому стаду.

Заключение

Численность кабана в охотугодьях общего пользования Первомайского района с 2009 по 2017 гг. сократилась со 140 до 50 особей. Почти трехкратное снижение численности кабана в исследуемом хозяйстве обусловлено охотничьим и браконьерским прессом, а также ухудшением кормовых условий из-за сокращения площадей сельскохозяйственных угодий, расположенных на территории охотхозяйства. Существенное влияние на поголовье кабанов оказывают условия зимовки. Основу кормового рациона кабанов ОУОП Первомайского района в течение всего года составляют естественные корма: травы, корни, плоды, овощи, корнеплоды. В зимнее время года при дефиците естественных кормов возрастает значимость подкормок животных зерном, зерноотходами и корнеплодами.

Список литературы

1. Околелов, А. Ю. Экологические проблемы повышения продуктивности агрофитоценозов Тамбовской области / А. Ю. Околелов // Основы повышения продуктивности агроценозов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти известных ученых И. А. Муромцева и А. С. Татаринцева, 24 – 26 ноября 2015 г., Мичуринск. – Мичуринск, 2015. – С. 140–141.
2. Майнхардт, Х. Моя жизнь среди кабанов / Х. Майнхардт ; пер. с нем. А. И. Цыганова ; под ред. Г. И. Ивановой. – М. : Лесн. промышленность, 1983. – 128 с.
3. Давыдов, А. В. Охотничьи копытные животные : краткое руководство по сбору первичной информации / А. В. Давыдов, Ю. И. Рожков. – М. : Центр-охотконтроль, 2002. – 198 с.
4. Биология лесных птиц и зверей : учеб. пособие / Под общ. ред. Г. А. Новикова. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 1975. – 383 с.
5. Околелов, А. Ю. Этапы антропогенной трансформации природно-территориальных комплексов северной и типичной подзон лесостепной зоны Восточно-европейской равнины (на примере территории Тамбовской области) / А. Ю. Околелов, М. Ю. Романкина, Е. А. Сухарев // Вестн. Тамб. ун-та. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 6-2. – С. 3208 – 3211.
6. Страницы истории земли Козловской : материалы к энциклопедии. Вып. 1 / Под ред. Б. К. Панова. – Мичуринск : Управление культуры администрации города Мичуринска ; Центральная городская библиотека, 2000. – 143 с.
7. Скопцов, В. Г. Редкие птицы и звери Тамбовской области и их охрана : (в помощь учителям биологии и учащимся) / В. Г. Скопцов. – Тамбов : Тамбовская правда, 1969. – 41 с.
8. Околелов, А. Ю. Курс лекций по региональной экологии : учеб. пособие / А. Ю. Околелов. – Мичуринск : МГПИ, 2005. – 298 с.
9. Микляева, М. А. Мотивации сохранения биоразнообразия в агроценозах Тамбовской области / М. А. Микляева, А. С. Окольников, А. Ю. Околелов // Проблемы сохранения биологического разнообразия Центрально-Черноземного региона : сб. науч. тр. – Липецк, 2016. – С. 72 – 74.
10. Атлас Тамбовской области / Отв. ред. А. М. Кириллов. – 4-е изд. – М. : Роскартография, 1999. – 41 с.
11. Воличенко, А. В. Календарь охотника / А. В. Воличенко, В. Г. Скрипка. – Екатеринбург : Уральский рабочий, 1994. – 632 с.
12. Околелов, А. Ю. Социально-экологические проблемы Тамбовской области. – Текст : электронный / А. Ю. Околелов // Наука и образование. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 58. – URL : https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36951405_73916757.pdf (дата обращения: 02.11.2020).
13. Улитин, А. Пути развития / А. Улитин // Охота и охотничье хозяйство. – 2003. – № 5. – С. 1 – 3.
14. Воробьев, И. И. Предварительные результаты инвентаризации особо охраняемых природных территорий Тамбовской области: состояние, проблемы, перспективы / И. И. Воробьев // Растения и животные Тамбовской области: экология, кадастр, мониторинг, охрана : сб. науч. тр. – Вып. 3. – Мичуринск, 2005. – С. 210 – 224.
15. Колосов, А. М. Биология промыслово-охотничьих зверей СССР : учеб. пособие / А. М. Колосов, Н. П. Лавров, С. П. Наумов. – 3-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 1979. – 416 с.

References

1. Okolelov A.Yu. *Osnovy povysheniya produktivnosti agrotsenozov* [Basics of increasing the productivity of agrocenoses], Proceedings of the International scientific-practical conference dedicated to the memory of famous scientists I. A. Muromtsev and A. S. Tatarintsev, 24 - 26 November, 2015, Michurinsk, 2015, pp. 140-141. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Maynkhardt Kh., Ivanova G.I. [Ed.] *Moya zhizn' sredi kabanov* [My life among wild boars], Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1983, 128 p. (In Russ.)
3. Davydov A.V., Rozhkov Yu.I. *Okhotnich'i kopytnyye zhivotnyye: kratkoye rukovodstvo po sboru pervichnoy informatsii* [Hunting hoofed animals: a short guide to collecting primary information], Moscow: Tsentr okhotkontrol', 2002, 198 p. (In Russ.)
4. Novikov G.A. [Ed.] *Biologiya lesnykh ptits i zverey: uchebnoye posobiye* [Biology of forest birds and animals: a tutorial], Moscow: Vysshaya shkola, 1975, 383 p. (In Russ.)
5. Okolelov A.Yu., Romankina M.Yu., Sukharev Ye.A. [Stages of anthropogenic transformation of natural-territorial complexes of the northern and typical subzones of the forest-steppe zone of the East European Plain (for example, the territory of the Tambov region)], *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki* [Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and technical sciences], 2013, vol. 18, no. 6-2, pp. 3208-3211. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Panov B.K. [Ed.] *Stranitsy istorii zemli Kozlovskoy: materialy k entsiklopedii. Vyp. 1* [Pages of the history of the Kozlovskaya land: materials for the encyclopedia. Issue 1], Michurinsk: Upravleniye kul'tury administratsii goroda Michurinska; Tsentral'naya gorodskaya biblioteka, 2000, 143 p. (In Russ.)
7. Skoptsov V.G. *Redkiye ptitsy i zveri Tambovskoy oblasti i ikh okhrana: (v pomoshch' uchitelyam biologii i uchashchimsya)* [Rare birds and animals of the Tambov region and their protection: (to help teachers of biology and students)], Tambov: Tambovskaya pravda, 1969, 41 p. (In Russ.)
8. Okolelov A.Yu. *Kurs lektsiy po regional'noy ekologii: uchebnoye posobiye* [A course of lectures on regional ecology: a tutorial], Michurinsk: MGPI, 2005, 298 p. (In Russ.)
9. Miklyayeva M.A., Okol'nicheva A.S., Okolelov A.Yu. [Motivation for the conservation of biodiversity in agrocenoses of the Tambov region], *Problemy sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya Tsentral'no-Chernozemnogo regiona: sbornik nauchnykh trudov* [Problems of conservation of biological diversity of the Central Black Earth region: collection of scientific works], Lipetsk, 2016, pp. 72-74. (In Russ.)
10. Kirillov A.M. [Ed.] *Atlas Tambovskoy oblasti* [Atlas of the Tambov region], Moscow: Roskartografiya, 1999, 41 p. (In Russ.)
11. Volichenko A.V., Skripka V.G. *Kalendar' okhotnika* [Calendar of the hunter], Yekaterinburg: Ural'skiy rabochiy, 1994, 632 p. (In Russ.)
12. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36951405_73916757.pdf (accessed 02.11.2020).
13. Ulitin A. [Ways of development], *Okhota i okhotnich'ye khozyaystvo* [Hunting and hunting economy], 2003, no. 5, pp. 1-3. (In Russ.)
14. Vorob'yev I.I. [Preliminary results of the inventory of specially protected natural areas of the Tambov region: state, problems, prospects], *Rasteniya i zhivotnyye Tambovskoy oblasti: ekologiya, kadastr, monitoring, okhrana: sbornik nauchnykh trudov* [Plants and animals of the Tambov region: ecology, catastr, monitoring, protection: collection of scientific papers], Issue 3, Michurinsk, 2005, pp. 210-224. (In Russ.)

15. Kolosov A.M., Lavrov N.P., Naumov S.P. *Biologiya promyslovo-okhotnich'ikh zverey SSSR: uchebnoye posobiye* [Biology of game animals of the USSR: a tutorial], Moscow: Vysshaya shkola, 1979, 416 p. (In Russ.)

The Boar Ecology in Natural and Man-Made Landscapes of the Tambov Region

**A. Yu. Okolelov, M. A. Miklyaeva,
O. M. Zolotova, A. V. Kozachek, E. A. Sukharev**

*Michurinsk State Agrar University, Michurinsk;
Tambov State Technical University, Tambov;
LLC "Tambovskaya turkey", Pervomaisky district,
Tambov region, Russia*

Keywords: population dynamics; boar; limiting factors; natural and man-made landscape; game animals; ecology.

Abstract: Some features of wild boar ecology in the natural and man-made landscapes of the Tambov region have been studied. The dynamics of the number, distribution, food ration, breeding characteristics, limiting factors and protection of wild boars in the region have been analyzed.

© А. Ю. Околелов, М. А. Микляева, О. М. Золотова,
А. В. Козачек, Е. А. Сухарев, 2021

Теория и практика устойчивого экономического развития

УДК 338.012

DOI: 10.17277/voprosy.2021.01.pp.082-088

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА РАЗВИТИЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОТРАСЛЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Н. Л. Айвазян, Т. К. Капия, Р. В. Жариков, В. В. Безпалов

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», г. Тамбов, Россия;
ФГБОУ ВО «Российский экономический университет
имени Г. В. Плеханова», г. Москва, Россия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор Р. Р. Толстяков

Ключевые слова: менеджмент качества; отраслевая инфраструктура; строительный комплекс; строительный сектор; строительство.

Аннотация: Исследованы современное состояние и развитие менеджмента качества отраслевой инфраструктуры и строительного комплекса в России. Актуальность исследования обусловлена стремительными изменениями условий внешней среды, что усложняет процесс организации возведения отраслевой инфраструктуры и строительной деятельности в целом. Представлены теоретические основы строительного комплекса и его практической роли при формировании национальной экономической системы Российской Федерации. Проанализированы статистические материалы Росстата в целях определения текущих тенденций развития строительного рынка страны, основные факторы, которые негативно влияют на современный этап развития отраслевой инфраструктуры и строительного

Айвазян Нарек Ладикович – аспирант кафедры «Экономическая безопасность и качество»; Капия Тинотенда Карлтон – аспирант кафедры «Экономическая безопасность и качество»; Жариков Роман Викторович – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Экономическая безопасность и качество», e-mail: shriad@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия; Безпалов Валерий Васильевич – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры национальной и региональной экономики, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», г. Москва, Россия.

комплекса России. Дана оценка реализации «Стратегии инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года», а также выявлены актуальные проблемы, требующие незамедлительного решения.

Строительная отрасль играет значительную роль в социально-экономическом развитии любой страны, являясь важным фактором ее стабильности, а также служит материальной основой непрерывного развития народного хозяйства, решения жилищной проблемы, повышения материального и культурного уровня народа [1].

Строительство, являясь одним из видов экономической деятельности и ключевой фондообразующей отраслью Российской Федерации, оказывает существенное влияние на экономику и рост благосостояния страны и ее хозяйствующих субъектов. Данная отрасль национальной экономики, предназначенная для ввода в действие новых, а также реконструкции, расширения, модернизации, технического перевооружения и капитального ремонта действующих объектов производственного и непроизводственного назначения, способствует обновлению основных фондов. Уровень развития строительства, в частности жилищного, является одним из индикаторов экономического климата в стране [2, 3].

По своим характеристикам отрасль строительства является достаточно капиталоемкой, также позволяет предоставлять значительное число рабочих мест [4].

Актуальность научного исследования на тематику «анализ основных факторов, влияющих на развитие строительного комплекса России» связана со следующими процессами:

- изменением рыночной конъюнктуры государства;
- распространением пандемии коронавируса, которая ухудшила условия внешней среды и благосостояния населения.

Цель статьи – определение текущих тенденций развития строительного комплекса Российской Федерации и анализ основных факторов, влияющих на данный процесс.

В рамках исследовательской работы изучены статистические материалы Росстата.

Анализируя основные факторы влияния на развитие строительного комплекса России, стоит отметить, что их можно классифицировать на следующие группы [5]:

- социально-демографической среды;
- инновационные;
- политические;
- природные; государственного регулирования;
- конкурентной среды;
- деятельности заинтересованных лиц;
- барьеры вхождения на строительный рынок.

Для осуществления мониторинга и решения подобного рода задач требуется повсеместное внедрение и использование системы менеджмента качества с элементами контроля и управления в отрасли, способствующей

не только осуществлению контроля уровня качественных характеристик на всех этапах производства, но и для постоянного внедрения инноваций и повышения квалификации персонала. Вышеуказанная система менеджмента качества призвана решать следующие основные задачи:

1. Выстраивать политику, стратегию и разработку нормативных и подзаконных актов, организационно-распорядительной документации, регламентировать полномочия ответственных должностных лиц, функционал подразделений, служебную и должностную документацию.

2. Осуществлять мониторинг и контроль индикативных показателей с целью анализа эффективности деятельности отдельных подразделений и их ресурсного обеспечения.

3. Регламентировать процессы, делегировать полномочия и ответственность, осуществлять планирование и прогнозирование.

4. Документировать процессы и законодательно регулировать деятельность аудиторов.

5. Разрабатывать стандарты качества для отраслевой инфраструктуры, начиная от структурных организаций и подразделений, заканчивая рабочими местами.

Первой тенденцией текущего развития строительного комплекса России является рост объема выполненных работ (рис. 1).

В 2012 году общий объем строительных работ российской экономики составлял 5,714 трлн р. В 2015 году, несмотря на кризисный период из-за ввода экономических и политических санкций, роста инфляции и девальвации курса российского рубля, общий объем строительных работ достиг 7,01 трлн р. В 2017 году данный показатель составлял уже 7,573 трлн р., а по итогам 2018 года установлен новый исторический рекорд в размере 8,385 трлн р.

Следующей тенденцией текущего развития строительного комплекса России является рост числа строительных предприятий (рис. 2).

За период 2016 – 2018 гг. общее число строительных предприятий экономики России изменилось минимальным образом с 271 604 до 278 059, то есть лишь на 6 455 организаций. Однако, если сравнивать 2010 г. и 2013 – 2015 гг., то изменения значительные. В особенности произошел рост числа строительных организаций России в 2016 году,

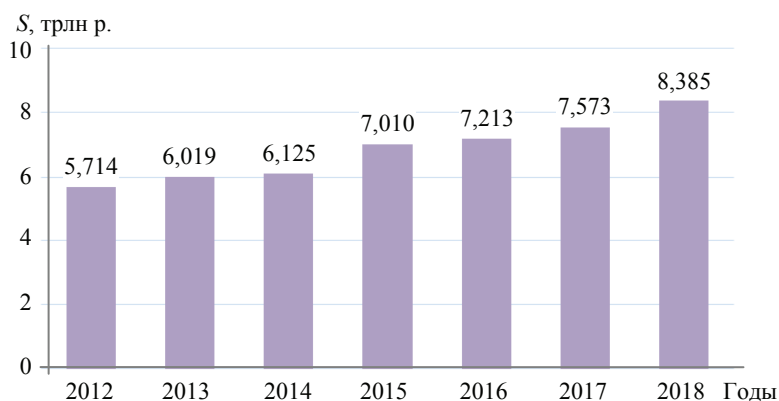


Рис. 1. Динамика изменения объема выполненных работ S в сфере строительства России в период 2012 – 2018 гг. [6, 7]

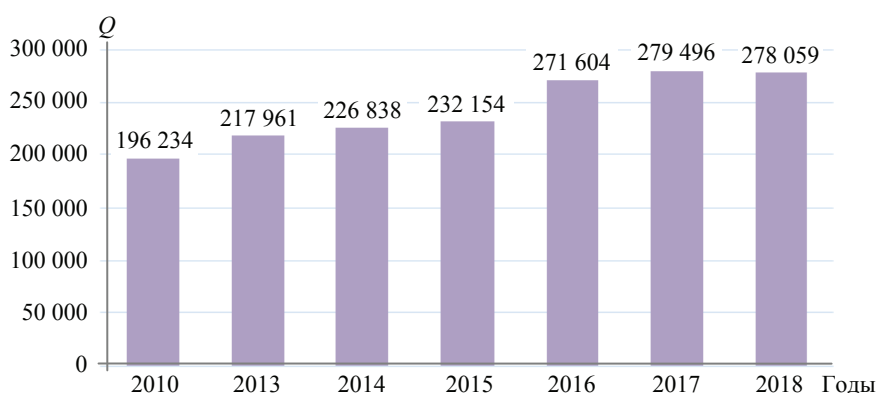


Рис. 2. Динамика изменения числа строительных организаций России Q в период 2010 – 2018 гг. [6, 7]

что можно связать с проведением чемпионата мира по футболу, который выступил положительным фактором, влияющим на развитие строительного комплекса и рыночной инфраструктуры нашей страны.

Следующей тенденцией текущего развития строительного комплекса России является замедление роста объема ввода общей площади новых зданий (рис. 3, а).

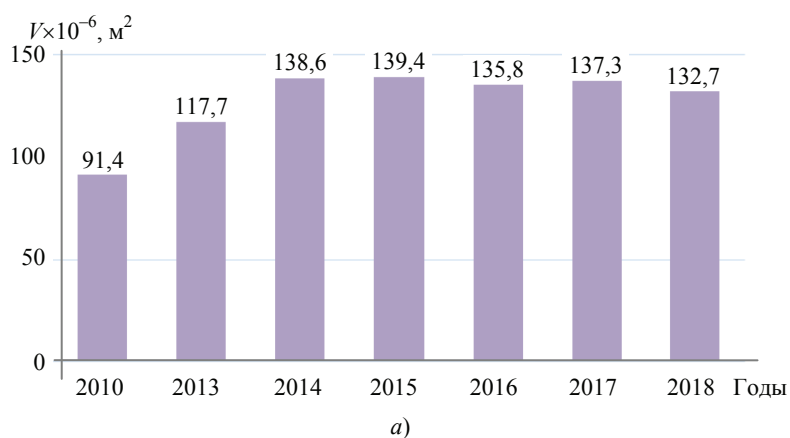


Рис. 3. Динамика изменения объема ввода общей площади новых зданий V коммерческой и жилой (а) и жилой (б) недвижимости России в период 2010 – 2018 гг. [6, 7]

За период 2013–2014 гг. объем ввода общей площади новых зданий в России вырос с 117,7 млн кв. м до рекордных 138,6 млн кв. м. В 2015 году установлен исторический максимум – 139,4 млн кв. м объема ввода общей площади новых зданий в стране, однако уже в 2016 – 2018 гг. наблюдалось незначительное снижение до 132,7 млн кв. м.

Следующей тенденцией текущего развития строительного комплекса России является аналогичное замедление роста объема ввода общей площади новых зданий в секторе жилой недвижимости (рис. 3, б). Как и с общим вводом новых площадей, рынок жилой недвижимости продемонстрировал свои рекордные показатели в период 2014–2015 гг. В 2018 году установлено снижение до 75,6 млн кв. м., что на 9,7 млн кв. м. меньше, чем в 2015 году, когда был установлен исторический максимум.

Помимо рассмотренных тенденций, проблемой текущего развития строительного комплекса Российской Федерации является влияние негативных факторов, отрицательно воздействующих на состояние данной отрасли. Согласно социологическим исследованиям и опросам, проводимым и опубликованным на сайте Росстата, можно выделить следующие наиболее актуальные факторы, формирующие барьеры развития строительного комплекса страны [1], которые подтверждают респонденты в лице строительных организаций (% от общего числа исследований):

- высокий уровень налогового бремени на деятельность (38 %);
- высокая стоимость материалов и ресурсов, используемых в строительстве и строительных работах (29 %);
- низкий объем заказов от клиентов на выполнение строительных работ (29 %);
- неплатежеспособность заказчиков по выполнению своих финансовых обязательств за выполненные строительные работы (26 %);
- дефицит финансовых ресурсов и недостаток внешнего и собственного финансирования (21 %);
- высокий уровень рыночной конкуренции между строительными предприятиями (27 %);
- высокий уровень процентных ставок на коммерческое кредитование банков (17 %);
- неблагоприятные погодные условия для проведения строительных работ (12 %);
- дефицит профессиональных кадров для проведения строительных работ (12 %).

Важным фактором развития строительного комплекса Российской Федерации является реализация «Стратегии инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года», задачи которой следующие:

- инновационное перевооружение строительной отрасли;
- совершенствование регулирования рынка строительной продукции и услуг;
- совершенствование налоговых условий для ведения инновационной деятельности строительных организаций;
- развитие кадрового потенциала сферы строительства;

– интеграция российского рынка строительства с международными площадками по обмену интеллектуальным капиталом и инновационными ресурсами;

– совершенствование нормативно-правовой и технической базы в сфере строительства.

Из вышесказанного следует, что основные факторы, положительно влияющие на развитие строительного комплекса России, – рост объема строительных работ, числа строительных предприятий и реализация «Стратегии инновационного развития строительной отрасли РФ до 2030 года»; отрицательно влияющие – высокий уровень налогового бремени на деятельность, высокая стоимость материалов и ресурсов, низкий объем заказов от клиентов на выполнение строительных работ, неплатежеспособность заказчиков по выполнению своих финансовых обязательств за выполненные строительные работы, дефицит финансовых ресурсов и недостаток внешнего и собственного финансирования, высокий уровень рыночной конкуренции между строительными предприятиями, высокий уровень процентных ставок на коммерческое кредитование банков, неблагоприятные погодные условия для проведения строительных работ, дефицит профессиональных кадров для проведения строительных работ и снижение объема ввода жилой площади новых зданий и жилой недвижимости.

Список литературы

1. Карякина, И. Е. Анализ современного состояния строительной отрасли РФ, проблемы и перспективы ее развития / И. Е. Карякина, Е. К. Потапкина // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 5-2. – С. 57 – 67. doi: 10.24411/2411-0450-2019-10623
2. Шаркова, А. В. Анализ деятельности строительных организаций на основе изучения показателей прибыли / А. В. Шаркова, Т. И. Чинаева, А. С. Клепацкая // Статистика и экономика. – 2018. – Т. 15, № 5. – С. 40 – 50. doi: 10.21686/2500-3925-2018-5-40-50
3. Александрова, Е. Н. Основные факторы конкурентоспособности строительных предприятий / Е. Н. Александрова, В. А. Вдовина // Междунар. журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 9-1. – С. 99 – 102. doi: 10.24411/2500-1000-2019-11574
4. Пахомов, Е. В. Текущее состояние строительной отрасли РФ / Е. В. Пахомов, М. С. Овчинникова // Молодой ученый. – 2019. – № 2 (240). – С. 255 – 260.
5. Оборина, А. В. Анализ основных факторов, влияющих на развитие строительного комплекса России / А. В. Оборина // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – № 5 (47). – С. 121 – 125.
6. Строительство в России. 2018 : стат. сб. // Росстат. – М. : [б. и.], 2018. – 119 с.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019 : стат. сб. // Росстат. – М. : [б. и.], 2019. – 1204 с.

References

1. Karyakina I.Ye., Potapkina Ye.K. [Analysis of the current state of the construction industry in the Russian Federation, problems and prospects of its development], *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economy and business: theory and practice], 2019, no. 5-2, pp. 57-67, doi: 10.24411/2411-0450-2019-10623 (In Russ., abstract in Eng.)

2. Sharkova A.V., Chinayeva T.I., Klepatskaya A.S. [Analysis of the activity of building organizations based on the study of profit indicators], *Statistika i ekonomika* [Statistics and Economics], 2018, vol. 15, no. 5, pp. 40-50, doi: 10.21686/2500-3925-2018-5-40-50 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Aleksandrova Ye.N., Vdovina V.A. [Main factors of competitiveness of construction enterprises], *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk* [International journal of humanitarian and natural sciences], 2019, no. 9-1, pp. 99-102, doi: 10.24411/2500-1000-2019-11574 (In Russ., abstract in Eng.)
4. Pakhomov Ye.V., Ovchinnikova M.S. [The current state of the construction industry in the Russian Federation], *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2019, no. 2 (240), pp. 255-260. (In Russ.)
5. Oborina A.V. [Analysis of the main factors affecting the development of the building complex of Russia], *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Problems of modern science and education], 2016, no. 5 (47), pp. 121-125. (In Russ., abstract in Eng.)
6. *Stroitel'stvo v Rossii. 2018: statisticheskiy sbornik* [Construction in Russia. 2018: statistical collection], Moscow: [b. i.], 2018, 119 p. (In Russ.)
7. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskiye pokazateli. 2019: statisticheskiy sbornik* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: statistical collection], Moscow: [b. i.], 2019, 1204 p. (In Russ.)
-

**The Analysis of Factors Influencing the Development
of Quality Management of Industrial Infrastructure
and Construction Industry of Russia**

N. L. Ayvazyan, T. K. Kapiya, R. V. Zharikov, V. V. Bezpalov

Tambov State Technical University, Tambov, Russia;

G. V. Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Keywords: quality management; industry infrastructure; construction industry; construction sector; construction.

Abstract: The current state and development of the quality management of the industrial infrastructure and construction industry in Russia are investigated. The relevance of the study is due to the rapid changes in environmental conditions, which complicates the process of organizing the construction of industry infrastructure and construction activities in general. The theoretical foundations of the building complex and its practical role in the formation of the national economic system of the Russian Federation are presented. The statistical materials of Rosstat are analyzed in order to determine the current trends in the development of the country's construction market, the main factors that negatively affect the current stage of development of the industry infrastructure and the construction complex in Russia. An assessment of the implementation of the "Strategy for the innovative development of the construction industry of the Russian Federation until 2030" is given, and urgent problems that require immediate solutions are identified.

© Н. Л. Айвазян, Т. К. Капия,
Р. В. Жариков, В. В. Безпалов, 2021

ПРОБЛЕМЫ КРЕДИТОВАНИЯ СУБЪЕКТОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19

В. И. Меньщикова

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор С. П. Спиридонов

Ключевые слова: государственная поддержка; кредитные продукты; кредитные риски; кредитование; малый и средний бизнес; пандемия; COVID-19.

Аннотация: Исследованы проблемы кредитования субъектов малого и среднего бизнеса, усугубляющиеся под воздействием пандемии COVID-19. Методология исследования базируется на общенаучных методах познания, методах сравнительного анализа, а также таких методологических инструментах, как: аналитический самоанализ, теоретическое познание, статистический анализ. Сделан вывод о том, что за последние годы за увеличением объема выданных кредитов субъектам малого и среднего бизнеса стоит снижение процентных ставок по выдаваемым им кредитам, но при этом произошло уменьшение числа субъектов малого и среднего бизнеса. Определено, что из-за роста кредитной активности малых предприятий увеличился не только суммарный объем выданных кредитов, но и объемы просроченной задолженности. Выявлено, что пандемия коронавирусной инфекции усугубила уже имеющиеся проблемы кредитования малого и среднего бизнеса. Сделан вывод о том, что государственная поддержка сегодня представляется ключевым механизмом для решения не только проблем кредитования субъектов малого и среднего предпринимательства, но и их дальнейшего функционирования.

Предприятия малого и среднего бизнеса в экономике любой страны играют важную роль, поскольку не только способствуют занятости населения, но и являются фундаментом рыночной экономики, так как именно их функционирование содействует развитию конкуренции на рынках товаров и услуг [1, 2]. При этом и само открытие и эффективность развития

Меньщикова Вера Ивановна – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика», e-mail: menshikova2907@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

данных субъектов напрямую зависит от достаточного объема финансирования. Малый и средний бизнес для своего развития активно привлекает внешние источники финансирования, преимущественно банковские кредиты. В этом отношении сектор малого и среднего бизнеса и коммерческие банки выступают в роли деловых партнеров. Малое и среднее предпринимательство (МСП) является основным потребителем банковских услуг, а кредитование данных форм бизнеса для банка – одновременно прибыльной и рискованной деятельностью. В зависимости от того, как они будут взаимодействовать, устранять проблемы, возникающие в их сотрудничестве, зависит развитие каждого из них. Безусловно, у банков и заемщиков разные мнения по поводу кредитования: одни хотят минимизировать риски при кредитовании, другие – кредит «подешевле», но все-таки их объединяет одно – найти решение наболевших проблем, которые тормозят развитие банковского сектора и не позволяют открываться новым и развиваться уже существующим субъектам малого и среднего бизнеса. Выстраивание партнерских отношений между банковским сектором и малыми и средними предприятиями, особенно по поводу кредитования, сегодня приобретают новый виток проблем, связанных с распространением новой коронавирусной инфекции.

Цель статьи – исследование проблем кредитования субъектов малого и среднего бизнеса, усугубляющихся под воздействием пандемии COVID-19.

Методология исследования базируется на общенаучных методах познания, позволяющих выстроить общую логику исследования и раскрыть сущность исследуемых явлений и процессов, а также методах сравнительного анализа. Также использовались следующие методологические инструменты: аналитический самоанализ (определение оценочных явлений исследуемого объекта с помощью анализа практических материалов), теоретическое познание (группировка и обобщение научных исследований ученых). С помощью методов статистики исследованы различные аспекты кредитования субъектов малого и среднего бизнеса коммерческими банками.

На сегодняшний момент предприятия малого и среднего бизнеса играют большую роль. Так, малый бизнес «заполняет пустующие места» в экономике – данные предприятия предоставляют товары и услуги населению, начиная от сферы отдыха и заканчивая бизнес-услугами. Способность малого бизнеса обеспечить рабочими местами особенно уязвимые социальные слои общества (молодежь, люди пенсионного возраста, женщины) является важным его преимуществом. Кроме того, именно малые предприятия являются наиболее гибкими к изменениям рынка и могут быстрее приспособиться к новым условиям.

Однако малое предпринимательство на пути своего становления и развития сталкивается с большим количеством трудностей. Предприятия малого бизнеса закрываются чаще, чем появляются новые. Так, если к концу 2018 года, согласно Единому реестру субъектов МСП ФНС [3], в России работало 6 041 195 единиц малых и средних предприятий, включая индивидуальных предпринимателей, то на 31.12.2020 г. их осталось уже 5 684 561. Одной из причин такого сокращения является новая коронавирусная инфекция, которая внесла свои коррективы не только в организацию жизни отдельных граждан и их здоровье, но и непосредственным образом затронула все сферы экономики.

Эксперты считают 2019 год рекордным для рынка кредитования субъектов МСП [4], поскольку, по данным Банка России, в этом году им было выдано кредитов на общую сумму 7,8 трлн р. (рис. 1).

Заметный рост объема выдачи кредитов субъектам малого и среднего бизнеса произошел благодаря ряду факторов. В первую очередь за снижением ключевой ставки ЦБ РФ последовало снижение процентных ставок на рынке по кредитам (рис. 2).

Можно сделать вывод о том, что за увеличением объема выданных кредитов субъектам МСП стояло снижение процентных ставок по выдаваемым им кредитам, но при этом произошло уменьшение числа субъектов

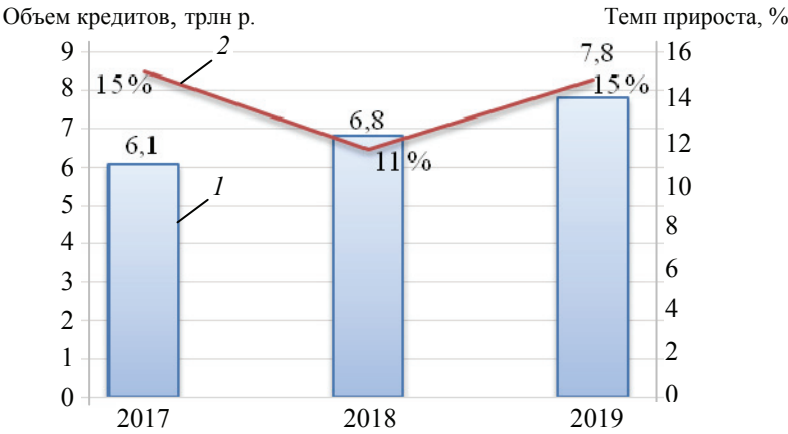


Рис. 1. Динамика объема кредитов, выданных субъектам МСП за период 31.12.2017 – 31.12.2019 гг. (составлено автором по данным Банка России [5]):
 1 – объем кредитов, выданных МСП за год, трлн р.;
 2 – годовой темп прироста объема кредитов, выданных МСП, %

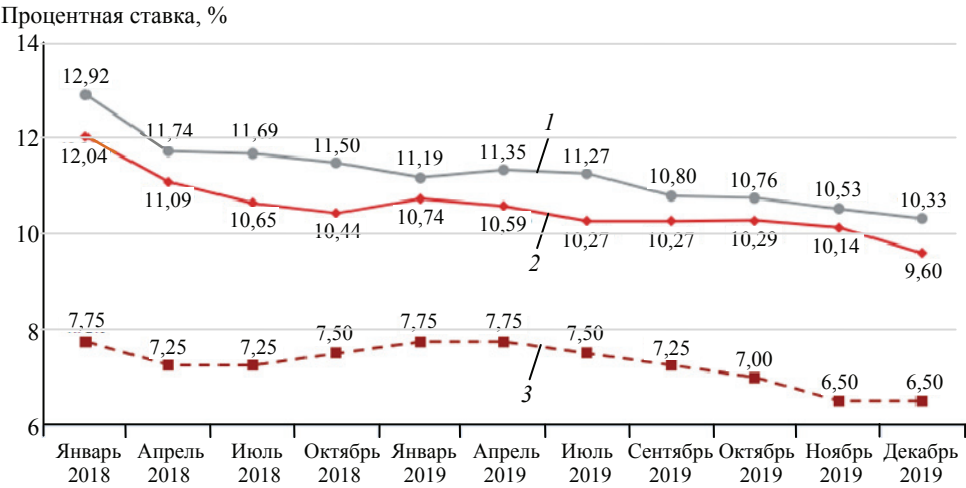


Рис. 2. Средневзвешенные процентные ставки по выданным кредитам МСП за период 01.01.2018 – 31.12.2019 гг. [4], % годовых:
 1 – до одного года; 2 – свыше одного года;
 3 – ключевая ставка Банка России, действующая на начало месяца

малого и среднего бизнеса. Также следует отметить, что из-за роста кредитной активности увеличился не только суммарный объем выданных кредитов субъектам МСП, но и объемы просроченной задолженности, которые на 01.01.2018 г., 01.01.2019 г. и 01.01.2020 г. составляли соответственно 4,2; 4,2 и 4,7 трлн р. [5]. Такой рост задолженности обусловлен тем, что произошло снижение числа субъектов МСП, большая часть из которых обанкротилась и закрылась.

Таким образом, к началу 2020 года отмечены положительная динамика объема выданных кредитов МСП, снижение средневзвешенных процентных ставок как на краткосрочные кредиты, так и среднесрочные и долгосрочные, рост доли просроченной задолженности. Но, в то же время, следует отметить, что для субъектов МСП уровень реальных процентных ставок (с учетом инфляции) остается на достаточно высоком уровне. Такая ситуация благоприятно сказывается на финансовой системе, но имеет негативное воздействие для представителей бизнеса. При этом и «старые» проблемы никуда не исчезли. Особенно проблемы, связанные с экономическими барьерами, заключающимися в невозможности получения кредита малыми предприятиями без залога собственного имущества и стабильного хорошо работающего бизнеса, а также высокими ставками, приводящими к недостаточности или полному отсутствию оборотных средств, которые должны быть направлены на его дальнейшее развитие. Следует отметить, что кредитование малого и среднего бизнеса играет важную роль в развитии экономики в целом. Однако для коммерческих банков такое направление кредитования является сложным и сопряжено с большим количеством рисков, несвойственным другим, более крупным, юридическим лицам. Риски, связанные с кредитованием малого бизнеса, оцениваются коммерческими банками значительно выше рисков кредитования корпоративного сектора. Как правило, большинство российских банков ключевыми рисками, присущими для кредитных операций малого и среднего предпринимательства, указывают низкую капитальную базу, отсутствие кредитной истории, непрозрачность финансовой отчетности, низкую степень диверсификации деятельности и др.

На данный момент банки предлагают множество кредитных продуктов для сектора МСП, позволяющих наращивать темпы производства продукции, увеличить объем услуг и работ. Однако программы кредитования, которые предлагаются субъектам МСП сегодня, не предполагают финансовую помощь на старте. По мнению банков, чтобы увидеть надежность заемщика и обеспечить возвратность кредитных средств, предприятие должно проработать хотя бы полгода. Безусловно, это ограничивает возможности развития малого бизнеса.

Для получения кредита деятельность предприятия должна быть более или менее «прозрачной». В среде малого и среднего бизнеса на этот шаг готовы решиться не многие предприятия. Низкая легитимность бизнеса, фигурирующая в бухгалтерских отчетах, становится основанием для отказа в получении кредита. Например, в отчетности могут быть такие негативные моменты, как низкая величина собственного капитала; неподтвержденные расходы предприятия для обхода системы налогообложения; наличие фиктивного капитала и пр. Кроме того, у субъектов МСП зачастую отсутствуют ликвидное имущество и соответственно надежные залоги.

К рискам при банковском кредитовании предприятий малого и среднего бизнеса также относят отсутствие или недостаточный уровень финансовой грамотности у предпринимателей. Часто банки не доверяют таким заемщикам и ужесточают требования, например, к собственному капиталу или первоначальным результатам эффективного развития бизнеса. Стоит отметить, что банки зачастую расширяют пакет требуемых документов для минимизации рисков.

Причины отказа в кредитовании могут быть не только у самих заемщиков, но и кредитующих банков. Так, у некоторых банков имеются внутренние проблемы организации системы кредитования малых предприятий. К примеру, это может быть недостаточно развитые банковские технологии, которые позволили бы снизить издержку обработки заявки одного заемщика. Также проблемой отказа в кредитовании банком может быть недостаточное количество денежных ресурсов для долгосрочного кредитования. Большинство банков, особенно в небольших регионах, нацелены на краткосрочное кредитование: предприятия могут получать кредит, но краткосрочный, что не позволит им провести модернизацию производства.

Многие банки нацелены на предоставление кредитов малому и среднему бизнесу, и для этого у них имеются специальные программы кредитования субъектов МСП, которые чаще всего отличаются повышенными процентными ставками для минимизации рисков. Но не все предприятия могут «потянуть» такие кредиты, даже несмотря на государственные меры поддержки.

Проанализировав данные опроса представителей предприятий малого и среднего бизнеса Федеральным порталом малого и среднего предпринимательства [6], можно обобщить данные о проблемах при открытии нового бизнеса или прекращении деятельности уже имеющегося (рис. 3).

Таким образом, половина опрошенных представителей предприятий малого и среднего бизнеса видят основной проблемой при открытии нового бизнеса или прекращении уже имеющейся деятельности высокие ставки налогообложения и арендной платы недвижимости или оборудования, а также трудности с получением кредитных продуктов. Низкую классификацию

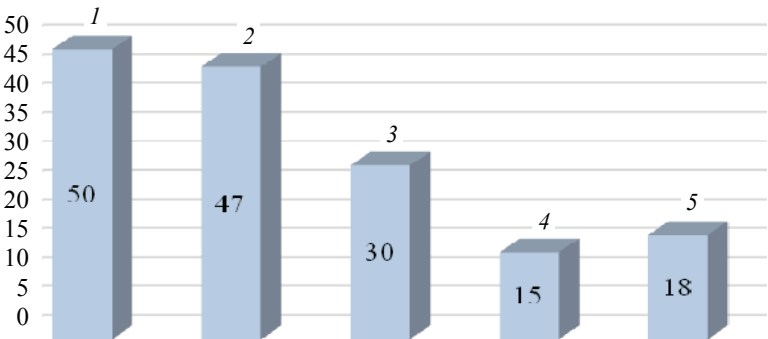


Рис. 3. Проблемы развития малого и среднего бизнеса, % от опрошенных (составлено автором по [6]):

1 – высокие налоги; 2 – высокая арендная плата; 3 – трудности с получением кредита; 4 – низкая квалификация персонала; 5 – спад спроса в отрасли

персонала и спад спроса в отрасли выделяет наименьшая доля представителей бизнеса, но все они связаны с ограничением доступа к финансовым ресурсам (банковскому кредиту или инвестициям).

Основной проблемой при получении банковского кредита 45 % опрошенных представителей предприятий малого и среднего бизнеса отметили залоговое обязательство, 33 % – высокие процентные ставки по кредиту и 28 % – проблемы с оформлением. Наименее популярными проблемами являются короткие сроки кредитования (20 %) и плохая репутация предприятия (7 %) [6].

Пандемия COVID-19 усугубила уже имеющиеся проблемы кредитования малого и среднего бизнеса. При этом в 2020 г. крайне востребованной стала такая банковская услуга, как реструктурирование ранее полученных ссуд. Так, по данным Банка России, с марта по ноябрь 2020 г. субъектам МСП реструктурировано кредитов на общую сумму 818,7 млрд р. [5]. Это вполне логично и закономерно: для разумного финансового поведения следует снижать долговую нагрузку, которая у малого и среднего бизнеса достаточно велика.

Следует отметить, что в крупных банках, составляющих топ-30 банковской системы России, сконцентрировано 72 % всего объема кредитования предприятий в сегменте МСП (табл. 1).

Проанализировав таблицу, видим, что ПАО «Сбербанк» в 2020 г. отделяет от его ближайшего конкурента 1 033 млн р., что составляет более половины от совокупного кредитного портфеля ПАО «Сбербанк» субъектам МСП. Банк занимает прочные позиции в исследуемом сегменте кредитного рынка, во многом формируя его. Развитие кредитования клиентов названного сегмента во многом обусловлено предложением новых сервисов. В 2019 году ПАО «Сбербанк» играл активную роль в финансировании российской экономики. Его доля на рынке кредитования среднего и малого бизнеса увеличилась за год с 32 до 35 %. Основная линейка кредитных продуктов ПАО «Сбербанк» представлена в табл. 2 [7, 8], из которой видно, что ПАО «Сбербанк» предоставляет кредиты как начинающему бизнесу, так и развивающемуся предприятию.

Таблица 1

**ТОП-30 банков по объему кредитного портфеля
субъектам МСП за период 2019–2020 гг.**

Место в рэнкинге	Наименование	Объем кредитного портфеля субъектам МСП на начало года, млн р.		Темп прироста, %
		2019	2020	
1	ПАО «Сбербанк»	1 288 369	1 696 276	32
2	ПАО Банк «ВТБ»	504 530	662 329	31
3	ПАО Банк «ФК Открытие»	71 130	120 906	70
4	ПАО «Промсвязьбанк»	77 656	108 663	40
5	АО «Райффайзенбанк»	72 424	103 204	42
...	...	...	...	...
30	ПАО АККСБ «КС БАНК»	3 736	4 418	18

Таблица 2

**Основные кредитные продукты субъектам МСП
в ПАО «Сбербанк» в 2019–2020 гг.**

Кредитный продукт	Сумма	Срок, мес.	Ставка по кредиту, %	Обеспечение
Стартовый кредит (без залога) / Экспресс	до 3 млн р.	до 36	от 17,0	–
Банковское кредитование на развитие бизнеса	до 5 млн р.	6...48	16,0 – 19,0	Залог недвижимости, оборудования
Кредиты на пополнение оборотных средств	от 150 тыс. р.	до 48	от 11,8	Залог имущества физического или юридического лица; гарантии АО «ФК по развитию МСП»
Кредиты на приобретение основных средств	до 80 % от стоимости	до 84	от 12,2	
Овердрафт	до 2,5 млн р.	до 12	12,73 – 15,5	–

ПАО «Сбербанк» дополнительно запустил программу, позволяющую получать заемщикам кредитные продукты на особых условиях. Данная программа допускает оформить кредит до 5 млн р., но процентная ставка формируется на основе «взаимоотношений» банка и заемщика: наличие бизнес-карт, страховых программ, зарплатного проекта, торгового эквайринга и пр. Данный факт позволяет сделать вывод, что банк заинтересован в кредитовании малого и среднего бизнеса и старается создать такое количество кредитных программ, чтобы удовлетворить любой бизнес.

Стоит отметить, что в связи с мировым экономическим кризисом, вызванным неблагоприятной эпидемиологической обстановкой, ПАО «Сбербанк» стал проводить программу реструктуризации ранее выданного кредита малому и среднему бизнесу, которая подразумевает под собой уменьшение платежа или отсрочку погашения действующего кредита [9]. Всего в 2020 г. одобрено 63 910 заявок на сумму 335,99 млрд р. Также ПАО «Сбербанк» принял участие в государственной программе, которая основывается на выдаче кредита под 0 % для выплаты заработной платы сотрудникам. Всего одобрено 21 688 заявок на сумму 32 308 млн р. [10].

В целом в 2020 году Правительство РФ совместно с Банком России разработали целый ряд мер по поддержке субъектов малого и среднего предпринимательства в условиях пандемии COVID-19 [11]. Данные меры призваны не только помочь малому и среднему бизнесу «остаться на плаву», но и обеспечить ряд социальных гарантий. При этом следует отметить, что государственная поддержка сегодня представляется ключевым механизмом для решения не только проблем кредитования субъектов МСП, но и их дальнейшего функционирования, так как, согласно посланию Президента РФ, доля малого предпринимательства в ВВП к 2025 г. должна составить 40 %, а численность занятых возрасти до 25 млн человек.

Список литературы

1. Кудряшов, В. С. Анализ практики регулирования субъектов малого и среднего предпринимательства в РФ и формирование рекомендаций по реализации программы развития предпринимательства в Санкт-Петербурге / В. С. Кудряшов, Л. В. Моржина // Экономика и управление: вчера, сегодня, завтра. – 2016. – № 7. – С. 81 – 87.
2. Осипов, М. А. Состояние и эффективность института развития малого предпринимательства в России / М. А. Осипов // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 10-13. – С. 2916 – 2920.
3. Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства. – Текст : электронный // Федеральная налоговая служба : офиц. сайт. – URL : <https://ofd.nalog.ru/?t=1612437074674> (дата обращения: 04.02.2021).
4. Якупова, Ю. Прогноз кредитования малого и среднего бизнеса в России на 2020 год: рекорды позади. – Текст : электронный / Ю. Якупова, Е. Михлина, А. Сараев // Raexpert.ru. – URL : https://raexpert.ru/researches/banks/msb_2019/ (дата обращения: 04.02.2021).
5. Официальный сайт Банка России. – URL : <https://cbr.ru> (дата обращения: 04.02.2021).
6. Корпорация МСП. – URL : <https://corpmsp.ru/> (дата обращения: 04.02.2021).
7. Кредитование субъектов малого и среднего предпринимательства : стат. бюллетень. – Текст : электронный // Центральный банк Российской Федерации. – Москва, 2020. – № 3. – 11 с. – URL : https://cbr.ru/Collection/Collection/File/29366/stat_bulletin_lending_2006-03.pdf (дата обращения: 04.02.2021).
8. Кредитные продукты ПАО «Сбербанк» для субъектов МСП // Сбербанк : офиц. сайт. – URL : https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/credits (дата обращения: 04.02.2021).
9. Мониторинг оказания поддержки субъектам МСП. – Текст : электронный // Корпорация МСП. – URL: https://corpmsp.ru/about/deyatelnost/monitoring-okazaniya-podderzhki-subektam-msp/rezultati_issledovaniya (дата обращения: 04.02.2021).
10. Кредитная поддержка малого бизнеса. – Текст : электронный // Сбербанк : офиц. сайт. – URL : https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/credits/restr (дата обращения: 04.02.2021).
11. Меры поддержки бизнеса. – Текст : электронный // Стопкоронавирус.рф : офиц. интернет-ресурс для информирования населения по вопросам коронавируса (COVID-19). – URL : <https://стопкоронавирус.рф/what-to-do/business/> (дата обращения: 04.02.2021).

References

1. Kudryashov V.S., Morzhina L.V. [Analysis of the practice of regulation of small and medium-sized businesses in the Russian Federation and the formation of recommendations for the implementation of the entrepreneurship development program in St. Petersburg], *Ekonomika i upravleniye: vchera, segodnya, zavtra* [Economics and management: yesterday, today, tomorrow], 2016, no. 7, pp. 81-87. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Osipov M.A. [The state and efficiency of the institution of development of small business in Russia], *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research], 2018, no. 10-13, pp. 2916-2920. (In Russ., abstract in Eng.)
3. <https://ofd.nalog.ru/?t=1612437074674> (accessed 04 February 2021).
4. https://raexpert.ru/researches/banks/msb_2019/ (accessed 04 February 2021).
5. <https://cbr.ru> (accessed 04 February 2021).

6. <https://corpmsp.ru/> (accessed 04 February 2021).
 7. https://cbr.ru/Collection/Collection/File/29366/stat_bulletin_lending_2006-03.pdf (accessed 04 February 2021).
 8. https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/credits (accessed 04 February 2021).
 9. https://corpmsp.ru/about/deyatelnost/monitoring-okazaniya-podderzhki-subektam-msp/rezultati_issledovaniya (accessed 04 February 2021).
 10. https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/credits/restr (accessed 04 February 2021).
 11. <https://стопкоронавирус.рф/what-to-do/business/> (accessed 04 February 2021).
-

Problems of Lending to Small and Medium-Sized Businesses during the COVID-19 Pandemic

V. I. Menshchikova

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: government support; credit products; credit risks; lending; small and medium businesses; pandemic; COVID-19.

Abstract: The article examines the problems of lending to small and medium-sized businesses, aggravated by the COVID-19 pandemic. The research methodology is based on general scientific methods of cognition, methods of comparative analysis, as well as such methodological tools as: analytical introspection, theoretical knowledge, statistical analysis. It is concluded that in recent years, due to the increase in the volume of loans issued to small and medium-sized businesses, there is a decrease in interest rates on loans issued to them, but at the same time there was a decrease in the number of small and medium-sized businesses. It was determined that due to the growth of lending activity of small enterprises, not only the total volume of loans issued, but also the amount of overdue debts increased. It was revealed that the coronavirus pandemic has exacerbated the existing lending problems for small and medium-sized businesses. It is concluded that state support today seems to be a key mechanism for solving not only the problems of lending to small and medium-sized businesses, but also their further functioning.

© В. И. Меньщикова, 2021

ФИНАНСОВАЯ ОСНОВА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ ЮЖНАЯ ОСЕТИЯ

К. Н. Савин, А. Г. Шеломенцев, В. В. Джабиев

*Ассоциация «ЖКХ-68», г. Тамбов, Россия;
ФГБУН «Институт экономики Уральского отделения РАН»,
г. Екатеринбург, Россия;
ГБНУ «Юго-Осетинский научно-исследовательский
институт им. З. Н. Ванеева при Президенте РЮО»,
г. Цхинвал, Республика Южная Осетия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор С. П. Спиридонов

Ключевые слова: бюджет; здравоохранение; образование; органы управления; Республика Южная Осетия; финансовая помощь; экономика.

Аннотация: Рассмотрены особенности формирования доходной части государственного бюджета Республики Южная Осетия. Раскрыты основные статьи расходов республики, находящейся в сложной экономической ситуации, как частично признанного государства мировым сообществом. Выявлены тенденции и проблемы в развитии экономики Республики Южная Осетия. Предложены институциональные резервы, способствующие увеличению собственных доходов молодого государства, а также механизмы и инструменты для создания благоприятного инвестиционного климата с учетом географического положения и численности населения.

Введение

В настоящее время в мире существуют государства, которые не признаны или частично признаны другими странами – членами Организации Объединенных Наций. Феномен непризнанных государств (квазигосу-

Савин Константин Николаевич – доктор экономических наук, доктор технических наук, президент, Ассоциация «ЖКХ-68», г. Тамбов, Россия; Шеломенцев Андрей Геннадьевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий отделом социально-экономических систем, ФГБУН «Институт экономики Уральского отделения РАН», г. Екатеринбург, Россия; Джабиев Вячеслав Владимирович – научный сотрудник ГБНУ «Юго-Осетинский научно-исследовательский институт им. З. Н. Ванеева при Президенте РЮО», e-mail: ir_les@mail.ru, г. Цхинвал, Республика Южная Осетия.

дарств), эфемерных государств, государств-неудачников начинает свой отсчет с момента создания ООН. Таких стран всего тринадцать, при этом шесть из них находятся на территории постсоветского пространства. У каждой из этих стран своя история создания вследствие распада СССР, последующих войн за независимость и существования в условиях экономической и политической изоляции. Всех их объединяет наличие взаимопротиворечащих политических принципов территориальной целостности и прав на самоопределение части населения, проживающего на их территории.

Одним из таких государств является Республика Южная Осетия (РЮО), которая до распада СССР имела статус автономной области в составе Грузинской ССР, отличалась собственным языком и по национально-этническим и культурным признакам была связана с Северной Осетией, которая входила в состав РСФСР, имея статус автономной республики СССР. В настоящее время РЮО находится в сложной экономико-политической ситуации и, по определению ООН, является карликовым государством, занимая 219 место среди 245 стран по численности населения. При этом она обладает практически всеми признаками самостоятельного государства: имеет основные атрибуты и институты государственности, включая флаг, герб, национальные праздники и т.п.; ее территория определена установленными границами; на проживающее на этой территории население распространяется исполнительная, законодательная и судебная власть; существуют обязательные налоговые сборы, для содержания армии, полиции, государственного аппарата и реализации государственных программ в области образования, здравоохранения, культуры и спорта.

Республика Южная Осетия расположена в самом центре Кавказа. Большую часть территории республики занимают горы – отроги Главного Кавказского хребта. Наибольшая протяженность ее с севера на юг – 79 км, с запада на восток – 88 км. Площадь составляет 3 900 кв. км. Последняя перепись населения проведена в соответствии с Законом РЮО «О переписи населения» от 11 февраля 2009 года № 114 и Распоряжением Правительства Республики Южная Осетия от 22 августа 2014 года № 157 «Об организации Всеобщей переписи населения РЮО в 2015 году»¹. Согласно результатам на тот момент в РЮО проживало 53,5 тыс. чел, в том числе 25,7 тыс. мужчин и 27,8 тыс. женщин. На 01.01.2019 г. по данным официальной статистики население республики составляет 58,7 тыс. чел., в том числе 28,7 % – городское население и 41,3 % – сельское [1]. На территории РЮО находятся всего два города, включая столицу (г. Цхинвал), и три поселка, остальные населенные пункты относятся к сельским поселениям.

В мире пока не выработаны правила международной архитектуры существования непризнанных государств, включая экономические, юридические и политические механизмы их взаимодействия с другими странами, поэтому ключевым фактором стабильности развития РЮО является

¹ Итоги всеобщей переписи населения Республики Южная Осетия / Управление государственной статистики. – Цхинвал, 2016. – 452 с.

Российская Федерация, которая оказывает существенную экономическую помощь, а присутствие миротворческого контингента, получившего правовую основу вслед за военной агрессией в 2008 году со стороны Грузии против Южной Осетии (после чего был подписан договор о сотрудничестве и интеграции), обеспечивает безопасность проживающего на территории республики населения. В настоящее время в литературе традиционно рассматриваются два сценария дальнейшего развития событий: первый («крымский») – предполагает присоединение РЮО к России через проведение референдума; второй – «замораживание» существующей ситуации на неопределенный срок, пока не создадутся благоприятные социально-политические и экономико-правовые условия мирного разрешения сложной ситуации. Существование данных сценариев дает повод для острых дискуссий политиков, экономистов, юристов, представляющих научные и экспертные сообщества России, Грузии и Южной Осетии.

Независимо от вероятности реализации одного из указанных сценариев, одной из важнейших проблем остается экономическая состоятельность государства, под которой, как правило, понимается платежеспособность и экономическая независимость его как института. В этом отражается эффективность функционирования государства и как самостоятельного субъекта международной политики и права, предполагается институциональная способность государства создавать благоприятные условия для экономической деятельности на его территории, социальную защиту граждан, воспроизводство населения и его трудового потенциала, а также комфортную среду проживания. Не выполнение данных задач, как показывает практика, неизбежно ведет к постепенной деградации государства как института, объединяющего население общими ценностями, целями, приоритетами.

В 2013 году парламентом РЮО принята Стратегия социально-экономического развития Республики Южная Осетия до 2030 года (*далее* – Стратегия), в которой отмечено низкое качество жизни населения, неэффективность сельского хозяйства, слабое развитие малого и среднего предпринимательства, отсутствие инноваций, декалфикация трудовых ресурсов, процесс депопуляции населения. В связи с этим Стратегией в качестве миссии заявлено «содействие устойчивому социально-экономическому развитию Южной Осетии за счет роста конкурентоспособности экономики, активной инвестиционной политики, повышения благосостояния и качества жизни населения», а целью – «превращение Южной Осетии в экономически самодостаточное, конкурентоспособное и инвестиционно привлекательное государство, комфортное для проживания и обеспечивающее высокое качество жизни населения». Однако заявленные цель и задачи носят в основном декларативный характер, так как РЮО не располагает достаточными собственными источниками средств для развития. При этом анализ социально-экономического состояния РЮО и оценка перспектив развития с учетом существующих ресурсов изучены достаточно слабо, что является причиной использования не в полной мере внутренних резервов и, как следствие, низкой инвестиционной привлекательностью молодого государства.

Состояние изученности социально-экономического развития молодых непризнанных государств

Несмотря на появление в начале 1990-х годов на территории бывшего союза непризнанных республик, они долгое время оставались вне официального поля научной дискуссии. Данная тема практически была закрыта, и до начала 2000-х годов можно встретить лишь отдельные публикации, посвященные политическим или военным аспектам их функционирования. С начала 2000-х годов, особенно после военной агрессии Грузии, тематика непризнанных или частично признанных республик приобрела публичный характер вначале с точки зрения военных и политических, а позже и экономических аспектов. С началом военных действий в г. Донбассе, социальные и экономические проблемы развития непризнанных государств почти официально вошли в повестку научных дискуссий [2], чему способствовало поведение научно-образовательного сообщества Донецкой Народной Республики (ДНР) и Луганской Народной Республики (ЛНР) [3].

Основными предметами обсуждений стали социальные последствия военных действий и экономическая политика, связанная с восстановлением разрушенных экономик, а также вероятные их перспективы [4]. Основная волна публикаций, посвященных социальным, экономическим, политическим проблемам, пришлась на 2015 – 2019 гг. [5]. В данный период появляются работы, в которых обобщен опыт и сформулированы проблемы дальнейшего развития Нагорно-Карабахской Республики [6], Приднестровской Молдавской Республики [7 – 10], ДНР [11], ЛНР [12], Республики Абхазия [13]. При этом в ряде исследований представлены попытки обобщения опыта функционирования непризнанных государств в условиях политической и экономической изоляции [14], обоснованы подходы к планированию их развития [15], а также обеспечения их конкурентоспособности [16].

Особое место в исследованиях экономики молодых государств занимает Республика Южная Осетия. Большую часть публикаций, посвященных ее развитию, можно разбить на следующие группы: работы, в которых рассматриваются вопросы государственности и формирования эффективных институтов [17]; проблемы социально-экономической политики, механизмы ее реализации и факторы экономического роста [18], инвестиционная привлекательность региона [19], инновации и технологическое развитие [20], логистический комплекс [21], а также общие вопросы развития национальной экономики.

При этом следует отметить, что большинство отмеченных выше исследований не содержат подробный анализ социально-экономического состояния молодых государств, оценки финансовой обеспеченности, оценки эффективности принимаемых государственными органами власти решений, а потому предлагаемые рекомендации часто носили декларативный характер. Это обуславливалось острым дефицитом информации о реальном состоянии конкретных сфер и секторов экономик республик в силу их информационной закрытости. Аналогично и тема формирования расходов бюджета молодых государств оставалась «в тени», так как, с одной стороны, была связана с масштабной финансовой помощью со стороны России, с другой – незаинтересованностью в прозрачности расхода-

ния средств со стороны государственных органов власти вновь образовавшихся республик. В этом плане Республика Южная Осетия одна из первых молодых государств, которая разработала свою Стратегию и раскрыла бюджет, показав источники его формирования и направления расходования.

Цель работы – оценка платежеспособности Республики Южная Осетия, ее экономической состоятельности и определение перспективных направлений их повышения. Решение данной задачи затруднено тем фактом, что в настоящее время существующая система финансовой и статистической отчетности носит преимущественно фрагментарный характер, то есть, с одной стороны, не в полной мере отражает трудовой, экономический и природный потенциалы и возможности их эффективного использования; с другой – часть экономики составляют «серый» и «теневой» секторы, зачастую не отражающиеся в системе национальной статистики.

Объектами анализа стали состояние, структура и динамика бюджетной сферы РЮО за период 2010 – 2019 гг., включая ее доходы и расходы, а информационной базой – статистические ежегодники РЮО за период 2007 – 2019 гг. Управления государственной статистики Министерства экономического развития РЮО; Стратегия; итоги всеобщей переписи населения РЮО, проведенной в 2015 г., и др.

В процессе выполнения исследования использовались следующие методы: монографический (данные общей характеристики РЮО), экономико-статистический (при проведении анализа экономического состояния, бюджетного процесса, его наполняемости и социальной значимости расходной части, включая инвестиционные программы, а также средства, выделяемые на борьбу с пандемией COVID-19). По ряду вопросов, носящих уникальный и специфический характер, применялся контент-анализ, при котором использовался определенный круг источников информации.

Результаты исследования

Государственный бюджет РЮО является основным финансовым планом формирования и расходования денежных средств для обеспечения функций органов государственной власти. Основным правовым документом, устанавливающим финансовый план сбора, распределения и централизованного использования денежных фондов РЮО, является ежегодно принимаемый Парламентом Закон о государственном бюджете. Институциональная особенность государственного бюджета связана с его консолидацией в единый финансовый институт, при этом бюджеты территорий и муниципальных образований отсутствуют.

Анализ формирования и расходования бюджета РЮО за период 2010 – 2019 гг. позволил выделить следующие особенности его динамики и структуры (выбор 2010 г. в качестве базового обусловлен тем, что 2009 г. был связан с беспрецедентным финансированием восстановления экономики РЮО после военной агрессии со стороны Грузии в августе 2008 г.).

Во-первых, за период 2010 – 2019 гг. *объемы доходов и расходов* частично непризнанного государства выросли соответственно в 2,2 и 2,4 раза, что примерно соответствовало уровню инфляции. Величина дефицита бюджета РЮО в течение анализируемого периода времени носила услов-

ный характер. Так, размер финансовой помощи Российской Федерации составлял от 99 % в 2009 г. и 95 % в 2010 гг. до 80 и 84 % соответственно в 2018 и 2019 гг. без учета финансирования реализации инвестиционных программ республики. Таким образом, в настоящее время бюджет РЮО глубоко дефицитный, при этом республика не может существовать без финансовой помощи извне. Вместе с тем следует отметить наблюдаемый устойчивый тренд постепенного сокращения финансовой помощи независимому государству со стороны России. Все это стимулирует органы власти РЮО искать внутренние источники финансирования, с одной стороны, за счет совершенствования институционального обеспечения экономической деятельности, совершенствования налогового законодательства и его соблюдения, сокращения серого и теневого секторов национальной экономики; с другой – за счет снижения затрат на содержание государственного аппарата и социальных программ, несмотря на непопулярность этих мер.

Во-вторых, динамика доходов бюджета РЮО за период 2010 – 2019 гг. характеризовалась одновременно ростом поступлений от налогов и сборов в 6 раз и ростом размера финансовой помощи РФ в 2 раза. При этом в *структуре доходов* РЮО произошли существенные изменения. Так, если в 2010 г. 99 % составляли финансовая помощь Российской Федерации и 1 % – налоговые доходы, то в 2019 г. финансовая помощь России сократилась до 84,3 %, а налоговые доходы составили 14,4 % (в которых около 60 % приходилось на подоходный налог и налог на прибыль и 17 % – налог на товары, ввозимые на территорию РЮО). Поступления от налогов и сборов выросли более чем в 6 раз.

В-третьих, за анализируемый период имела место следующая *динамика расходов бюджета*. Так, расходы на государственное управление выросли в 5 раз; содержание судебной власти – в 2,5 раза; правоохранительную деятельность и обеспечение безопасности – в 2 раза; образование, науку, молодежную политику, спорт и туризм – в 16 раз; культуру и искусство – в 2,3 раза; дотации сельскому хозяйству – в 25 раз; связь и информацию – в 4,6 раза. Такая динамика отражает одновременно социальные приоритеты развития государства и расширения бюрократического аппарата в лице органов государственного управления. Следует отметить, что, несмотря на значительный рост расходов на сельское хозяйство, их суммы весьма незначительные – порядка 0,5 % в общих расходах бюджета. *Структура расходов* также существенно трансформировалась. Так, за данный период удельный вес расходов на государственное управление вырос в 2 раза (с 7,0 до 14,6 %), на образование, науку, молодежную политику, спорт и туризм – в 8,3 раза (с 2,8 до 23,3 %), здравоохранение и социальную политику – в 5,7 раза (с 4,6 до 14,9 %). При этом снизился удельный вес расходов на правоохранительную деятельность и обеспечение безопасности с 21,4 до 17,4 %.

Следует отметить отсутствие сокращения финансовой зависимости в Стратегии, которая разработана в формате традиционной стратегии субъекта Российской Федерации без учета специфики ее финансового положения и национально-культурных особенностей. Кроме того, РЮО в полной мере не перешла на внедрение государственных программ и проектного управления. Так, в настоящее время приняты следующие основ-

ные программы: Государственная комплексная целевая программа «Духовно-нравственное воспитание подрастающего поколения Республики Южная Осетия» на 2017 – 2019 гг., Государственная программа «Поддержка и развитие малого и среднего предпринимательства в Республике Южная Осетия» на 2019 год. При этом финансирование других направлений осуществляется вне принятых государственных программ, что затрудняет оценку эффективности их реализации.

Парламентом Республики на 2021 г. принят государственный бюджет с доходной частью в размере более 7,7 млрд р., из которых 81,7 % – доля финансовой помощи, предоставляемая РЮО (городу Цхинвал) Российской Федерацией, которая выделяется регулярно с момента признания Россией ее независимости в 2008 г. на основании межгосударственных соглашений. При этом финансовая помощь Южной Осетии со стороны Российской Федерации на предстоящий год продолжится в рамках утвержденных бюджетных ассигнований, однако с общей тенденцией снижения ее доли в общей сумме доходов. Благодаря этому бюджет является условно бездефицитным. Собственные налоговые и неналоговые доходы государственного бюджета прогнозируются в объеме 1 415,0 млн р., что составляет только 18,3 % от всех доходов государства. При этом из общей суммы финансовой помощи России на реализацию инвестиционной программы предусмотрено направить 1 350,0 млн р. Расходы на так называемые «незащищенные» статьи российского госбюджета, к которым относится и Инвестиционная программа содействия социально-экономическому развитию РЮО и Абхазии, снизятся на 10 %. В отношении Инвестиционной программы на 2021 г. эта сумма составит 150 млн р. При этом среди первоочередных задач, над которыми Правительство РЮО продолжит работать в 2021 и последующие годы, названы: снижение уровня безработицы, повышение образовательных и медицинских услуг, укрепление здоровья населения, обеспечение бесперебойного водоснабжения города Цхинвал, повышение уровня обеспеченности населения жильем, улучшение состояния дорожной инфраструктуры, экологической ситуации, обеспечение бесперебойного электроснабжения республики, развитие малого и среднего предпринимательства [22].

На 2021 – 2023 гг. Министерство финансов Российской Федерации заложило в федеральный бюджет примерно по 1,2 млрд р. на помощь Южной Осетии ежегодно. Кроме того, 3,6 млрд р. за три года предлагается потратить на повышение зарплат бюджетников и госслужащих РЮО и увеличить ассигнования на медицинскую страховку неработающим гражданам Российской Федерации в Южной Осетии, получившим российское гражданство за период с 2002 г. (с момента, когда жителям республики начали выдавать паспорта Российской Федерации). В 2021 году за счет бюджета России начнется реализация проекта по прокладке резервной ЛЭП через стратегически важный Рокский тоннель, благодаря которому РЮО будет обеспечена бесперебойным электроснабжением. В 2021 году для помощи республикам Южная Осетия и Абхазия будет зарезервировано до 1,25 млрд р., а в 2022 и 2023 гг. по 1,17 млрд р. Таким образом, в целом объем помощи Республике Южная Осетия из российского бюджета в 2021 – 2023 гг. может составить порядка 8–9 млрд р. ежегодно [23].

В качестве основного программно-целевого механизма решения задач социально-экономического развития республики, исходя из возможностей бюджета, Министерством экономического развития РЮО предложен План социально-экономического развития Южной Осетии на 2021 г., в рамках которого предполагаются реализация общественно значимых капиталоемких проектов, преимущественно направленных на развитие социальной, инженерной, дорожной инфраструктур, снижение диспропорций в социальном развитии районов, повышение предпринимательской активности, создание условий для улучшения экологии, демографии и других социально значимых направлений. Следует отметить, что Стратегия предусматривает решение ряда экономических и социальных проблем, в том числе развитие малого и среднего предпринимательства. Развитие малого бизнеса в РЮО способствует росту уровня жизни населения, насыщению рынка товарами и услугами, увеличению численности занятых в данном секторе экономики, повышению налоговых поступлений в государственный бюджет. В связи с этим поддержка малого предпринимательства рассматривается в Стратегии как одно из приоритетных направлений развития республики. Для решения комплекса задач, определенных Стратегией по всем направлениям социально-экономического развития РЮО, важными условиями являются наличие развитой финансово-кредитной системы, капитализация Национального банка РЮО, организация филиалов российских банков на территории РЮО и других финансовых структур. Таким образом, практическая реализация Стратегии в промышленности, сельском хозяйстве, в сфере малого и среднего предпринимательства, строительстве и финансовой сфере должна привести к всестороннему развитию экономики, что и обеспечит стабильный экономический рост [24].

Заключение

Республика Южная Осетия – государство, обладающее значительным интеллектуальным, человеческим, природным и сырьевым потенциалами. Сложные геополитические и экономические обстоятельства последних десятилетий привели к тому, что экономика и социальная сфера РЮО доведены до кризисного состояния. Поэтому для достижения стратегической цели социально-экономического развития республики предполагается выделить ряд ключевых стратегических целей, определяемых ресурсным потенциалом региона, способным обеспечивать устойчивое развитие Южной Осетии в будущем [18].

В целях повышения эффективности деятельности государственных органов и финансирования расходов необходим полный переход системы управления РЮО на государственные программы, которые бы охватывали всю деятельность органов исполнительной власти. Оценка их эффективности должна осуществляться на постоянной основе в виде мониторинга на основе специально разрабатываемого методического обеспечения.

В долгосрочном периоде важнейшей финансовой задачей должно стать повышение финансовой независимости РЮО от финансовой зависимости других стран за счет восстановления экономики, активизации экономической деятельности, включая малое и среднее предпринимательство, а также сокращения теневой экономики за счет легализации бизнеса. Последнее требует совершенствования нормативной и правовой базы

во всех сферах экономической деятельности, включая оборот недвижимости, торговлю, производство, природопользование и т.п. Комплексная реализация мероприятий в промышленности, сельском хозяйстве, сфере малого и среднего предпринимательства, строительстве и финансовой сфере приведет к всестороннему развитию экономики и обеспечит стабильный экономический рост.

Кроме того, важным элементом системы финансирования бюджетных расходов является информационная прозрачность и участие в обсуждении принимаемых нормативно-правовых актов местного населения. Его участие, с одной стороны, позволит повысить обоснованность принимаемых решений, с другой – разделить ответственность за результаты принимаемых решений, что особенно важно, когда они затрагивают интересы населения или предпринимательства. На практике данный механизм представляется в виде оценки регулирующего воздействия и в настоящее время внедрен в работе органов исполнительной власти многих бывших республик СССР.

Стратегическое планирование, реализация механизмов привлечения инвестиций, выравнивание государственного бюджета РЮО за счет собственных поступлений, переход на программно-целевое управление экономикой и расширение сотрудничества с регионами Российской Федерации, в том числе в области образования и науки, должны стать важнейшими инструментами вывода РЮО из депрессивного состояния, используя при этом в полном объеме свои преимущества и ранее неиспользованные возможности. Решение данных задач позволит сделать Республику Южная Осетия привлекательной для населения, бизнеса и внешних инвесторов.

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ «Факторы и механизмы саморазвития молодого государства в условиях экономической изоляции (на примере Республики Южная Осетия)», проект № 20-514-07001.

Список литературы

1. Статистический сборник за 2012 – 2019 гг. / Управление государственной статистики Республики Южная Осетия. – Цхинвал, 2019. – С. 15.
2. Большаков, А. Г. Фактор сопредельных территорий для непризнанных государств европейской периферии (на примере Нагорного Карабаха) / А. Г. Большаков // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Социология. Политология. – 2008. – Т. 8, № 1. – С. 129 – 134.
3. Экономики непризнанных республик: проблемы функционирования и перспективы развития // Сб. тр. I Междунар. науч.-практ. конф. / ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет». – Ростов н/Д : Южный федеральный университет, 2015. – 228 с.
4. Онопко, О. В. Внешняя политика непризнанных и частично признанных государств постсоветского пространства: институциональные основания / О. В. Онопко, В. В. Загородний // Ученые записки Крымского федер. ун-та имени В. И. Вернадского. Философия. Политология. Культурология. – 2018. – Т. 4 (70), № 2. – С. 81 – 93.

5. Карякин, В. В. Геополитическая регионалистика : монография / В. В. Карякин. – М. : АНО ЦЭМИ, Архонт, 2018. – 223 с.
6. Арутюнян, В. С. Внутренние и внешние ресурсы де-факто государственности нагорного Карабаха / В. С. Арутюнян, А. В. Девятков, И. Ю. Мостовских // Вестн. Челябинского гос. ун-та. – 2013. – № 36 (327). – С. 80 – 85.
7. Сергеев, А. Л. Приднестровье сегодня: проблемы и перспективы жизнедеятельности / А. Л. Сергеев. – М. : Российский институт стратегических исследований, 2015. – 112 с.
8. Прудникова, А. А. Днестровские перепутья. К перспективам дальнейшего развития Приднестровской Молдавской Республики / А. А. Прудникова, А. А. Прудников // Вопросы политологии. – 2017. – № 1 (25). – С. 177 – 187.
9. Новикова, О. Н. Приднестровье: автономия или независимость (обзор) / О. Н. Новикова // Актуальные проблемы Европы. – 2009. – № 3. – С. 125 – 148.
10. Девятков, А. В. Перспективы урегулирования приднестровского конфликта / А. В. Девятков // Вестн. Евразии. – 2006. – № 2. – С. 134 – 153.
11. Бабкин, Д. А. Актуальные направления обеспечения социально-экономической безопасности Донецкой Народной Республики / Д. А. Бабкин // Менеджер. – 2018. – № 1 (83). – С. 128 – 132.
12. Кислая, Т. Н. Механизм формирования стратегии саморазвития непризнанной республики / Т. Н. Кислая, О. А. Голубцова // Вестн. факультета управления СПбГЭУ. – 2017. – № 2. – С. 30 – 39.
13. Мансуров, Т. З. Интеграционные процессы между Россией и Абхазией: особенности и противоречия развития / Т. З. Мансуров // Локус: люди, общество, культуры, смыслы. – 2018. – № 2. – С. 125 – 137.
14. Ляшенко, В. И. «Новая разумная индустриализация» промышленных городов / В. И. Ляшенко, Е. В. Котов // Экономический вестник Донбасса. – 2016. – № 3 (45). – С. 78 – 89.
15. Гриневская, С. Н. Модели стратегического планирования на территориях с неопределенным государственным статусом / С. Н. Гриневская // Вестн. Кемеровского гос. ун-та. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2018. – № 1. – С. 74 – 79. doi: 10.21603/2500-3372-2018-1-74-79
16. Полшков, Ю. Н. Фондовый рынок региона с особым статусом: институты, механизмы развития, инвестиционные модели / Ю. Н. Полшков // Конкурентоспособность национальных экономик и регионов в контексте глобальных вызовов мировой экономики : монография / Под. ред. Т. В. Ворониной ; Южный Федер. ун-т. – Ростов н/Д : Изд-во Южного Федер. ун-та, 2016. – С. 255 – 259. – 346 с.
17. Особенности формирования института государственных услуг республики Южная Осетия / М. Г. Багиева, В. В. Джабиев, И. К. Джиеова [и др.] // Вестн. Владикавказского науч. центра. – 2011. – Т. 11, № 4. – С. 64 – 67.
18. Джабиев, В. В. Экономика Республики Южная Осетия / В. В. Джабиев. – Цхинвал : Глобус, 2016. – 292 с.
19. Дзакоев, З. Л. Оценка регулирующего воздействия реализации инвестиционных проектов в Республике Южная Осетия / З. Л. Дзакоев, В. В. Джабиев, Ж. Г. Кочиева // Вестн. Северо-Осетинского гос. ун-та имени К. Л. Хетагурова. – 2013. – № 1. – С. 218 – 222.
20. Цогоев, В. Г. Элементный состав и характеристики состояния экономического механизма технологических инноваций региона / В. Г. Цогоев, З. Л. Дзакоев, А. К. Урусова // Изв. Московского гос. техн. ун-та МАМИ. – 2013. – Т. 5, № 1 (15). – С. 11 – 17.
21. Цогоев, В. Г. Межрегиональный мультимодальный логистический комплекс: к вопросу о составе и структуре / В. Г. Цогоев, З. Л. Дзакоев, Н. З. Дзакоева // Изв. Московского гос. техн. ун-та МАМИ. – 2014. – Т. 5, № 1 (19). – С. 52 – 54.

22. Плиев, С. М. Особенности формирования национальной государственности Южной Осетии : дис. ... канд. полит. наук : 23.00.02 / Плиев Сослан Муратович. – М., 2014. – 154 с.

23. Джиоева, И. К. Необходимость совершенствования государственного управления Республики Южная Осетия в период развития трансформационной экономики / И. К. Джиоева // Вестн. Волжского ун-та им. В. Н. Татищева. – 2013. – № 1 (27). – С. 35 – 44.

24. Гацалова, Л. Б. Совершенствование механизма реализации социально-экономической политики в условиях приграничных и трансграничных территорий. – Текст : электронный / Л. Б. Гацалова, Т. Э. Кусов, Л. К. Парсиева // Современные проблемы науки и образования : электрон. журнал. – 2014. – № 4. – 8 с. – URL : https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22285680_70263802.pdf (дата обращения: 13.01.2021).

References

1. *Statisticheskiiy sbornik za 2012 – 2019 gg.* [Statistical Book for 2012 - 2019], Tskhinval, 2019, p. 15. (In Russ.)

2. Bol'shakov A.G. [Factor of contiguous territories for unrecognized states of the European periphery (on the example of Nagorno-Karabakh)], *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Sotsiologiya. Politologiya* [Izvestiya Saratov University. New episode. Sociology series. Political science], 2008, vol. 8, no. 1, pp. 129-134. (In Russ.)

3. *Ekonomiki nepriznannykh respublik: problemy funktsionirovaniya i perspektivy razvitiya* [The economies of the unrecognized republics: problems of functioning and development prospects], Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference, Rostov n/D: Yuzhnyy federal'nyy universitet, 2015, 228 p. (In Russ.)

4. Onopko O.V., Zagorodnyy V.V. [Foreign policy of unrecognized and partially recognized states of the post-Soviet space: institutional foundations], *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Filosofiya. Politologiya. Kul'turologiya* [Scientific notes of the VI Vernadsky Crimean Federal University. Philosophy. Political science. Culturology], 2018, vol. 4 (70), no. 2, pp. 81-93. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Karyakin V.V. *Geopoliticheskaya regionalistika: monografiya* [Geopolitical regionalistics: monograph], Moscow: ANO TSEMI, Arkhont, 2018, 223 p. (In Russ.)

6. Arutyunyan V.S., Devyatkov A.V., Mostovskikh I.Yu. [Internal and external resources of the de facto statehood of Nagorno-Karabakh], *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Chelyabinsk State University], 2013, no. 36 (327), pp. 80-85. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Sergeyev A.L. *Pridnestrov'ye segodnya: problemy i perspektivy zhiznedeyatel'nosti* [Pridnestrovie today: problems and prospects of life], Moscow: Rossiyskiy institut strategicheskikh issledovaniy, 2015, 112 p. (In Russ.)

8. Prudnikova A.A., Prudnikov A.A. [The Dniester Crossroads. To the prospects for further development of the Pridnestrovian Moldavian Republic], *Voprosy politologii* [Questions of political science], 2017, no. 1 (25), pp. 177-187. (In Russ.)

9. Novikova O.N. [Transnistria: autonomy or independence (review)], *Aktual'nyye problemy Yevropy* [Actual problems of Europe], 2009, no. 3, pp. 125-148. (In Russ.)

10. Devyatkov A.V. [Prospects for the settlement of the Transnistrian conflict], *Vestnik Yevrazii* [Bulletin of Eurasia], 2006, no. 2, pp. 134-153. (In Russ.)

11. Babkin D.A. [Actual directions of ensuring the social and economic security of the Donetsk People's Republic], *Menedzher* [Manager], 2018, no. 1 (83), pp. 128-132. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Kislaya T.N., Golubtsova O.A. [Mechanism of formation of the strategy of self-development of an unrecognized republic], *Vestnik fakul'teta upravleniya SPbGEU* [Bulletin of the Faculty of Management of St. Petersburg State University of Economics], 2017, no. 2, pp. 30-39. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Mansurov T.Z. [Integration processes between Russia and Abkhazia: features and contradictions of development], *Lokus: lyudi, obshchestvo, kul'tury, smysly* [Locus: people, society, cultures, meanings], 2018, no. 2, pp. 125-137. (In Russ., abstract in Eng.)
14. Lyashenko V.I., Kotov Ye.V. ["New intelligent industrialization" of industrial cities], *Ekonomicheskij vestnik Donbassa* [Economic Bulletin of Donbass], 2016, no. 3 (45), pp. 78-89. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Grinevskaya S.N. [Models of strategic planning in territories with an uncertain state status], *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskije, sotsiologicheskiye i ekonomicheskije nauki* [Bulletin of the Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences], 2018, no. 1, pp. 74-79, doi: 10.21603/2500-3372-2018-1-74-79 (In Russ.)
16. Polshkov Yu.N., Voronina T.V. [Ed.] *Konkurentosposobnost' natsional'nykh ekonomik i regionov v kontekste global'nykh vyzovov mirovoy ekonomiki: monografiya* [Competitiveness of national economies and regions in the context of global challenges of the world economy: monograph], Rostov n/D: Izdatel'stvo Yuzhnogo Federal'nogo universiteta, 2016, pp. 255-259, 346 p. (In Russ.)
17. Bagiyeva M.G., Dzhabiyev V.V., Dzhioyeva I.K., Dzakoyev Z.L., Kulova M.R., Tsoriyeva A.T. [Features of the formation of the institution of public services in the Republic of South Ossetia], *Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra* [Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center], 2011, vol. 11, no. 4, pp. 64-67. (In Russ.)
18. Dzhabiyev V.V. *Ekonomika Respubliki Yuzhnaya Osetiya* [Economy of the Republic of South Ossetia], Tskhinval: Globus, 2016, 292 p. (In Russ.)
19. Dzakoyev Z.L., Dzhabiyev V.V., Kochiyeva Zh.G. [Assessment of the regulatory impact of the implementation of investment projects in the Republic of South Ossetia], *Vestnik Severo-Osetinskogo gosudarstvennogo universiteta imeni K. L. Khetagurova* [Bulletin of the North Ossetian State University named after K. L. Khetagurova], 2013, no. 1, pp. 218-222. (In Russ., abstract in Eng.)
20. Tsogoyev V.G., Dzakoyev Z.L., Urusova A.K. [Elemental composition and characteristics of the state of the economic mechanism of technological innovations in the region], *Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI* [Bulletin of the Moscow State Technical University MAMI], 2013, vol. 5, no. 1 (15), pp. 11-17. (In Russ., abstract in Eng.)
21. Tsogoyev V.G., Dzakoyev Z.L., Dzakoyeva N.Z. [Interregional multimodal logistics complex: to the question of composition and structure], *Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI* [Bulletin of the Moscow State Technical University MAMI], 2014, vol. 5, no. 1 (19), pp. 52-54. (In Russ., abstract in Eng.)
22. Pliyev S.M. *PhD Dissertation (Political)*, Moscow, 2014, 154 p. (In Russ.)
23. Dzhioyeva I.K. [The need to improve public administration in the Republic of South Ossetia during the development of a transformational economy], *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V. N. Tatishcheva* [Bulletin of the Volga University named after V. N. Tatishcheva], 2013, no. 1 (27), pp. 35-44. (In Russ., abstract in Eng.)
24. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22285680_70263802.pdf (accessed 13 January 2021).

The Financial Basis of Economic Stability of the Republic of South Ossetia

K. N. Savin, A. G. Shelomentsev, V. V. Dzhabiev

*Association "Housing and Communal Services-68", Tambov, Russia;
"Institute of Economics of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences", Yekaterinburg, Russia;
Z. N. Vaneev South Ossetian Research Institute
under the President of the RSO, Tskhinvali, Republic of South Ossetia*

Keywords: budget; healthcare; education; governing bodies; Republic of South Ossetia; financial aid; economy.

Abstract: The features of the formation of the revenue side of the state budget of the Republic of South Ossetia are considered. The main items of expenditure of the republic, which is in a difficult economic situation, as a partially recognized state by the world community, have been revealed. The trends and problems in the development of the economy of the Republic of South Ossetia are revealed. Institutional reserves are proposed that contribute to an increase in the own income of a young state, as well as mechanisms and tools for creating a favorable investment climate, taking into account the geographical location and population.

© К. Н. Савин, А. Г. Шеломенцев, В. В. Джабиев, 2021

НОВЫЕ ПРИОРИТЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В ЖИЛИЩНОЙ СФЕРЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. П. Спиридонов, О. П. Штанько

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р экон. наук, профессор Р. Р. Толстяков

Ключевые слова: жилищные условия; застройщик; ипотека; качество жизни; коммерческое наемное жилье; социальное наемное жилье; экономический рост.

Аннотация: Проанализирована стратегия развития жилищной сферы Российской Федерации, в которой изложены основные государственные инструменты для повышения доступности жилья. Представлен краткий анализ общего состояния на рынке ипотечного жилья. Проведено сравнение международного и российского рынков коммерческого найма жилья. Предложена идея развития института доходных домов как эффективного инструмента, который позволит среднему классу получить доступное жилье надлежащего качества.

Жилье является базовой потребностью человека, поэтому задача государства заключается в обеспечении граждан доступным и комфортным жильем. С повышением уровня жизни в современном обществе растут и требования, предъявляемые к нему: жить в квартире или доме, который расположен вблизи от места работы, учебы и досуга.

Семья должна иметь возможность улучшать свои жилищные условия разными способами (арендой или покупкой в собственность либо готового жилья, либо на этапе строительства, а также строительством за счет собственных средств), которые наиболее полно отражают ее потребности с учетом жизненного цикла. Государству следует обеспечивать такие условия, при которых права всех граждан и участников рынка защищены, все действующие механизмы прозрачны, обеспечен баланс интересов всех заинтересованных сторон.

Спиридонов Сергей Павлович – доктор экономических наук, профессор, директор Института экономики и качества жизни; Штанько Оксана Павловна – аспирант кафедры «Экономическая безопасность и качество», e-mail: oksana_stanko@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Анализ международного опыта и лучших практик государственного управления показал, что ключевой политической целью жилищной политики большинства стран является обеспечение населения доступным жильем в комфортной городской среде, что соответствует основным целям жилищной политики Российской Федерации.

Высокая рыночная стоимость приобретения жилья в собственность усугубляет проблему повышения уровня обеспеченности населения жильем. Рынок институционального арендного жилья, служащий в развитых странах альтернативным решением жилищного вопроса, отсутствует.

Качество жизни граждан Российской Федерации во многом определяется жильем и состоянием жилой среды. В связи с этим Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации совместно с АО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию» (АИЖК) и центром стратегических разработок подготовили «Стратегию развития жилищной сферы Российской Федерации на период до 2025 года» (далее Стратегия), направленную на улучшение жилищных условий населения путем стимулирования спроса и предложения [1].

В рамках реализации целей Стратегии в части повышения доступности жилья и формирования спроса на рынке основными инструментами должны выступать ипотечное кредитование, арендное жилье и новый сегмент – жилье для социально приоритетных категорий граждан.

Для стимулирования спроса необходимо развитие ипотечного рынка. В развитых странах именно ипотека – основной инструмент для приобретения жилья в собственность, запускающий множество механизмов в экономической машине страны.

Второй инструмент решения жилищного вопроса, служащий альтернативой ипотеке, – арендное жилье. В России должен быть сформирован цивилизованный рынок коммерческой аренды, в том числе институциональной. Его практическое отсутствие на сегодняшний день ограничивает территориальную мобильность населения, что существенно снижает гибкость рынка труда.

Формирование рынка коммерческого найма посредством создания института доходных домов сегодня может стать не только инструментом цивилизованного решения проблемы обеспечения жильем граждан страны, но и позволит среднему классу получить доступное жилье надлежащего качества. Тем самым российский рынок жилья сформируется как трехсегментная структура: жилье в частной собственности, социальное наемное и коммерческое наемное жилье.

Ипотека. На сегодняшний день ипотека – важнейший инструмент решения жилищных проблем граждан. Она позволяет согласовывать интересы населения – в улучшении жилищных условий, банков – в эффективной и прибыльной работе, строительного комплекса – в ритмичной загрузке производства, государства – в устойчивом экономическом росте.

В последние годы в России на рынке ипотечного кредитования наблюдается положительная динамика. Основной вклад в рост выдачи ипотеки в последние месяцы вносит увеличение кредитования на рынке готового жилья – первостепенный фактор – рекордно низкие ставки в рыноч-

ном сегменте и реализация отложенного спроса. Всего за январь – октябрь 2020 года выдано более 1,3 млн кредитов на сумму 3,2...3,3 трлн рублей. По оценкам финансового института развития в жилищной сфере (далее АО «ДОМ.РФ») и крупнейшего российского поставщика рыночной аналитики для банков и финансовых компаний Frank RG, в 2020 году 20 крупнейших банков по объему выданных ипотечных кредитов предоставили 1,7 млн ипотечных кредитов на 4,3 трлн р. Несмотря на трудности в начале года, связанные с пандемией, 2020-й год стал самым успешным за всю историю ипотечного кредитования в России (рис. 1) [2, 3].

Программа льготной ипотеки на новостройки привела к росту запуска новых проектов многоквартирного строительства в России, о чем свидетельствуют данные АО «ДОМ.РФ». В августе – октябре 2020 года темпы выхода новых проектов на рынок существенно превышали показатели прошлого года. В среднем за указанный период запуск новых проектов жилищного строительства вырос на 41 % по отношению к аналогичному периоду предыдущего года, однако весной 2020 г. замедлился из-за строгих ограничительных мер по борьбе с пандемией коронавируса (см. рис. 1). Тем не менее уже в июне (через полтора месяца после начала реализации льготной ипотечной программы) перешел к росту. Льготная ипотека поддерживала спрос на жилье, в результате застройщики смогли уверенно начинать новые проекты строительства.

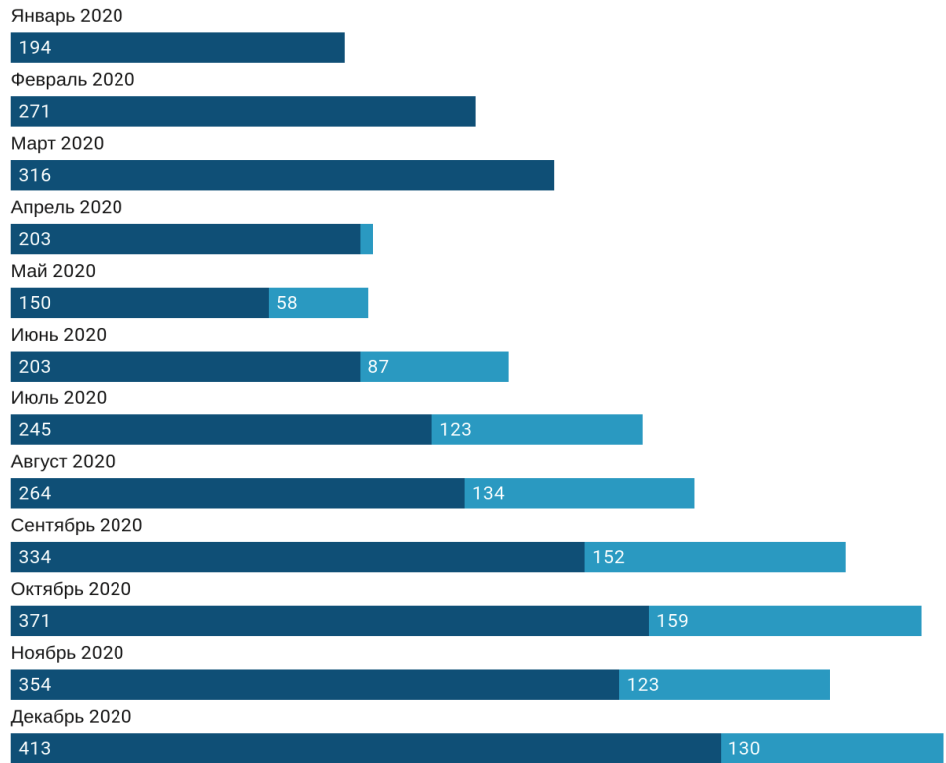


Рис. 1. Объем выданных ипотечных кредитов топ-20 банков, млрд р. [3]:
■ – рыночные ипотечные кредиты; ■ – льготная ипотека

Продление программы до середины 2021 года позволит застройщикам нарастить предложение и создаст задел для будущего роста вводов многоквартирного жилья в стране.

Благодаря уменьшению процентной ставки по ипотечным жилищным кредитам, Тамбовская область нарастила объем ввода многоквартирных жилых домов по итогам девяти месяцев 2020 года до 74 тыс. кв. метров, что на 11,4 % больше, чем в прошлом году (на 106 тыс. кв. м). В 2020 году целевой показатель по вводу жилья в Тамбовской области составил 1,38 млн. кв. м жилья в рамках национального проекта «Жилье и городская среда». Для комплексного жилищного строительства в области ведется вовлечение в оборот земель федеральной собственности. За последние пять лет, в частности, за счет присоединения поселка Малиновка Тамбовского района, площадь областного центра увеличилась более чем на 800 га. По данным администрации региона, в текущем году в регионе выдано свыше 6,2 тыс. ипотечных кредитов на 12,6 млрд р., из них 919 кредитов по ставке 6,5 % и 252 кредита по ставке 2,7 % в сельской местности [4].

Особого внимания требует реализация специальных ипотечных программ для отдельных групп населения, которые, с одной стороны, должны повысить доступность ипотечных жилищных кредитов для таких граждан, а с другой – должны быть реализованы с использованием механизмов, которые не приведут к повышению рисков кредитования таких граждан. При этом приоритетом является использование рыночных механизмов и минимизация бюджетных расходов. Социальная ипотека – жилищный кредит, предусматривающий определенные льготные условия, заключающиеся в более низкой ставке по кредиту или учете субсидий при расчете кредита, интересных условиях приобретения, оплаты жилья, условиях погашения, предполагающих наиболее выгодную и удобную для заемщика схему. Социальная ипотека подразумевает несколько механизмов, которые можно комбинировать между собой в зависимости от конкретных потребностей заемщика. В декабре 2014 года АО «АИЖК» по Тамбовской области утвердило единый социальный стандарт ипотечного жилищного кредитования социально приоритетных категорий населения. Основное его назначение – зафиксировать лучшую практику социальных ипотечных продуктов, наработанную АИЖК за все время.

Коммерческое арендное жилье – инструмент как краткосрочного, так и долгосрочного решения жилищного вопроса. Рынок аренды во многих развитых странах является альтернативой приобретению жилья в собственность, позволяющий более гибко подходить к решению жилищного вопроса. Именно институциональная аренда лежит в основе рынков аренды в развитых странах и крупнейших городах.

Формирование цивилизованного рынка аренды – одна из главных целей стратегии государства. Это позволит гражданам решать широкий спектр задач, как временных, так и более долгосрочных, в ситуациях, где ипотека будет не очень удачным выбором. Социально приоритетным категориям граждан предоставление жилья возможно на условиях некоммерческого найма. Мировая практика показывает, что это один из самых эффективных инструментов, доступных государству, для обеспечения базовой потребности всех своих граждан – потребности в жилье.

Развитие рынка арендного жилья позволяет повысить уровень обеспеченности жильем различных групп населения. Доступность и прозрачность процедуры найма жилья, как на краткосрочный, так и на долгосрочный период, способствуют повышению территориальной мобильности населения, что также стимулирует обеспечение занятости населения и развитие новых территорий.

Международный опыт свидетельствует о том, что арендное жилье является важным элементом жилищного рынка и позволяет удовлетворять жилищные потребности на определенных стадиях жизненного цикла (например, для молодых семей, специалистов, семей, не имеющих достаточного объема средств для выплаты первоначального взноса, и пр.).

В России доля рыночного арендного фонда не превышает 7–8 % (рис. 2). В то же время в Германии доля арендного жилья в жилищном фонде превышает 50 %, в США и Великобритании – 35 %, а в крупных городах – еще выше, например, в Нью-Йорке – 70 %, в Берлине, по различным оценкам, – до 85 % [1].

Такая тенденция объясняется большой стоимостью жилья в крупных городах. Именно в них сосредоточено большинство крупных работодателей, которые являются точками притяжения кадрового потенциала со всех регионов страны. Там стремятся работать молодые специалисты, не имеющие средств на покупку жилья даже с помощью ипотеки. Наилучшим выходом для них является аренда, которая дает ряд дополнительных преимуществ: повышение мобильности (например, выбор новой локации при смене работы), возможность быстрой смены жилья при изменении уровня доходов или семейного положения.

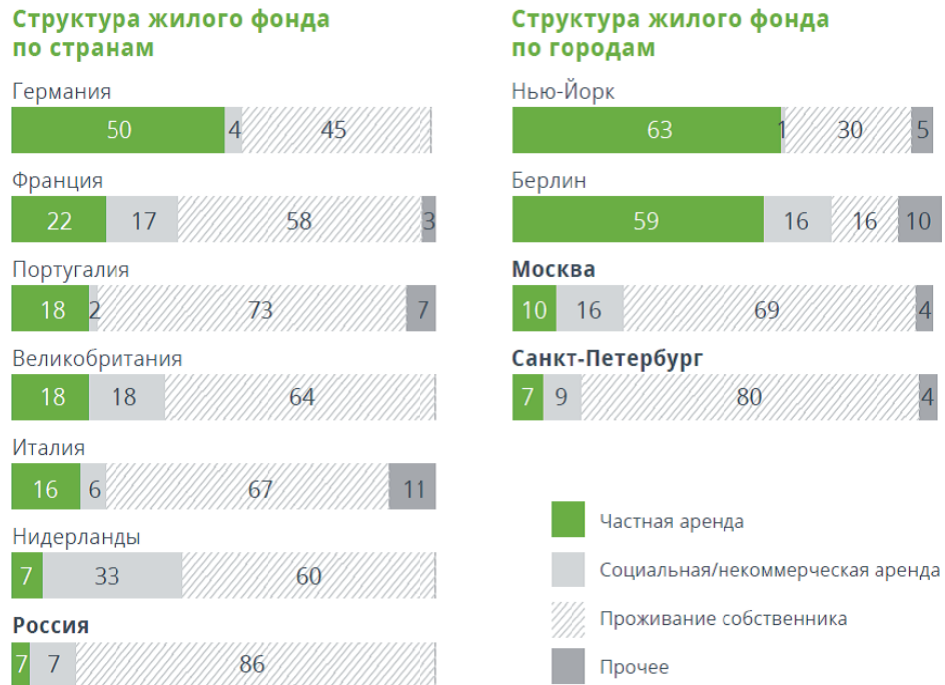


Рис. 2. Международные сравнения: структура собственности на жилье [1]

Рынок цивилизованного арендного жилья в стране практически не развит и сдерживается большими сроками окупаемости проектов строительства и его недостаточной привлекательностью для инвесторов. Строительство и владение арендным жильем для юридических лиц невыгодно. В части налогового регулирования арендное жилье дискриминировано по сравнению с жильем в собственности. В то же время спрос на новый цивилизованный формат арендного жилья сформирован: 6,9 млн семей потенциально готовы рассмотреть наемное жилье, в том числе 4,7 млн – как долгосрочное решение жилищного вопроса [1].

Особое внимание должно уделяться созданию нового формата арендного жилья в крупных городах. В мировой практике сформировались стандартные метрики сравнения привлекательности арендного жилья и жилья в собственности. С учетом текущего низкого уровня арендных ставок арендовать жилье может быть значительно выгоднее, чем покупать. При этом существующее качество арендного фонда, даже в крупнейших городах, находится на недостаточном уровне. Практически отсутствуют институциональные формы арендного жилья – то, что еще в досоветский период носило имя доходного дома.

Согласно международному опыту, выделяют два основных направления институционального арендного жилья:

- коммерческую аренду в крупных городах, где сосредоточена деловая активность и идет активное создание новых рабочих мест;
- корпоративную аренду для сотрудников крупных предприятий, расположенных вне крупных городов, желающих привлечь лучших специалистов.

В коммерческих арендных проектах обязательно наличие в жилых комплексах всей необходимой инфраструктуры для комфортной жизни и удобного расположения в местах сосредоточения деловой и социальной активности. Между собой арендные дома конкурируют, помимо ставки аренды, набором услуг и сервисов, регулярно изучая предпочтения арендаторов для формирования оптимальной инфраструктуры.

Для развития институционального арендного жилья АИЖК запустит пилотные проекты, как коммерческие в крупных городах, так и проекты корпоративной аренды. На основе полученного опыта будут составлены рекомендации по проектам арендного жилья для других инвесторов, которые планируют приходить в данный сегмент рынка. Также намечена реализация проектов с использованием механизмов коллективных инвестиций.

Некоммерческое арендное жилье – инструмент поддержки социально-приоритетных категорий граждан.

В качестве инструмента повышения спроса на рынке жилья необходимо рассмотреть механизм предоставления социального жилья в наем. Данный инструмент практически отсутствует на современном рынке аренды. Его заменяет предоставление жилья социально приоритетным категориям в собственность. Одновременно у регионов и муниципалитетов отсутствуют стимулы и бюджеты для формирования и использования арендного социального жилья.

В целях поддержания достойного качества проживания для малоимущих граждан, содействия гражданам с доходами, недостаточными для покупки жилья эконом-класса, помощи переселенцам и трудовым мигрантам в регионах и на местах необходимо стимулировать:

- увеличение объемов качественного жилья для срочного социального найма;
- строительство и вовлечение в наем жилья для сдачи его в наем гражданам определенных категорий по регулируемым ставкам арендной платы;
- легализацию рынка наемного жилья, строительство доходных домов и формирование объединений наймодателей.

В настоящее время обеспечение жильем некоторых категорий граждан, претендующих на государственную поддержку в жилищной сфере, реализуется посредством ипотечного кредитования и ряда социальных жилищных программ. Существующий фонд социального жилья на текущий момент не способен решить проблему обеспечения граждан, имеющих право на улучшение жилищных условий, за счет федерального, регионального или муниципального бюджетов.

В целях совершенствования государственной политики по вопросам обеспечения жильем незащищенных категорий граждан планируется создание института некоммерческого арендного жилья. Будут разработаны и реализованы пилотные проекты строительства некоммерческих арендных домов при поддержке местных властей. Необходимо предусмотреть отказ от возможности приватизации новых предоставленных квартир на условиях некоммерческой аренды. Реализация стратегии развития жилищной сферы привлечет частных инвесторов в строительство некоммерческого арендного жилищного фонда.

На законодательном уровне уже установлены все необходимые условия для создания наемного жилья (арендных домов – социальных и коммерческих) для граждан с невысокими доходами (Федеральный закон от 21 июля 2014 года № 217-ФЗ). Но сегодня в России есть только единичные примеры таких объектов. В частности, запущены пять проектов коммерческого найма от АО «ДОМ.РФ»: организация выкупила по несколько корпусов в новых жилищных комплексах у девелоперов и сдает их в аренду гражданам. В стадии реализации находятся четыре проекта, из которых в 2021 году будут запущены два [5].

В настоящее время Тамбовская область является динамично развивающимся регионом. Для нее разработана подпрограмма «Формирование рынка арендного жилья», которая обеспечивает создание среды, способствующей развитию бизнеса и привлечению дополнительных инвестиций в экономику региона в рамках реализации «Стратегии социально-экономического развития Тамбовской области на период до 2035 года», утвержденной Законом от 04.06.2018 г. № 246-З, и госпрограммы «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан области» (с изменениями на 24 декабря 2020 г.) [6, 7]. Приоритетами государственной политики в сфере реализации подпрограммы являются: развитие системы улучшения жилищных условий граждан посредством создания цивилизованного рынка аренды жилья для различных категорий граждан; легализация теневого рынка найма и аренды частного жилья; создание экономических и правовых условий для формирования жилищного фонда коммерческого использования.

Главной целью подпрограммы является обеспечение населения Тамбовской области доступным жильем путем строительства (приобретения) многоквартирных домов и жилых помещений жилищного фонда коммерческого использования (арендного жилья), предназначенных для последующего предоставления гражданам на условиях возмездного пользования.

Подпрограмма направлена на формирование фонда арендного жилья на территории Тамбовской области и увеличение объемов предложений такого жилья; включает в себя мероприятия по разработке нормативной правовой базы, организационные и финансово-экономические.

В 2020 году годовой объем ввода арендного жилья составил 36,0 тыс. кв. м; обеспеченность населения арендным жильем – 0,035 кв. м/чел.; средняя стоимость 1 кв. м арендного жилья в год 3 636 р.

В целях выяснения потенциального спроса на арендное жилье в Тамбовской области Федеральный фонд содействия развитию жилищного строительства провел исследование, по данным которого улучшить жилищные условия хотели бы 280 тыс. семей (64,1 % населения). Решать данный вопрос с помощью аренды готовы только 11,2 тыс. семей, то есть 4 % от общего числа, в аренде квартиры на приемлемых условиях в доходных домах заинтересовано большее число – 53,2 тыс. семей.

Меры стимулирования строительства таких домов предлагают фонд РЖС и АО «АИЖК» через ипотечный продукт «Арендное жилье», который реализуется в нескольких субъектах Российской Федерации аккредитованными региональными операторами. Особенность применения данного ипотечного продукта заключается в использовании ипотеки юридическим лицом, в качестве заемщика, приобретающего жилье в собственность для последующей сдачи гражданам в виде коммерческого найма.

По этой схеме застройщик вводит жилье с полной готовностью. Специальная проектная компания (СПК), созданная для реализации определенного проекта или нового направления бизнеса, выкупает его с помощью ипотеки на свой баланс и является залогодержателем до полного погашения ипотечного кредита, после чего арендное жилье становится собственностью СПК.

Реализация мероприятий подпрограммы предусматривает выделение средств из бюджета Тамбовской области по следующим статьям: на возмещение инвесторам-застройщикам процентной ставки по кредитам, полученным в российских кредитных организациях на создание жилищного фонда коммерческого использования (после внесения изменений в действующее законодательство); предоставление отдельным категориям граждан государственной поддержки на компенсацию части арендной платы за пользование жильем из фонда коммерческого использования (после принятия соответствующих нормативных правовых актов).

Финансирование мероприятий подпрограммы осуществляется в пределах утвержденных бюджетных ассигнований на основании договоров между ответственным исполнителем подпрограммы и исполнителями, привлекаемыми для ее реализации. Подпрограммой предлагаются две организационно-финансовые модели развития рынка доступного арендного жилья и создания некоммерческого жилищного фонда для граждан, имеющих невысокий уровень дохода.

Первая модель – строительство (приобретение) жилых помещений жилищного фонда коммерческого использования за счет средств застройщика с использованием собственных или кредитных средств. При этом органы местного самоуправления или предприятия, заинтересованные в строительстве арендного жилья, предоставляют гарантии заселения доходного дома. После завершения строительства объект приобретает инвестором (арендодателем) за счет собственных средств и средств ипотечного кредита (новация строительного кредита в ипотечный кредит на 20 лет).

Управление многоквартирным домом осуществляется его собственником или специализированной управляющей компанией, которая им нанимается. Размер платы за наем в таком доходном доме должен обеспечивать компенсацию затрат на управление многоквартирным домом (включая затраты на текущий и капитальный ремонт здания для поддержания его потребительских свойств, предоставление коммунальных услуг и на оплату услуг специализированной управляющей компании), возврат собственником дома долгосрочного ипотечного кредита, а также желаемый уровень текущей доходности собственника.

Вторая модель – строительство жилых помещений некоммерческого жилищного фонда специализированной некоммерческой организацией за счет полученной субсидии из регионального бюджета в виде вклада в уставный капитал и кредитных ресурсов в рамках реализации пилотного проекта АО «АИЖК» «Арендное жилье». Квартиры после завершения строительства предоставляются по договору некоммерческого найма гражданам отдельных категорий, установленных нормативным правовым актом области [7].

На данный момент реализация программы в Тамбовской области находится на стадии внедрения. Акционерное общество АИЖК и ВТБ начинают партнерскую программу для развития рынка арендного жилья. Серьезные компании-застройщики предлагают строительные объекты, которые должны представлять интерес в качестве арендного жилья. Банк, со своей стороны, продолжит финансирование выкупа таких квартир для последующей сдачи в аренду. Иначе говоря, АИЖК примет активное участие в создании в России рынка арендного жилья за счет доходных домов, который сейчас пока еще находится в зачаточном состоянии. В связи с этим в планах агентства – разработка проекта закона об освобождении от налогов на доходы по паям фондов арендной недвижимости. Это необходимо для того, чтобы привлечь инвестиции в развитие новой ниши на отечественном рынке недвижимости. Следует отметить, что для АИЖК данный совместный с ВТБ проект – не первый по развитию рынка арендного жилья. Агентство также принимает активное участие в приоритетном проекте «Ипотека и арендное жилье» [8].

Для целей реализации «Стратегии социально-экономического развития Тамбовской области на период до 2035 года» необходимо выполнение следующих первоочередных задач в данном сегменте рынка:

- переход от предоставления жилья в собственность для отдельных категорий граждан к некоммерческой аренде;
- прекращение бесплатной приватизации нового жилья;
- разработка механизма бюджетной поддержки строительства некоммерческого арендного жилья.

Для достижения данных задач необходим комплекс мер, к основным из которых следует отнести: утверждение пилотной программы развития некоммерческого арендного жилья; принятие поправок в законодательство в части бюджетных мер поддержки арендного жилья для отдельных категорий граждан; принятие поправок в законодательство в части установления льгот и мер поддержки для создания некоммерческого арендного жилья (инвесторов и застройщиков) для формирования некоммерческого арендного фонда в собственности инвесторов; формирование закрытого перечня определенных социальных категорий для предоставления жилья в собственность; разработка критериев иных социальных категорий, которые будут обеспечены жильем за счет некоммерческой аренды; развитие региональных программ, устанавливающих обеспечение жильем иных категорий населения на условиях некоммерческой аренды; формирование арендного жилищного фонда, в том числе за счет строительства, приобретения помещений в федеральную, региональную и муниципальную собственность, подлежащего использованию в качестве некоммерческого арендного жилищного фонда, в том числе общежитий, для категорий граждан, обеспечение жильем которых предусматривается законодательством Российской Федерации.

В результате реализации указанных мер к 2025 году должны быть установлены льготы и меры поддержки для создания некоммерческого арендного жилья; реализованы пилотные проекты строительства некоммерческих арендных домов за счет средств местных бюджетов; разработаны и реализованы меры стимулирования привлечения средств частных инвесторов к строительству некоммерческого арендного жилья.

Список литературы

1. Стратегия развития жилищной сферы Российской Федерации на период до 2025 года. – Текст: электронный // Минстрой России : офиц. сайт. – URL : https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/ec7/Strategiya-zhilishchnoi_-sfery.pdf (дата обращения 25.02.2021).
2. ДОМ.РФ подвел итоги 2020 года на ипотечном рынке. – Текст : электронный // АО «ДОМ.РФ» : офиц. сайт. – URL : <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/media/news/dom-rf-podvel-itogi-2020-goda-na-ipotechnom-rynke/> (дата обращения 18.01.2021).
3. Филипова, О. Ипотека: итоги 2020 года. Исследование 20 крупнейших ипотечных банков по итогам 2020 года : отчет Frank RG и ДОМ.РФ. – Текст : электронный / О. Филипова // Frank RG : офиц. сайт. – URL : <https://frankrg.com/34677> (дата обращения 01.02.2021).
4. Тамбовская область увеличила объем ввода жилья на 11,4 %. – Текст : электронный // Минстрой России : офиц. сайт. – URL : <https://minstroyrf.gov.ru/press/tambovskaya-oblast-uvlichila-obem-vvoda-zhilya-na-11-4/> (дата обращения 10.01.2021).
5. Перевощикова, М. Жилищное условие: в России ужесточат контроль за арендой квартир. – Текст : электронный / М. Перевощикова // Известия : офиц. сайт. – URL : <https://iz.ru/1111084/mariia-perevoshchikova/zhilishchnoe-uslovie-v-rossii-uzhestochat-kontrol-za-arendoi-kvartir> (дата обращения 15.01.2021).
6. О Стратегии социально-экономического развития Тамбовской области до 2035 года : Закон Тамбовской области от 04.06.2018 г. № 246-З. – Текст : электронный // Администрация Тамбовской области : офиц. сайт. – URL : <https://www.tambov.gov.ru/assets/files/strategy/bc9bb531-f06a-4e4e-92ac-f39f924f8bfb.pdf> (дата обращения 01.02.2021).

7. Об утверждении государственной программы Тамбовской области «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан области» на 2014 – 2020 годы : постановление администрации Тамбовской области от 5 июня 2013 года № 586 (с изменениями на 24.12.2020). – Текст : электронный // Администрация Тамбовской области. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/467400427> (дата обращения 15.01.2021).

8. ВТБ и АИЖК подписали соглашение о развитии стандартного арендного жилья в регионах России. – Текст : электронный // Комсомольская правда. – URL : <https://www.tambov.kp.ru/daily/26705/3730499/> (дата обращения 15.01.2021).

References

1. https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/ec7/Strategiya-zhilishchnoi_-sfery.pdf (accessed 25 February 2021).
2. <https://xn--d1aqf.xn--plai/media/news/dom-rf-podvel-itogi-2020-goda-na-ipotechnom-rynke/> (accessed 18 January 2021).
3. <https://frankrg.com/34677> (accessed 01 February 2021).
4. <https://minstroyrf.gov.ru/press/tambovskaya-oblast-velichila-obem-vvoda-zhilya-na-11-4/> (accessed 10 January 2021).
5. <https://iz.ru/1111084/mariia-perevoshchikova/zhilishchnoe-uslovie-v-rossii-uzhestochat-kontrol-za-arendoi-kvartir> (accessed 15 January 2021).
6. <https://www.tambov.gov.ru/assets/files/strategy/bc9bb531-f06a-4e4e-92ac-f39f924f8bfb.pdf> (accessed 01 February 2021).
7. <http://docs.cntd.ru/document/467400427> (accessed 15 January 2021).
8. <https://www.tambov.kp.ru/daily/26705/3730499/> (accessed 15 January 2021).

New Priorities of State Policy in the Housing Sector to Improve the Quality of Life of the Population of the Tambov Region

S. P. Spiridonov, O. P. Shtanko

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: living conditions; developer; mortgage; the quality of life; commercial rental housing; social rental housing; the economic growth.

Abstract: The strategy for the development of the housing sector of the Russian Federation is analyzed, which sets out the main state instruments for increasing the affordability of housing. A short analysis of the general state of the mortgage housing market is presented. Comparison of the international and Russian market of commercial rental housing is carried out. The idea of developing the institute of apartment buildings as an effective tool that will allow the middle class to get affordable housing of adequate quality is proposed.

© С. П. Спиридонов, О. П. Штанько, 2021

**ЦИРКУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ
ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ КАПИТАЛОМ
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Т. А. Тетеринец

*Белорусский государственный аграрный технический
университет, г. Минск, Республика Беларусь*

Рецензент д-р экон. наук, профессор Е. С. Мищенко

Ключевые слова: агропромышленный комплекс; инструменты; управление; циркулярная модель; человеческий капитал.

Аннотация: Представлена циркулярная модель управления человеческим капиталом в агропромышленном комплексе и определены основные направления ее практической реализации. Рассмотрен механизм ее функционирования с учетом спецификации аграрного сектора. Изучены основные инструменты управления развитием человеческого капитала, способствующие эндогенному экономическому развитию.

Фундаментом обеспечения продовольственной безопасности страны выступает аграрный сектор, уровень конкурентоспособности которого определяется большим набором количественных и качественных, а также внутренних и внешних факторов. Несмотря на превалирующее влияние концепции технологического детерминизма, подразумевающей экономическое развитие вследствие научно-технологических сдвигов, возможности эндогенного экономического роста в отечественном агропромышленном комплексе обусловлены, прежде всего, внутренними резервами, основным из которых выступает человеческий капитал. В этой связи одной из важнейших задач повышения эффективности аграрного сектора Республики Беларусь выступает совершенствование механизма управления человеческим капиталом посредством актуализации действующих и разработки новых инструментов управления данным процессом.

Тетеринец Татьяна Анатольевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации предприятий АПК, e-mail: talad79@mail.ru, Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь.

Проведенный анализ категориального аппарата «человеческий капитал» свидетельствует о том, что большая часть авторских исследований сконцентрирована на различных аспектах формирования человеческого капитала, включающих психофизиологические основы, социально-экономические условия, институциональные факторы. В то же время процесс его капитализации в большей степени рассматривается как результат взаимодействия указанных инструментов, что выступает одним из «узких» мест данного определения. Исходя из вышесказанного, интерпретация понятия «человеческий капитал» представляет собой совокупность психофизиологических, социально-экономических и институционально-правовых компонентов, обеспечивающих получение прибавочного продукта, выраженного в материальной и нематериальной формах вследствие их капитализации в процессе жизнедеятельности индивида. В отличие от существующих определений, человеческий капитал становится таковым при условии трансформации указанных составляющих в добавленную стоимость, обеспечивающую его приращение посредством постоянного накопления материальных и нематериальных благ. Управление человеческим капиталом в аграрном секторе представляет собой циркулярную модель синергетического взаимодействия социально-экономических, территориально-отраслевых и институционально-правовых инструментов, создающих условия для формирования, развития, накопления и приращения человеческого капитала. Поэтому менеджмент человеческого капитала в агропромышленном комплексе (АПК) осуществляется посредством совершенствования социально-экономической и нормативной правовой среды, обеспечивающей возможности самореализации и высокопродуктивной деятельности его представителей, способствующей ускорению оборачиваемости циклов саморазвития и инновационного роста, постоянного обновления и увеличения капитализированной части, то есть посредством циркуляризации процесса управления человеческим капиталом (рис. 1).

Формирование человеческого капитала в аграрной сфере характеризуется как общностью, так и специфичностью инструментов управления данным процессом. Демографическая политика государства, преломляющаяся в разрезе сельских территорий, выступает первичным инструментом в этом процессе, так как воспроизводство человеческого капитала в АПК обусловлено интенсивностью воспроизводства сельского населения. Показатели его численности, соотношение рождаемости и смертности, уровень миграция являются первоосновой генерирования человеческих ресурсов. Учитывая социально-экономические особенности развития села, региональная демографическая политика должна быть адаптирована к реалиям аграрной жизни и изначально нацелена не только на увеличение численности, но и создание устойчивой платформы формирования человеческого капитала.

Одним из основополагающих факторов формирования человеческого капитала выступает сложившая инфраструктура сельских территорий, определяющая социально-экономические предпосылки его зарождения. Она образует материальную и институциональную основу функционирования социальной сферы села и способствует созданию условий для воспроизводства и укрепления человеческого капитала в сельской местности.

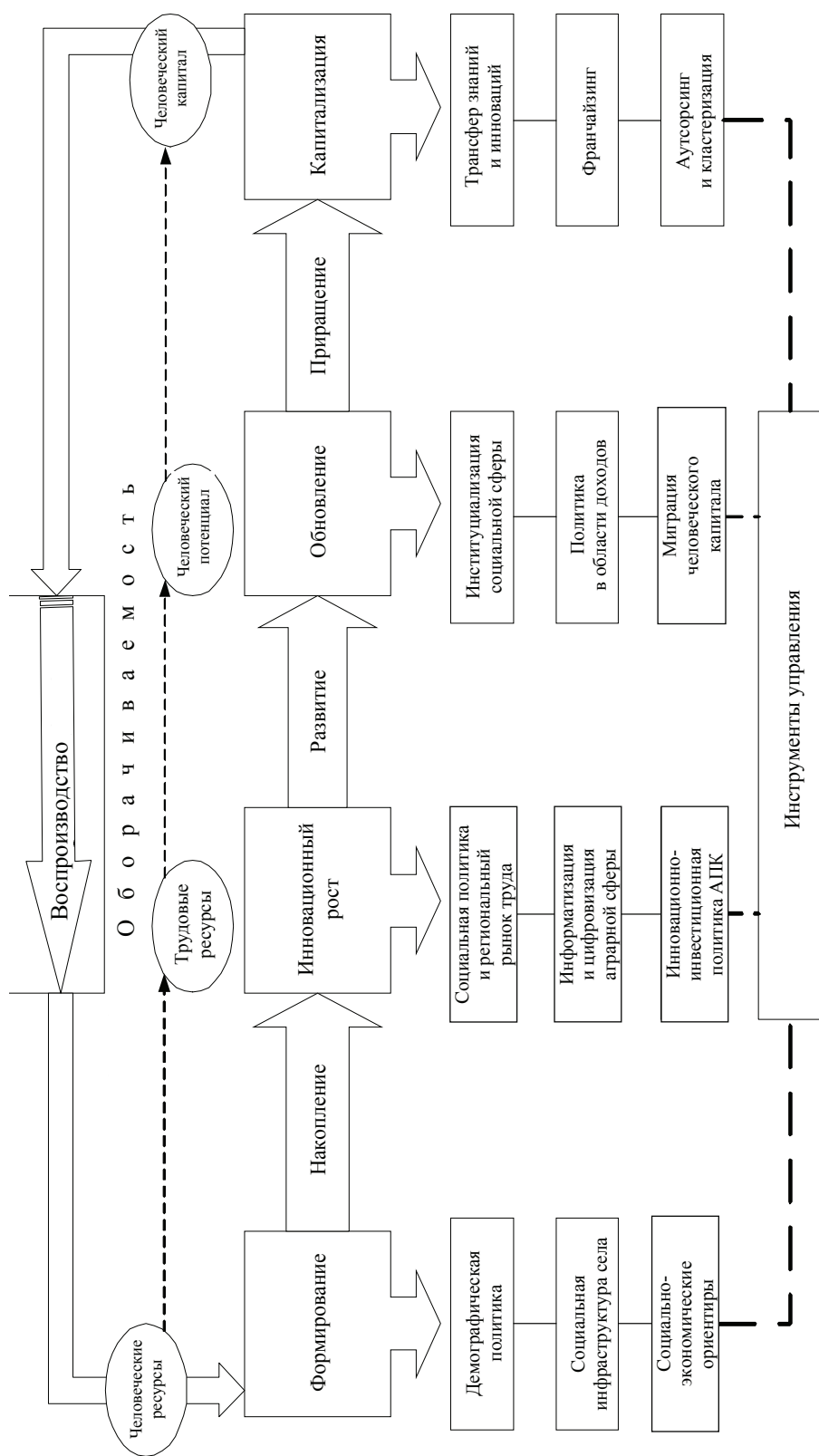


Рис. 1. Циркулярная модель управления человеческим капиталом в АПК (источник: составлено автором)

В отечественной и зарубежной литературе сложились различные трактовки понимания категории «социальная инфраструктура села», изучение которых позволяет выделить наиболее приемлемый подход с точки зрения исследуемого объекта. Рассмотрим четыре основных направления:

- традиционный подход, рассматривающий социальную инфраструктуру села как комплекс организаций и учреждений в сфере образования, здравоохранения, культуры и искусства, спортивного и социального обеспечения, общественного питания и розничной торговли, газо-, водо- и электроснабжения, жилищно-коммунального хозяйства, транспорта, связи и информационно-коммуникационных систем, деятельность которых нацелена на создание необходимых и комфортных условий жизнедеятельности сельских жителей;

- в рамках функционального подхода социальная инфраструктура рассматривается как сфера обслуживания сельского населения, гарантирующая удовлетворение его жизнеобеспечивающих потребностей и основанная на социальном механизме, формирующем образ жизни местных жителей и определяющем перспективы его развития;

- управленческий подход раскрывает исследуемую категорию сквозь призму инструментов и средств, обуславливающих формирование, укрепление и повышение уровня и качества жизни сельского населения. Наиболее часто данный подход к трактованию используется в сфере территориального планирования сельской местности в целях развития социальной и духовной сфер жизни;

- с позиции неоклассической теории «социальная инфраструктура села» представляет собой совокупность инвестиций в человеческий капитал посредством организации и обеспечения функционирования различных социальных организаций, создающих незаменимые и удобные условия для его формирования, накопления, развития и приращения [1, с. 311; 2, с. 25].

Следует отметить, что неоклассический подход наиболее полно раскрывает данную категорию с точки зрения исходного инструментария формирования человеческого капитала. В совокупности с комплексом социально-экономических ориентиров, направленных на решение социальных задач, он в большей степени ориентирован на повышение уровня и качества жизни, а также создания экономической площадки для постоянного развития, накопления, приращения и капитализации человеческого потенциала.

Инновационное накопление человеческого капитала осуществляется под воздействием различных движущих сил, обусловленных как исходными желаниями и потенциалом индивида, так и его внешним миром. Инструменты управления экзогенным пространством, обеспечивающим интеллектуализацию человеческого капитала, подразумевают совершенствование социальной политики, институтов регионального рынка труда, механизмов информатизации и цифровизации аграрной сферы, активизацию и синхронизацию направлений инвестиционно-инновационного развития АПК.

Социальная политика государства выступает связующим звеном между системой личностных ценностей и предпочтений носителей человеческого капитала и инструментов внешнего воздействия, обеспечивавших

его развитие. Проецируя сущность и содержание социального администрирования на аграрную сферу, следует отметить его особую значимость в региональном разрезе и степень влияния на соответствующий рынок труда. Несмотря на единство целеполагания и общность принципов социальной политики, модификация ее инструментария формирования и развития человеческого капитала в отраслевой и территориальной проекции имеет слабую взаимосвязь и выраженность. Учитывая уровень развития отечественных сельских территорий и социальной инфраструктуры, принципы ее построения необходимо корректировать с учетом сложившихся условий накопления человеческого капитала на местном уровне.

В некотором роде региональный рынок труда выступает объективным катализатором эффективности территориальной социальной политики, отражающим конкурентоспособность человеческого капитала в различных отраслях и сферах деятельности. Одним из критериев его действенности является соотношение между спросом и предложением с учетом профессионально-квалификационной градации. Данная пропорция позволяет определить степень востребованности накопленного человеческого капитала на региональном рынке труда, а также оценить соответствие полученного образования текущим потребностям в различных видах деятельности. Статистические обследования по данному вопросу фиксируют ряд проблем во взаимодействии сложившейся системы образования с региональным рынком труда и численностью сельского населения, основной из которых является профессионально-квалификационный дисбаланс спроса и предложения на территориально-отраслевом рынке труда [3, с. 18]. Практика показывает, что большая часть обучающихся по аграрному профилю в дальнейшем реализуют свой потенциал в иных, наиболее маржинальных видах деятельности. В результате сложившейся ситуации, аграрный рынок труда проседает под тяжестью непрофильных специалистов, вынужденных полностью или частично выполнять определенный вид работ, объективно необходимый и характерный для данной сферы.

Одними из балансирующих инструментов регуляции территориально-отраслевого рынка труда выступают динамика и уровень заработной платы, сложившиеся в определенной отрасли. Учитывая существенное отставание сельскохозяйственной деятельности по данному параметру, одним из действенных способов решения этой проблемы выступает создание высокопроизводительных и модернизированных аграрных производств, нацеленных на увеличение уровня добавленной стоимости в конечном продукте. Достижение данной цели является маловероятным в условиях достаточно низкого уровня информатизации и цифровизации АПК. Развитие цифрового сельского хозяйства является далеко стратегическим ориентиром Республики Беларусь, внедрение *smart*-технологий в земледелии, растениеводстве и животноводстве – единичным примером его функционирования, а в образовании – малодоступным для большинства местного населения. Сложившаяся ситуация способствует вымыванию человеческого капитала из данной сферы, активизации его миграции в наиболее прогрессивные виды экономической деятельности [4, с. 115]. Инновационно-ориентированные специалисты с высоким уровнем интеллектуально-

го развития стараются найти себя не только в высокодоходных сферах, но и заинтересованы в поиске работы, способствующей раскрытию их потенциала и обеспечивающей его дальнейшее развитие.

Огромное влияние на эти процессы оказывают приоритеты и направления аграрной инвестиционно-инновационной политики государства. Снижение инвестиционной активности сельскохозяйственных организаций, практически отсутствие в ней инновационной составляющей оказывают непосредственное влияние не только на уровень прогрессивности производства, но и качественный состав человеческого капитала. Недофинансирование отраслей социальной сферы, низкий уровень развития сельских территорий, несоответствие качества образования потребностям рынка труда и недостаточность его оплаты не только тормозят его накопление, но и ограничивают воспроизводство в сельской местности [5, с. 24].

Институционализация социальной сферы выступает последующим этапом формирования человеческого капитала, степень развития которой образует социально-экономическую платформу его накопления и приращения. Функционирование институтов семьи, здравоохранения, образования, культуры и тому подобных не только перестраивает свою роль в современном обществе, но и оказывает существенное влияние на формирование и укрепление института человеческого капитала. Предшествующий этап развития аграрной сферы характеризовался отличительными особенностями институционализации социальной инфраструктуры, проявляющимися, во-первых, в рассмотрении таковых как исходного стартапа образования человеческих ресурсов, а во-вторых, в их оторванности и отсутствии тесной взаимосвязи трансформации последних в человеческий капитал. Специфической особенностью развития нынешнего периода выступает ускоренный переход на рыночную платформу обновления человеческого капитала посредством переключения социальных институтов в плоскость коммерческого функционирования посредством формирования рынков образовательных, медицинских, культурных и иных услуг. Несмотря на пристальное внимание государства к модернизации социальной сферы села, существующий разрыв в территориальной проекции усиливает дисбаланс в системе накопления, развития и приращения человеческого капитала в аграрном секторе.

В основе устойчивого социально-экономического развития АПК Республики Беларусь заложен переход минимизации использования природных ресурсов к эффективному потреблению человеческого капитала. В данном контексте развитие институционализации человеческого капитала состоит в совершенствовании социально-экономических и нормативных правовых основ, обеспечивающих укрепление взаимодействия социальных институтов с сельскими жителями. В результате такого сотрудничества должна быть сформирована структурированная очередность институционализации человеческого капитала, включающая возникновение у каждого человека в отдельности и общества в целом потребности в его накоплении и развитии; трансформацию действующих социальных норм к инновационно-ориентированным условиям производства и рынка труда; модификацию механизмов социальных статусов и ролей к специфике аграрного сектора [6, с. 24].

Объективным условием модернизации социальных институтов в аграрной сфере выступает политика в области оплаты труда. Последняя является связующим звеном между уровнем их коммерциализации и степенью накопления человеческого капитала. Сохранение разрыва в уровне доходов сельскохозяйственных работников и иных сфер деятельности усиливает диспаритет доступа к социальным услугам и, соответственно, ограничивает их рынок. В результате социальная сфера, как неотъемлемый элемент системы формирования человеческого капитала, ограничивает область своего преломления на фазы его инновационного развития и дальнейшего приращения.

Анализируя уровень оплаты труда в сельском хозяйстве, следует отметить, что номинальная начисленная средняя заработная плата работников, занятых в сельском хозяйстве Республики Беларусь в 2019 г. составила лишь 69,1 % от общереспубликанского уровня [7]. Сложившаяся ситуация наряду с ограниченными возможностями получения дополнительных доходов, обусловленных в том числе неразвитостью аграрного человеческого капитала, формирует территориально-отраслевую картину его миграции, как в рамках АПК, так и за его пределами.

Реалии современного мира обуславливают необходимость пересмотра взглядов на процессы миграции человеческого капитала, выделяя в них как позитивные, так и негативные аспекты. Снижение численности сельского населения Республики Беларусь, которое за последние 10 лет составило почти 5 %, оказывает неблагоприятное воздействие на состояние трудового потенциала отрасли, однако перелив человеческих ресурсов в наиболее прогрессивные виды экономической деятельности свидетельствует о концентрации в них капитала, востребованного на рынке. Такое положение дел актуализирует задачу закрепления кадров, а не ограничения миграционных процессов, особенно во внутриотраслевом направлении.

С позиции капитализации процессы миграции человеческого капитала включают три основных направления: трансграничное движение квалифицированных кадров, образовательную и академическую мобильность, а также «циркуляцию умов». Движение человеческого капитала внутри АПК отражает процессы его инновационного развития и последовательного приращения, обеспечивая, тем самым, материальную и нематериальную капитализацию данного актива.

Техническая и технологическая модернизация аграрного производства в совокупности с прогрессивностью темпов выпуска продукции решают задачу недостаточности трудовых ресурсов. Ни для кого не секрет, что научно-технический прогресс наряду с позитивным влиянием на развитие человечества, вносит и отрицательные коррективы. В частности, это касается сокращения численности работников, объективно задействованных в традиционных сферах и видах производства, что в первую очередь затрагивает сельскохозяйственный сектор. Использование современных технологий, наличие возможности дистанционного управления производственными процессами, роботизация и цифровизация сельского хозяйства переопределяют необходимость естественного перелива человеческого капитала по причине его избыточности. Управляемая диффузия входными и выходными внутриотраслевыми миграционными потоками продуцирует

получение новых знаний, способствует активизации предпринимательской деятельности, обеспечивает трансфер человеческого капитала, что в совокупности выступает инструментами его капитализации.

Базисными элементами подсистемы капитализации человеческого капитала выступают механизмы трансфера знаний и инноваций, франчайзинг человеческого капитала, а также его аутсорсинг и дальнейшая кластеризация. В современных условиях агрессивного воздействия НТП, определяющего основные направления развития аграрного сектора, трансфер инноваций выступает одним из основополагающих условий, обеспечивающих реализацию поставленных задач. Основываясь на том, что любая инновация представляет собой коммерциализированное новшество, объективной предпосылкой возникновения последнего выступает новое знание, создаваемое человеческим капиталом. В данном контексте проявляется единство содержательного смысла понятий «инновация» и «человеческий капитал», подразумевающих капитализацию знаний в различных формах и их расширенное воспроизводство. Исходя из этого результативность инновационного процесса в аграрном секторе будет определяться не только качественным уровнем формирования человеческого капитала, но и активизацией его трансфертных потоков, как внутри отрасли, так и во взаимодействии с внешним миром. Последнее обстоятельство, выражаемое механизмом трансфера знаний и инноваций, выступает ключевым фактором, обеспечивающим устойчивый кругооборот человеческого капитала на расширенной основе (рис. 2).

В широком смысле передача знаний и инноваций представляет собой циркуляцию научных идей и их практической реализации, что в конечном итоге обеспечивает их приращение и создает объективные предпосылки



Рис. 2. Кругооборот человеческого капитала в АПК на основе треугольника инноваций (источник: составлено автором)

для капитализации. При этом эффективность данного процесса обеспечивается «не столько результативностью каждого этапа инновации, сколько надежностью связующих звеньев между ними, скоростью перехода от любого предыдущего этапа к последующему» [8, с. 34].

В условиях интенсивного экономического развития, основанного на инновационном воспроизводстве человеческого капитала, трансфер знаний (человеческого капитала, инноваций) должен осуществляться не только на постоянной, но и на расширенной основе. Это позволит обеспечивать не только их трансляцию целевой аудитории, но и создавать в процессе их передачи новые, модифицированные формы.

С учетом некоторой условности можно утверждать, что трансфер знаний проявляется в большей степени в нематериальной капитализации человеческого капитала, в то время как франчайзинг раскрывает его коммерциализированную сущность. Несмотря на то что последний представляет собой модифицированную социализированную форму, тем не менее, взаимоотношения регламентируются договором, согласно которому одна сторона получает возможность использования материализованного человеческого капитала (бренд, инструкции, консультации) и обязана платить за это комиссионные платежи. Особенности франчайзинга человеческого капитала в АПК определяются спецификой самой сферы (рис. 3).

Франчайзинг человеческого капитала выступает одним из наиболее прогрессивных инструментов замыкающего циркулярного движения элементов в цепочке «человек – знание – инновация». Устойчивая последовательность трансформации элементов цепи, обеспечивающая материальную и нематериальную капитализацию человеческого потенциала, представляет собой авторскую интерпретацию понятия «человеческий капитал». Реализация подобных франчайзинговых проектов, характеризующихся высоким уровнем добавленной стоимости, позволяет не только коммерциализировать результаты интеллектуального труда, но и в процессе взаимодействия



Рис. 3. Особенности франчайзинга человеческого капитала в АПК
(источник: составлено автором на основе [9, с. 13])

участников данного соглашения гарантировать трансфер знаний и инноваций, обеспечивая тем самым приращение человеческого капитала. Данное обстоятельство выступает отличительной чертой рассматриваемого механизма в сравнении с социальным франчайзингом или франчайзингом интеллектуальной собственности.

Приоритетность внедрения франчайзинга человеческого капитала в аграрном секторе обусловлена рядом причин, основополагающими из которых можно назвать следующие:

- невысокая инвестиционная активность финансирования отрасли, включая социальную инфраструктуру сельских территорий;
- прогрессирующая степень эрозии человеческого капитала, обусловленная низким уровнем оплаты труда, трудоемкостью производственных процессов, неразвитостью социальной сферы услуг;
- низкий уровень инновационной активности отрасли вследствие отсутствия тесной взаимосвязи элементов инновационной системы АПК;
- высокий порог добавленной стоимости франчайзинга, определяемый низкой степенью материалоемкости и высоким уровнем интеллектуализации процесса;
- формирование территориальной распространенности и межотраслевой диффузии инноваций.

Таким образом, внедрение и развитие механизма франчайзинга человеческого капитала в аграрном секторе позволит ускорить процесс трансфера знаний и инноваций, что будет способствовать не только более продуктивному использованию импортируемых современных технологий, но и созданию собственных инновационных продуктов, являющихся воплощением человеческого капитала.

Активизация процессов проникновения цифровых и интеллектуальных бизнес-моделей в аграрный сектор предопределяет переход от традиционных принципов управления человеческим капиталом к инновационным подходам, ориентированным на максимизацию невещественных активов. В контексте циркулярной модели менеджмента человеческого капитала в АПК, обеспечивающей замкнутый цикл процесса его воспроизводства, имеющиеся инструменты постоянно эволюционируют, выходя за рамки общепризнанных границ. Одними из таковых в экономике знаний являются аутсорсинг и кластеризация человеческого капитала.

Отечественный аграрный сектор базируется преимущественно на традиционном технологическом укладе, соответственно определяющем и подходы управления человеческим капиталом. Обеспечение устойчивого интенсивного развития провоцирует замещение устоявшихся форм и методов организации сельскохозяйственного производства современными технологиями. Это способствует переливу человеческого капитала в наиболее прогрессивные сферы деятельности, которые, изначально отделяясь, концентрируются в инновационном секторе, впоследствии интегрируются в общую бизнес-модель – АПК.

С этой позиции аутсорсинг рассматривается как механизм стратегической кооперации с внешними контрагентами в целях привлечения человеческого капитала сторонних организаций – аутсорсеров, используя различные схемы субподряда, интеллектуальной ренты, а также сетевого

взаимодействия, принимающего в масштабах АПК кластерную форму. Применение технологии аутсорсинга способствует интеграции конкурентных преимуществ внешних носителей человеческого капитала в аграрную сферу. Перспективные направления развития аграрного сектора существенно расширяют границы применения аутсорсинга человеческого капитала. Трансформация АПК в инновационную бизнес-модель обуславливает пространственное масштабирование векторов традиционного аутсорсинга, таких как бухгалтерский учет, юридическое консультирование, логистика, административно-хозяйственное обслуживание, на функциональную взаимосвязь с человеческим капиталом посредством развития корпоративных связей, активизации взаимодействия с контрагентами, корпоративных моделей управления персоналом, внедрения информационных технологий, маркетинга.

Развитие данного инструментария в последующем способствует последовательной интеграции отдельных инновационных видов деятельности в сетевую бизнес-структуру. Такое объединение вещественных и не вещественных капиталов на уровне сельскохозяйственных организаций получило название капиталогаммы [10, с. 3]. Подобная интеграция на уровне видов экономической деятельности и аграрно-промышленных подкомплексов способствует кластеризации человеческого капитала, в которой его отдельные контрагенты, объединяя свои не вещественные капиталы, достигают масштабного синергетического эффекта. Таким образом, эволюция аутсорсинга человеческого капитала способствует его последующей трансформации в конгломерат, отдельные элементы которого, объединяясь, образуют гармоничную конфигурацию овеществленного и нематериального капиталов.

Как показывает современная практика, повышение конкурентоспособности АПК во многом обеспечивается за счет нематериальной формы капитала, особая роль в котором принадлежит человеческому, привлекаемому во внутреннее пространство аграрного сектора. Долговечность конкурентных преимуществ последнего определяется способностями аутсорсеров обеспечивать непрерывную генерацию и капитализацию новшеств на узких целевых сегментах. Человеческий капитал обладает мультипликативной способностью мгновенно распространяться, так как в процессе обмена осуществляется его приумножение без потери исходного носителя. Последующая интеграция инноваций в систему управления АПК посредством формирования вертикальных кластерных образований, объединяющих элементы социальной инфраструктуры, учреждений образования, производственные объекты, науку и объекты продвижения конечных продуктов на рынок, обеспечивают капитализацию человеческого капитала [11, с. 79].

Данный цикл является завершающим в системе управления человеческим капиталом, обеспечивающим формирование последнего как такового. Капитализируясь в различных формах на социально-экономической и институционально-правовой платформе АПК, обеспечивается его кумулятивный эффект вследствие появления новых знаний и их приращения. Данное обстоятельство выступает объективной предпосылкой формирова-

ния новой стадии воспроизводства человеческого капитала и гарантирования устойчивой оборачиваемости, обеспечивая тем самым процесс его непрерывной циркуляризации.

Практической реализацией циркулярной модели управления человеческим капиталом в АПК выступает его программирование с учетом территориально-отраслевой спецификации. Последнее обстоятельство обусловлено региональной дифференциацией состояния и качества человеческого капитала в аграрной сфере в совокупности с высоким уровнем расслоения социальной инфраструктуры. Программирование человеческого капитала подразумевает систематизацию и упорядочение рассмотренных ранее инструментов управления человеческим капиталом в целях их нормативно-правового, социально-экономического и институционального регламентирования на государственном уровне.

Программирование человеческого капитала раскрывается в разрезе параллельно функционирующих и дополняющих друг друга контентов, имеющих под собой прикладную и институциональную основы. Первая из них подразумевает полномасштабную цифровизацию аграрного сектора, охватывающую все стадии воспроизводства человеческого капитала: формирование, развитие, обновление и капитализацию. Активизация информационного-коммуникационного обеспечения социальной инфраструктуры села, внедрение *smart* и инклюзивно ориентированных технологий в систему образования и переподготовки специалистов на всех уровнях [12, 13], модернизация институционализации социальной сферы аграрного сектора, развитие франчайзинга и аутсорсинга — далеко не полный перечень необходимых преобразований. Принимая за константу технологический вектор приоритетного развития АПК, следует понимать, что решить данную задачу в условиях дисфункции циркулярного воспроизводства человеческого капитала не представляется возможным.

Институциональная константа программирования человеческого капитала заключается в формировании института человеческого капитала как объективной формы жизнедеятельности его представителей в рамках определенного гражданского общества. Одним из первых шагов практической реализации данной задачи являются разработка и реализация стратегии устойчивого развития человеческого капитала на основании долгосрочных ориентиров его развития и приращения.

В настоящее время в Республике Беларусь разработана и введена в действие Национальная стратегия устойчивого социального экономического развития до 2030 г., реализуются более 20 государственных программ, тем не менее, разновекторность и разноплановость рассматриваемых вопросов не позволяют связать воедино инструменты его управления, как в целом в экономике, так и в разрезе аграрного сектора [14]. Пилотной зоной данного проекта может выступить АПК, как один из наиболее уязвимых секторов национальной экономики. Учитывая неразрывную связь эффективности функционирования АПК и качества его человеческого капитала, подготовка подобного документа выступает объективной платформой его формирования, развития, приращения и капитализации.

Список литературы

1. Калашников, К. Н. Социальная инфраструктура сельских территорий: возможности интегральной оценки / К. Н. Калашников, Г. В. Белихова, М. А. Антонова // Регион: экономика и социология. – 2013. – № 2 (78). – С. 309 – 323.
2. Teriman, S. Social Infrastructure Planning and Sustainable Community: Example from South East Queensland, Australia / S. Teriman, T. Yigitcanlar, S. Mayere // World Journal of Social Sciences. – 2011. – Vol. 1, No. 4. – P. 23 – 32.
3. Ишмуратова, Д. Ф. Человеческий капитал и эффективность занятости / Д. Ф. Ишмуратова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 11-1 (57). – С. 211 – 214. doi: 10.24411/2411-0450-2019-11330
4. Эфендиев, А. Г. О влиянии компьютеризации на социальные аспекты трудовой деятельности специалистов / А. Г. Эфендиев, А. С. Гоголева, Е. С. Балабанова // Социол. исследования. – 2020. – № 9. – С. 114 – 121. doi: 10.31857/S013216250010027-2
5. Данилов, А. Н. О состоянии научной сферы Республики Беларусь: анализ статистических данных / А. Н. Данилов, А. А. Белов, Т. В. Щелкова // Социол. исследования. – 2020. – № 7. – С. 15 – 26. doi: 10.31857/S013216250009623-8
6. Кристиневич, С. А. Сохранение национального человеческого капитала как фактор экономической безопасности / С. А. Кристиневич // Белорусский экон. журнал. – 2017. – № 4 (81). – С. 23 – 36.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь : статистический сборник // Нац. статист. комитет Республики Беларусь. – Минск : [б. и.], 2020. – 180 с.
8. Казакова, Н. В. Трансфер инноваций и управление человеческим капиталом в современной экономике / Н. В. Казакова, Ю. А. Дулепин, Ю. Н. Хрисанов // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2011. – № 6 (1). – С. 534 – 539.
9. Беленец, П. С. Использование франчайзинга в предпринимательской деятельности как основа повышения эффективности продаж товаров и услуг : монография / П. С. Беленец, В. Н. Ембулаев, А. П. Латкин ; под общ. ред. А. П. Латкина. – Владивосток : Издательство ВГУЭС, 2016. – 168 с.
10. Ермоленко, В. В. Аутсорсинг как эффективная технология объединения капиталов партнеров корпорации. – Текст : электронный / В. В. Ермоленко, Д. В. Ланская // Политемат. сетевой электрон. науч. журнал Кубанского гос. аграрного ун-та. – 2015. – № 108 (04). – С. 1327 – 1349. – URL : https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23376955_24612862.pdf (дата обращения: 26.10.2020).
11. Грузина, Ю. М. Изучение влияния стратегического аутсорсинга на взаимодействующий рынок в предпринимательском обучении и развитии человеческого капитала / Ю. М. Грузина, Х. П. Харчилава, К. Ю. Мухин // Гуманитарные науки. Вестник финансового университета. – 2020. – Т. 10, № 1. – С. 77 – 83. doi: 10.26794/2226-7867-2020-10-1-77-83
12. Молоткова, Н. В. Организация подготовки инженерных кадров к инновационной деятельности / Н. В. Молоткова, А. И. Попов // Alma Mater (Вестник высшей школы). – 2019. – № 4. – С. 9 – 14. doi: 10.20339/AM.04-19.009
13. Попов, А. И. Организация олимпиадного движения по агроинженерным специальностям на основе импульсных педагогических технологий / А. И. Попов // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2019. – № 3 (35). – С. 59 – 67.
14. Перечень государственных программ на 2016 – 2020 гг. – Текст : электронный // Министерство экономики Республики Беларусь. – URL : <https://www.economy.gov.by/ru/gos-progr-2016-20-ru/> (дата обращения: 26.10.2020).

References

1. Kalashnikov K.N., Belikhova G.V., Antonova M.A. [Social infrastructure of rural areas: the possibilities of integral assessment], *Region: ekonomika i sotsiologiya* [Region: economics and sociology], 2013, no. 2 (78), pp. 309-323. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Teriman S., Yigitcanlar T., Mayere S. Social Infrastructure Planning and Sustainable Community: Example from South East Queensland, Australia, *World Journal of Social Sciences*, 2011, vol. 1, no. 4, pp. 23-32.
3. Ishmuratova D.F. [Human capital and employment efficiency], *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economy and business: theory and practice], 2019, no. 11-1 (57), pp. 211-214, doi: 10.24411/2411-0450-2019-11330 (In Russ., abstract in Eng.)
4. Efendiyev A.G., Gogoleva A.S., Balabanova Ye.S. [About the influence of computerization on the social aspects of labor activity of specialists], *Sotsiologicheskiye issledovaniya* [Sociological research], 2020, no. 9, pp. 114-121, doi: 10.31857/S013216250010027-2 (In Russ., abstract in Eng.)
5. Danilov A.N., Belov A.A., Shchelkova T.V. [On the state of the scientific sphere of the Republic of Belarus: analysis of statistical data], *Sotsiologicheskiye issledovaniya* [Sociological research], 2020, no. 7, pp. 15-26, doi: 10.31857/S013216250009623-8 (In Russ., abstract in Eng.)
6. Kristinevich S.A. [Preservation of national human capital as a factor of economic security], *Belorusskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Belarusian economic journal], 2017, no. 4 (81), pp. 23-36. (In Russ., abstract in Eng.)
7. *Sel'skoye khozyaystvo Respubliki Belarus': statisticheskiy sbornik* [Agriculture of the Republic of Belarus: statistical collection], Minsk: [b. i.], 2020, 180 p. (In Russ.)
8. Kazakova N.V., Dulepin Yu.A., Khrisanov Yu.N. [Transfer of innovations and human capital management in the modern economy], *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya* [Russia: trends and development prospects], 2011, no. 6 (1), pp. 534-539. (In Russ.)
9. Belenets P.S., Yembulayev V.N., Latkin A.P. [Ed.] *Ispol'zovaniye franchayzinga v predprinimatel'skoy deyatelnosti kak osnova povysheniya effektivnosti prodazh tovarov i uslug: monografiya* [The use of franchising in business as a basis for increasing the efficiency of sales of goods and services: monograph], Vladivostok: Izdatel'stvo VGUES, 2016, 168 p. (In Russ.)
10. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23376955_24612862.pdf (accessed 26 October 2020).
11. Gruzina Yu.M., Kharchilava Kh.P., Mukhin K.Yu. [Study of the impact of strategic outsourcing on the interacting market in entrepreneurial learning and human capital development], *Gumanitarnyye nauki. Vestnik finansovogo universiteta* [Humanities. Financial University Bulletin], 2020, vol. 10, no. 1, pp. 77-83, doi: 10.26794/2226-7867-2020-10-1-77-83 (In Russ., abstract in Eng.)
12. Molotkova N.V., Popov A.I. [Organization of training of engineering personnel for innovative activity], *Alma Mater (Vestnik vysshey shkoly)* [Alma Mater (Bulletin of the higher school)], 2019, no. 4, pp. 9-14, doi: 10.20339/AM.04-19.009 (In Russ., abstract in Eng.)
13. Popov A.I. [Organization of the Olympiad movement in agroengineering specialties based on impulse pedagogical technologies], *Professional'noye obrazovaniye v Rossii i za rubezhom* [Professional education in Russia and abroad], 2019, no. 3 (35), pp. 59-67. (In Russ., abstract in Eng.)
14. <https://www.economy.gov.by/ru/gos-progr-2016-20-ru/> (accessed 26 October 2020).

A Circular Model of Human Capital Management in Agricultural Industrial Complex

T. A. Teterinets

*Belarusian State Agrarian Technical University,
Minsk, Republic of Belarus*

Keywords: agro-industrial complex; tools; control; circular model; human capital.

Abstract: A circular model of human capital management in the agro-industrial complex is presented and the main directions of its practical implementation are determined. The mechanism of its functioning is considered, taking into account the specifications of the agricultural sector. The main tools for managing the development of human capital, contributing to endogenous economic development, have been studied.

© Т. А. Тетеринец, 2021

УДК377: 378

DOI: 10.17277/voprosy.2021.01.pp.137-146

**DESIGN OF TAILOR-MADE TARGETED TRAINING
PROGRAMS AT A TECHNICAL UNIVERSITY**

T. Yu. Dorokhova, N. P. Puchkov

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Reviewed by Doctor of Philology, Professor M. N. Makeyeva

Keywords: tailor-made targeted training; additional professional programs; strategy; step-by-step methodology of tailor-made educational program design.

Abstract: The paper discusses the issues of using dynamic variability methods in design of additional professional programs (APPs) at a university that provides specialists' targeted training. The design process is presented as a sequence of actions for a step-by-step deep study of the situations and positions of all actors interested in the results. The purpose of the article is to offer specific recommendations on the theory and practice of designing the APP under continuous change and adjustment of industrial structure and objectives through the analysis of current industrial challenges and problems.

The authors found that the quality assurance of targeted training at university is achieved through the development of APP based on dividing the design process into certain stages, using a multilevel methodological design structure, applying the principle of dynamic design variability; using an iterative algorithm for the sequential involvement of experts and the Bayesian approach to reassess the results of the examination in order to develop a reasonable optimal solution.

Introduction

In recent years, social and economic changes have been observed more and more clearly in the country, which noticeably affects industrial and scientific spheres, as well as the education system. These changes cannot be ignored by

Дорохова Татьяна Юрьевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем», e-mail: tandor20@mail.ru; Пучков Николай Петрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры «Высшая математика», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

organizations and enterprises. The state finances priority programs and projects for mass digitalization of all spheres of human activity. In industry, the transition to professional standards is being carried out, in the higher education system, there are processes of fragmentary renewal of state educational standards for training specialists, in universities, current curricula, work programs are constantly being revised, and additional educational programs are being developed in accordance with the needs of the regional economy. In a number of specialist training areas, targeted admission of students is organized both with the aim of increasing the prestige of certain industries (for example, for the military-industrial complex (MIC)) and providing qualified workers for regions with personnel shortage. Targeted training becomes the most important indicator of the idea (and program documents) of integrating science, education and industry.

The traditional education system, being focused on the individual (basic) competencies formation, is not able to meet the needs of modern society for targeted specialists. Thus, it is necessary to search for new forms and approaches to the organization of the educational process, to ensure the unity of the theoretical and methodological foundations for the design of various kinds of professional educational programs, and their integration. All this is reflected in the new educational standards, curricula and educational programs. The key role in the issues of targeted training is assigned to the creation of a regional system of professional training of such specialists, since the territorial conditionality of universities is focused on training specialists for regional enterprises. At the same time, a wider circle of various kinds of specialists are involved in the design processes of new educational programs, who need to be armed with the methodology of pedagogical design.

The Federal Law "On Education in the Russian Federation" of December 29, 2012 No. 273-FZ does not actually regulate the content of additional vocational education programs, therefore, many methodological aspects of their design in educational organizations are not normatively fixed, although the provisions give rise to a number of significant problems.

The organization of specialist targeted training at Tambov State Technical University (TSTU) dates back to 1993 and is focused on the comprehensive satisfaction of the requirements of all subjects interested in targeted training: students, their parents, the state, the customer enterprise and the university. Since 2014, the targeted program "Development of an integrated system for training highly qualified personnel to military-industrial organizations of the Russian Federation (The Program "New personnel for the military industry")", has developed into 18 specialized educational programs delivered by the university. At the same time, the university is a system-forming link of targeted training in the region [1].

The primary task in this case is the high-quality development of the targeted training. In the last decade, the radio-electronic enterprises in Tambov have been characterized by such transformations as re-equipment with modern apparatus and equipment, widespread digitalization of production processes, the use of new computer programs, new forms of organizational work, restructuring and reallocation of full-time employees and much more. In the opinion of the administration and employees, on the one hand, this has led to an increase in labor productivity, and on the other, to an increase in workload per one individual by 1.5-2 times (mainly due to the need to master new skills and competences).

In this article, based on the analysis of experimental study data of employees' working conditions of customer enterprises and the needs of young specialists, the causes of major professional challenges in the workplace, the need for the development of targeted training programs and their content are identified; possible methods of development and implementation of target programs are described, the author's approach to the design of variable educational programs of target professional orientation is proposed.

Materials and methods

The first problem in the development of APP is the problem of their content. As part of the APP design is targeted training of radio-electronic specialists in 2015 – 2019. We carried out an experimental study, in which employees of organizations of the defense-industrial complex of the city of Tambov took part. The first problem is the small proportion of young employees (21 % under the age of 35), which is not sufficient to transfer experience and knowledge from the older generation to the young workers (personnel reproduction). At the same time, some employees occupy engineering positions, without having higher education qualification. Another problem is the transition to professional standards that affects the issues of establishing the employee's compliance with the type of position held and a certain type of professional duties.

We analyzed the reasons for the slow development of new production orders. In most cases, an increase in the volume of special individual orders require certain support both at the documentary and technical levels, which is consistent with the data of foreign authors.

In addition, the following factors negatively affect the efficiency of radio-electronic enterprises:

- lack of proper staffing;
- imperfection of the wage system.

It should be mentioned that modern enterprise workers must have the skills of innovation. The experience of training young specialists and (their mentors) for such activities has been practiced in our university for a relatively long time [2]. The primary task was to identify the profile of a modern specialist. For this purpose, the effectiveness of operation of various departments and divisions was assessed; the features of professional activity and the types of tasks to be solved were investigated. As quantitative indicators of efficiency, we studied the cost of working time for various types of professional activity during one working week. The ultimate goal was to identify an additional group of specialized professional competencies to which targeted training should be oriented.

A survey of employees of enterprises and leading specialists revealed the most significant reasons affecting production efficiency (structured in Table 1).

The overwhelming majority of respondents – 95 % – were able to cope with the workload; at the same time, 65 % of them answered that the increased workload insignificantly reduced the quality of the work they perform, and only 35 % confidently answered that the workload did not affect the quality of the work performed.

Table 1

Reasons affecting productivity

Response options	% of respondents
Increased professional workload resulting from increased workflow	79
Increased volume of accompanying documentation in the manufacture of products	46
Insufficient number of specialists in departments	15
Irrational labor organization in departments and structural divisions	5

The next part of the study concerned the assessment of the actual expenditure of working time for types of professional activity in solving the main professional tasks (Table 2). In the future, this was the initial information to streamline and highlight the group of specialized professional competencies and their component structure.

Table 2

The cost of working time in solving of professional problems

Competency indicators	% of the working time costs
<i>Research activities</i>	
Work on the computer, documentation	40
Work with regulatory documentation, reference books and literature	30
Consultations and discussions with colleagues of complex issues	20
Work on the study of the colleagues' experience, the search for new creative solutions	5
Self-control and verification of work performed	5
<i>Organizational and management activities</i>	
Work on the computer and the preparation of reporting documentation	40
Discussion of current issues with colleagues at meetings, planning and distribution of tasks	40
Self-check of performed work	5
Verification and evaluation of work performed by colleagues	15
<i>Design and technological activities</i>	
Work on the computer for the projection and preparation of design and technological documentation	60
Work with normative and technical documentation, standards and professional literature	5
Consultations of employees from other departments	15
Self-control of performed work and submission of reporting documentation	5
Discussing with colleagues current issues and tasks, for work planning	5
<i>Service and maintenance activities</i>	
Visual and instrumental inspection of objects	20
Preparation of equipment and research of components and parts on a computer	20
Work with documentation	20
Preparation of systems and stands for equipment testing and adjustment	5
Equipment health research	25
Self-monitoring of performed work	5
Consultations of colleagues	5

Table 3

**The competency model as a profile of a modern specialist
subject to targeted training**

Competency components		
Professional component		Industry-wide (universal and general professional competences)
Specialized professional competences	Professional competences from professional standards	
Research	Structural components of competencies	
Organization and management	– Motivational and valuable (professional motives and interest in the profession, willingness to work in the specialty, to professional development);	
Design and technology	– Functional and creative (professional knowledge, skills; readiness to develop, replenish and improve them; ability to carry out professional activities);	
Service and maintenance	– Reflexive-evaluative (the ability to make decisions independently and take responsibility; the ability to critically evaluate others; objective self-esteem);	
	– Communicative (sociability; ability to work in a team; knowledge of the ethics and conduct code norms in the team)	

The results of the study highlighted the most labor-intensive activities, including modeling, design and tuning of radio communication complexes, teamwork, implementation of research scientific and innovative projects.

Based on the research carried out, a competence model (a portrait of a modern specialist) was determined, presented in Table 3.

The basic skills of workers, demanded by modern production, are revealed: communicative interaction; exercise control and self-control of the work performed; ability to make non-standard decisions and creative approaches to solving professional problems

The implemented research methodology made it possible to identify, structure, substantiate the competencies that determine the content of the professional work of radio-electronic specialists, which should be targeted by the APP.

Research results

The specific difficulties of designing the APP are determined by the presence of specific factors, many of which are clearly not measurable, therefore they cannot be mathematically processed and thus provide the possibility of choosing an optimal APP. Regional factors also have a significantly impact. The development of such programs involves direct participation of almost all stakeholders who are interested in the results of their implementation - teachers, students and their parents, customers, industry, the government. Therefore, these programs solve not just problems of the economy, but also the didactics of higher education, as well as numerous organizational and educational problems, such as selecting forms of education, a specific place of study, a schedule of classes, administrative guidance of the educational process, etc. the conditions of variable educational programs [3], programs that

meet the objectives of national, regional and local socio-cultural characteristics and traditions, ensuring that the individual characteristics of students and their interests are taken into account.

Considering the fact that it takes a lot of time to conduct pedagogical professional experiments in order to verify the validity of the ideas and proposals put forward, it is most realistic to make operational decisions on the content, structure, conditions for the APP design aimed at the timely implementation of innovative projects on the basis of expert assessments of various options by specialists, using methods of scientific planning and methods of statistical processing of the results. The experience of our work allows us to assert that ideology can be considered a “strategist” in real life.

The term “strategy” in our study means primarily the choice of the methodological foundations for the APP design, ensuring the achievement of the required quality of targeted training of specialists, taking into account the socio-economic situation and psychological characteristics of both students and customers.

Taking into account the dynamically changing nature of professional tasks reflected in specific target results [4], the most expedient was the use of the idea of stage-by-stage design as the first strategy [5], in accordance with which the holistic process of designing the APP for targeted training is divided into a set of several stages, at each of which the entire set of actions is subjected to an evaluative analysis, given the emerging new conditions and available solutions, and each step is based on an assessment of possible consequences and possible subjective counteractions. At the same time, the main design tasks, from a methodological point of view, are the following sequence of actions: motivation (disclosure of the relevance of the project), concept formation (solving existing problems of socio-economic development), direct creation of a project, its implementation (execution), verification of the adequacy of the solution of the assigned tasks, assessment of effectiveness [6]. The results of solving each of the listed tasks necessarily predetermine the implementation of the subsequent ones, which thus ensures the implementation of the principle of the continuity of the design process.

As a result of the analysis of pre-project studies, we have chosen the a three-level design methodology, implemented in four stages and based on methodological approaches and methods as a second strategy (Table 4).

At each of the identified main stages, it is possible to perform smaller ones corresponding to the structure of the tasks being solved.

It is assumed that APPs are aimed at the formation of specialized professional competencies (**SPCs**) (see Table 3), ensuring the implementation of specific professional tasks for the targeted training of specialists, so that a competence model of a specialist that satisfies the modern profile is created.

Given the significant financial costs of training engineering personnel (extra-budgetary training costs at least 90 000 rubles / year), it is not advisable to make a mistake with the formation of professional competencies, a quality guarantee for targeted training of engineering personnel is required. This makes it possible to offer the third strategy – the implementation of actions to improve the scientific and methodological apparatus through the selection of the optimal combination of methods at each stage of the APP design and informed decision-making at each methodological level of design.

Table 4

Strategized methodology for APP stage design

Methodological Levels of APP Stage Design				
Levels	Target	Functional technological	Assessment	
Theoretical and methodological approaches	Competency, system, process, praxeological	Integrative-modular, systemic, environmental, personality-oriented	Qualimetric, synergetic, process	Synergetic, qualimetric, cybernetic
Methods	Timing the complexity of production activities	Method of expert assessments (phased re-evaluation of the results according to the Bayes formula)	Qualimetric method	Expert judgment, questioning
Stages	1. Stage Identification or clarification of the competencies composition	2. Stage Identification or clarification of the competencies composition	3. Stage Development of criteria and indicators for assessing competencies	4. Stage Assessment of the degree of predisposition to the type of professional activity
Result	Competency model	Organization of technology target training	Evaluation matrix	Certificate of readiness (disposition)

The three-level design methodology used has characteristics inherent to each level:

- the target level provides for the selection of didactic mechanisms for identifying and clarifying the composition of SPCs;
- functional and technological level contains didactic mechanisms and methods for choosing the technology (methodology) of professional training, ensuring the readiness of students to meet the requirements of target training;
- the assessment level provides for the solution of two tasks: the development of criteria and indicators for the SPC assessment and evaluation of students' professional predisposition to the type of professional activity, their orientation to a specific type of activity (specific type of industry).

The selection of the optimal combination of methods used at each stage of the APP design for targeted training (see Table 4) makes it possible to make the sequence of actions for the design reasonable and ensuring the formation of the required portrait of a modern specialist in the radio-electronic profile.

The fourth strategy is the use of the principle of dynamic variability in the design, which consists in the fact that several alternative options are formulated, which are subjected to careful examination. As a result, the best option is determined, or everything is rejected in order to formulate new ones. The main criterion for the priority of options is the assessment of the probability of the proposed options according to Bayes' formula and the reassessment of the hypotheses put forward [5]. Thus, a reasonable choice of the most effective teaching technology (method of program implementation) is provided in the

context of dynamically changing requirements for the level of professional competencies of graduates [3].

The principle of dynamic variability (the corresponding stratagem) was used by us to substantiate the choice of concentrated teaching as the main form of targeted training of students in the APP [5].

Each of the alternative options usually has both advantages and disadvantages. The university is faced with the task of choosing an option that will allow, with the highest probability, to solve the problem of forming the competencies required by the educational standard and additional agreement. To reduce the likelihood of errors in the prompt decision-making of the indicated problems, as a separate fifth strategy, we single out the methodology for choosing a priority option (forms of learning, technology / teaching methods) and building a decision-making algorithm, using an iterative algorithm for sequential involvement of experts and a Bayesian approach for re-evaluating the examination results [2].

The ability to outline the most effective pedagogical trajectories consists in the application of the Foresight methodology, which consists in generalizing the disparately existing expert positions (including by “pushing” experts against each other) [4]. Considering that each expert is not absolutely confident in making a decision, we can only talk about the probability of making an informed decision, which can be independently assessed, i.e. the priority place of the project and the confidence level of the decision made can be indicated. An expert assessment can be carried out simultaneously by several experts, and the results then undergo statistical processing. In our practice, it turned out to be a more acceptable option of consistently attracting experts, when their number can be optimized. The algorithm for choosing a priority option among the selected ones was discussed in detail in [5], using a specific example. It confirms our main idea that the process of the APP design should be considered as a sequence of strategies that ensure optimal quality achievement of the set goal.

Thus, the process of the APP design presented in the article includes a sequence of the following strategic actions: selecting design stages, using at each stage a three-level methodology (goal-technology-assessment), improving the methodology based on dynamic variability methods and choosing the best option using probabilistic mathematical methods.

The initial information for the content of the programs is the demands of the economy, production and the real conditions for their implementation at a particular enterprise, with regard to trainees' interests. In terms of the ideas presented, about 20 educational modules have been developed, approved by the academic community (within the framework of the implementation of the targeted program “New Defense Industry Personnel”) and are being implemented at the university, including “Development of intelligent means and radio communication systems”, “Design of intelligent electronic warfare systems”, “Design and operation of modern mechatronic systems at defense industry enterprises”, etc.

The accomplishment of targeted training, as well as the achievement of the planned educational outcomes, is assessed annually by the criteria for a comprehensive assessment of the quality of university training.

Discussion and conclusions

Summarizing the above, it can be noted that the process of the APP design is a creative process, embedding professional and pedagogical actions to form new, experimentally identified competencies into the current structure of state educational programs. Most rationally, such work should be carried out in stages, relying on the identified stratagems as tools to ensure the required level of quality in the design of the APP for targeted training. This paper completes a whole cycle of studies conducted by the authors [2, 4, 5], being its logical continuation on the APP design, which allows us to conclude that modern educational programs should meet the needs of a dynamically developing society, in which more and more attention is focused on targeted training of specialists, embodying the idea of integrating science, education and industry. The practical significance of the study lies in the possibility of using this methodology for the APP design for targeted training of specialists for high-tech military industries, faced with ongoing update of their work. The proposed recommendations for organizing the design of educational programs in technical universities in Russia will contribute to the formation of educational competencies among the teaching staff and production competencies among students. The results of this study can be used by education specialists and industrial workers. Further development of the conducted research can be the development of a system for automated selection of the APP content (from universal blocks) based on the analysis of the requirements of the customer enterprise.

This work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (No. 20-08-00091).

References

1. Aleksandrov D.A., Tenisheva K.A., Savel'yeva S.S. [Mobility without risks: educational path “to the university through college”], *Voprosy obrazovaniya* [Education Issues], 2015, no. 3, pp. 66-91, doi: 10.17323/1814-9545-2015-3-66-91. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Puchkov N.P., Dorokhova T.Yu. [Designing a system of concentrated practice-oriented training of specialists for high-tech industries], *Alma mater*, 2018, no. 2, pp. 52-57, doi: 10.20339/AM.2-18.052 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Dorokhova T.Yu. [Regional system of targeted training of testers for the defense industry], *Pravo i obrazovaniye* [Law and education], 2019, no. 6, pp. 83-89. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Volkov A.Ye., Kuz'minov Ya.I., Remorenko I.M., Rudnik B.L., Frumin I.D., Yakobson L.I. [Russian education - 2020: a model of education for an innovative economy], *Voprosy obrazovaniya* [Educational issues], 2008, no. 1, pp. 32-64. (In Russ.)
5. Dorokhova T.Yu., Puchkov N.P. [Bayesian approach to the problems of determining the priorities of pedagogical projects], *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovaniye* [Continuum. Maths. Informatics. Education], 2019, no. 3 (15), pp. 30-35. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Blokhin V.A., Kozlov A.I., Muromtsev D.Yu. [Dynamic variance (alternativeness) in project management], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2003, vol. 9, no. 3, pp. 390-405. (In Russ., abstract in Eng.)

Список литературы

1. Александров, Д. А. Мобильность без рисков: образовательный путь «в университет через колледж» / Д. А. Александров, К. А. Тенишева, С. С. Савельева // Вопросы образования. – 2015. – № 3. – С. 66 – 91. doi: 10.17323/1814-9545-2015-3-66-91.
2. Пучков, Н. П. Проектирование системы концентрированной практико-ориентированной подготовки специалистов для высокотехнологичных производств / Н. П. Пучков, Т. Ю. Дорохова // Alma mater. – 2018. – № 2. – С. 52 – 57. doi: 10.20339/AM.2-18.052
3. Дорохова, Т. Ю. Региональная система целевой подготовки испытателей для ОПК / Т. Ю. Дорохова // Право и образование. – 2019. – № 6. – С. 83 – 89.
4. Российское образование – 2020: модель образования для инновационной экономики / А. Е. Волков, Я. И. Кузьминов, И. М. Реморенко [и др.] // Вопросы образования. – 2008. – № 1. – С. 32 – 64.
5. Дорохова, Т. Ю. Байесовский подход к проблемам определения приоритетов педагогических проектов / Т. Ю. Дорохова, Н. П. Пучков // Continuum. Математика. Информатика. Образование. – 2019. – № 3 (15). – С. 30 – 35.
6. Блохин, В. А. Динамическая вариантность (альтернативность) при управлении проектами / В. А. Блохин, А. И. Козлов, Д. Ю. Муромцев // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2003. – Т. 9, № 3. – С. 390 – 405.

Проектирование вариативных программ целевой подготовки в техническом вузе

Т. Ю. Дорохова, Н. П. Пучков

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

Ключевые слова: целевое обучение; дополнительные профессиональные программы; стратегия; пошаговая методика построения вариативных образовательных программ.

Аннотация: Рассмотрены вопросы использования методов динамической вариативности при разработке дополнительных профессиональных программ (ДОП) в вузе, обеспечивающим целевую подготовку специалистов. Процесс проектирования представлен как последовательность действий для пошагового глубокого изучения ситуаций и позиций всех субъектов, заинтересованных в результатах. На основе анализа проблем современного производства предложены конкретные рекомендации по теории и практике проектирования ДОП в условиях постоянного изменения производственных задач. Выявлено, что обеспечение качества целевого обучения в университете достигается за счет разработки ДОП, основанной на разделении процесса проектирования на определенные этапы; использования многоуровневой методологической структуры проектирования; принципа динамической вариативности конструкции; итерационного алгоритма для последовательного привлечения экспертов и байесовского подхода для переоценки результатов экспертизы с целью разработки оптимального решения.

© Т. Ю. Дорохова, Н. П. Пучков, 2021

ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЯ «ВЕРОЯТНОСТЬ И СТАТИСТИКА» В СОСТАВЕ КУРСА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

А. Д. Нахман

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

Рецензент д-р техн. наук, доцент С. В. Плотникова

Ключевые слова: внутрипредметные связи; высшая математика; модельный подход.

Аннотация: Рассмотрена проблема обеспечения естественной и логически обоснованной «встроенности» стохастического модуля в общий курс высшей математики. Предложено ее решение как структурными средствами построения математических теорий (первичные понятия, аксиомы, определения, теоремы), так и средствами установления внутрипредметных связей. Продемонстрированы, в частности, связи стандартных распределений с теорией суммирования рядов. Утверждается, что практико-ориентированная направленность стохастических знаний и методов достигается «модельным» подходом, то есть приведением процесса решений задач в соответствие со стандартными этапами математического моделирования. На примере рассмотрения эмпирических степенных моментов предложено ознакомление обучающихся с некоторыми современными идеями математического анализа. В частности, приведен алгоритм восстановления непрерывных теоретических распределений, основанный на теоремах сходимости средних разложений Фурье–Чебышева.

Введение

Реализация компетентностного подхода по ряду направлений / специальностей инженерной подготовки предполагает, в соответствии с ФГОС, формирование у выпускников способности «применять математические и естественнонаучные знания, использовать методы математического анализа и моделирования, методы естественных наук при решении задач профессиональной деятельности»; например, компетенция ОПК-1 в перечне результатов обучения по специальности «08.05.02 – Строительство,

Нахман Александр Давидович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика», e-mail: alextmb@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей» [1]. Одним из индикаторов достижения компетенции является умение обрабатывать расчетные и экспериментальные данные вероятностно-статистическими методами. Таким образом, приобретение стохастических знаний и умений является неотъемлемой частью математической подготовки будущих инженеров.

В соответствии с принятой в каждом конкретном вузе основной образовательной программой теория вероятностей и математическая статистика могут изучаться в одном из двух вариантов: отдельным курсом или как один из модулей в составе курса математики. В настоящей статье проанализируем особенности второго варианта, уточним возникающие при этом методические задачи и наметим пути их решения.

Стохастический модуль: основные задачи

При изучении стохастики, в особенности на ее начальном этапе, «на поверхности» оказываются задачи, решаемые в одно или несколько арифметических действий (вычисление классической вероятности, нахождение числовых характеристик эмпирических распределений и др.), что создает у студентов впечатление о скудности и примитивности соответствующего математического аппарата и порождает кажущееся противоречие между вероятностно-статистическими инструментами и глубокими, сложными, строго обоснованными методами «основной» математики. Таким образом, порождается проблема обеспечения естественной и логически обоснованной «встроенности» стохастического модуля в общий курс математики. В значительной мере ее решение может быть достигнуто путем решения следующих задач:

- преодоления устоявшейся в среде студентов иллюзии, что теория вероятностей есть некоторая «побочная ветвь» математики, «несерьезная» математика, имеющая своим предметом моделирование одних лишь игровых ситуаций (монетки, игральные кубики, стрельба по мишени и т.п.);

- сохранения стандартной для математического курса схемы изложения: первичные, неопределяемые понятия; задачи, приводящие к введению нового понятия; определение и простейшие свойства вновь вводимого объекта; теоремы; примеры, в том числе – решение практико-ориентированных заданий;

- реализации внутриматематических (внутрипредметных) связей.

Отметим, что круг взаимоотношений стохастики с другими вопросами науки и практики не исчерпывается внутриматематическими связями. Так, например, в статье [2] отмечается, что именно в этой части курса математики студент получает интуитивные и практические представления о таких философских категориях, как случайное и необходимое, осознает, что в природе, обществе, во многих сферах человеческой деятельности, кроме привычного принципа детерминизма, действует принцип случайности.

Проанализируем каждую из поставленных выше задач.

Иллюзия об обособленности и примитивности вероятностно-статистической теории нередко подпитывается стилем изложения, однообразием и банальностью задачного материала. Зачастую акценты расставлены так, что основное внимание уделяется классической вероятности и заданиям

на непосредственное ее вычисление с использованием комбинаторных формул. При всей полезности данного материала следует помнить, что комбинаторика – предмет элементарной и (в некоторой степени) дискретной математики, что это всего лишь один из многих инструментов теории вероятностей. Вместе с этим студенты должны понимать ограниченность (недостатки) понятия классической вероятности: требование равновозможности исходов и конечности их количества. Проще всего указанная ограниченность и имеющаяся альтернатива демонстрируются на ситуациях, приводящих к понятию геометрической вероятности (см., напр., [3, с. 47 – 49]).

Задачи на вычисление вероятности того или иного события – благодатный материал для осознания студентами концепции математического моделирования. При этом простота сюжета задачи не служит препятствием к такому осознанию: студент должен понимать, что сюжет остается за рамками математической модели, а именно – в составе содержательной модели. Математическая же модель использует формализацию сюжета и является автономной математической задачей. Возвращение к сюжету происходит по получению решения задачи – на стадии интерпретации модели. При этом действует принцип множественности содержательных моделей, отвечающих одному (достаточно общему) решению. Примером может служить задача о выборке. А именно, многочисленные сюжеты укладываются в следующую абстрактную схему. Пусть среди N объектов имеется M меченых (например, окрашенных шаров, фальшивых купюр и т.д.; $0 < M < N$). Какова вероятность события A , состоящего в том, что среди извлеченных случайным образом K объектов окажется ровно L меченых ($0 \leq L \leq M$)? Ответом на вопрос служит результат вычисления

$$P(A) = \frac{C_M^L C_{N-M}^{K-L}}{C_N^K},$$

где каждое выражение вида C_n^k есть число сочетаний из n по k .

Другой пример множественности моделей связан с так называемой схемой альтернатив, введенной в [4]. Речь идет об альтернативе «или A и B , или не A и C ». Каждое событие D , укладывающееся в эту схему, может быть представлено в виде суммы двух несовместных произведений

$D = AB + \bar{A}C$. Следовательно, соответствующая вероятность вычисляется в виде

$$P(D) = P(A)P_A(B) + P(\bar{A})P_{\bar{A}}(C).$$

В схему альтернатив включаются формулы полной вероятности для двух гипотез

$$P(D) = P(A)P_A(D) + P(\bar{A})P_{\bar{A}}(D)$$

и вероятности наступления только одного из двух независимых событий A и B

$$P(D) = P(A)P(\bar{B}) + P(\bar{A})P(B).$$

Таким образом, «модельный» подход демонстрирует прикладную направленность вероятностно-статистических методов и согласуется с алгоритмами решения практико-ориентированных задач в других разделах курса математики.

Стохастический модуль: структурные вопросы

Подход к вероятности как некой абстрактной категории вписывается в общую схему построения математических теорий. Событие и вероятность могут считаться первоначальными понятиями, свойства которых заранее постулируются. А именно, вводится понятие алгебры событий, а такие характеристики, как несовместность и полнота группы событий, могут быть выражены в терминах операций над событиями. Так, события A и B называют несовместными, если $AB = \emptyset$, а группу событий $A_1, A_2, \dots, A_n$ называют полной, если $A_1 + A_2 + \dots + A_n = E$ (символ $\emptyset$ здесь означает невозможное событие, а символ E – достоверное).

Следует обратить внимание студентов на то обстоятельство, что построение алгебры событий вполне аналогично построению алгебры высказываний и «вписывается» в концепцию булевых алгебр [5, с. 4 – 17; 6].

Вероятность $P = P(A)$ события A рассматривается как численная мера степени объективной возможности наступления события. А именно, за единицу измерения принимается вероятность достоверного события, а нижней (нулевой) границей соответствующей шкалы служит вероятность невозможного события. Такой, достаточно общий, подход является, по сути, теоретико-множественным (кортежным) [7]; с данным подходом студент уже ознакомлен на примерах числовых функций одной и многих переменных, векторной функции скалярного аргумента и др. Задание вероятности есть задание пар $(A; P(A))$, $A \in \Omega$, на декартовом произведении $\Omega \times [0; 1]$, где Ω есть алгебра событий.

Студент, владеющий основными понятиями нечеткой логики, легко обнаружит аналогию между такой ее категорией, как функция принадлежности, и вероятностью события.

Изложенный подход к понятию вероятности близок к аксиоматическому, однако система требований на самом деле здесь оказывается избыточной. Непосредственное рассмотрение системы аксиом может быть предложено студентам с достаточно высоким уровнем математической подготовки. А именно, в этом случае понятие вероятности можно задать путем введения следующих постулатов:

1) $P(A) \geq 0$ (неотрицательность) для всякого $A \in \Omega$;

2) $P(E) = 1$ (нормированность вероятности);

3) $P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = \sum_{k=1}^n P(A_k)$ для попарно несовместных событий $A_1, A_2, \dots, A_n$ (аксиома аддитивности);

4) $P(A_1 + A_2 + \dots + A_n + \dots) = \sum_{k=1}^{\infty} P(A_k)$ (расширенная аксиома аддитивности для попарно несовместных событий).

В случае аксиоматического определения вероятности свойство

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1, \quad (1)$$

выполненное для всякой пары противоположных событий $A, \bar{A}$, является уже простейшей теоремой; оно вытекает из аксиом нормированности и аддитивности

$$1 = P(E) = P(A + \bar{A}) = P(A) + P(\bar{A}).$$

В частности, $P(\emptyset) = 1 - P(E) = 1 - 1 = 0$.

Другой простейшей теоремой является утверждение $P(A) \leq 1$, справедливое для всякого события A . Оно следует из свойства (1) и аксиомы неотрицательности

$$1 = P(A) + P(\bar{A}) \geq P(A).$$

Продemonстрированные только что общие подходы к понятию вероятности должны быть затем интерпретированы на конкретных моделях. Речь идет о классической и геометрической вероятностях; студенты должны понимать, что в конкретных случаях постулаты 1) – 4) априори могут быть и невыполненными, а поэтому должны быть *проверены*. Так, формулировка утверждения «классическая вероятность суммы попарно несовместных событий равна сумме их вероятностей» должна уступить место формулировке «для классической вероятности аксиома 3) имеет место».

Следует отметить, что модели понятия вероятности различаются не только способом образования алгебры событий (в классическом случае – всевозможные результаты эксперимента, в геометрическом – всевозможные измеримые подмножества данного множества), но и свойствами вероятности. Например, если в классическом случае достоверное событие, и только оно, имеет вероятность, равную единице, то в геометрическом $P(A) = 1$ возможно не только для достоверного, но и некоторых случайных событий A .

Таким образом, аксиоматический подход и обнаружение аналогий с понятиями и операциями математической логики могут рассматриваться как средства решения второй из выше поставленных задач.

Реализация внутрипредметных связей

Обратимся к вопросам реализации внутрипредметных связей. Изучение теории вероятностей и математической статистики опирается на понятия, факты и методы математического анализа: теорию пределов, дифференциальное исчисление, определенные и несобственные интегралы, кратные интегралы, ряды (включая суммирование рядов) и др.

В таблице 1 представлены некоторые из вероятностно-статистических категорий, соответствующий им опорный материал, а также смежные математические понятия и факты, использующиеся при распространениях и обобщениях.

Таблица 1

Вероятностно-статистические категории

Опорный материал	Вероятностно-статистическая категория	Смежные понятия и факты
Комбинаторные формулы	Схема Бернулли. Биномиальное распределение	Бином Ньютона. Полиномиальная схема
Замечательные пределы	Формула Пуассона	Предельные теоремы в схеме Бернулли: асимптотика факториалов, формула Стирлинга, «переход» интегральных сумм в интегралы
Степенные ряды	Специальные дискретные распределения	Суммирование рядов
Определенные интегралы. Несобственные интегралы	Непрерывные распределения. Нормальное распределение	Специальные интегралы. Интеграл Эйлера–Пуассона
Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	Выборочное уравнение регрессии	Аппроксимативные методы
Степенные моменты	Числовые характеристики теоретических и эмпирических распределений	Метод моментов оценки параметров распределения. Центральная предельная теорема. Восстановление распределений

Остановимся подробнее на вышеуказанных внутрипредметных связях.

1. Одним из способов получения числовых характеристик биномиального распределения является непосредственное суммирование с использованием разложения бинома Ньютона. Так, продемонстрируем, например, получение соответствующей формулы математического ожидания. Если

$$P_n(k) = C_n^k p^k q^{n-k}$$

– вероятность Бернулли наступления данного события ровно k раз в n однотипных опытах (p – вероятность наступления события в единичном опыте, $q = 1 - p$, C_n^k – число сочетаний из n по k), то математическое ожидание числа наступления события в n опытах вычисляется в виде

$$\begin{aligned}
 a &= \sum_{k=1}^n k P_n(k) = \sum_{k=1}^n k \frac{n(n-1)!}{k(k-1)!((n-1)-(k-1))!} p p^{k-1} q^{(n-1)-(k-1)} = \\
 &= n p \sum_{k=1}^n \frac{(n-1)!}{(k-1)!((n-1)-(k-1))!} p^{k-1} q^{(n-1)-(k-1)} = n p \sum_{k=1}^{n-1} C_{n-1}^k p^k q^{(n-1)-k} = \\
 &= n p (p + q)^{n-1} = n p 1 = n p ;
 \end{aligned}$$

на последнем шаге разложение

$$\sum_{k=1}^{n-1} C_{n-1}^k p^k q^{(n-1)-k} \text{ «свернуто» по формуле бинома в } (p+q)^{n-1}.$$

2. Доказательства формулы Пуассона

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P_n(k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} \quad (\lambda = np = \text{const}),$$

как известно [3, с. 66], опирается на существование второго замечательного предела. При рассмотрении стохастического компонента в общем курсе математики приводят также два других важных факта – локальную и интегральную теоремы Лапласа. Считаем полезным, не приводя полного доказательства, указать используемые при этом идеи. В случае локальной теоремы речь идет об асимптотической формуле Стирлинга для факториалов больших чисел

$$n! e^{-n} \sqrt{2\pi n} (1 + \alpha_n), \text{ где } \alpha_n \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty.$$

Доказательство же интегральной теоремы основано на идее преобразования суммы

$$P_n(k_1 \leq k \leq k_2) = \sum_{v=k_1}^{k_2} P_n(v)$$

в интегральную сумму, а затем, путем предельного перехода (при $n \rightarrow \infty$), в разность значений интегральной функции Лапласа

$$\Phi(x) = \int_0^x \varphi(t) dt \text{ в точках } x_2 = \frac{k_2 - np}{\sqrt{npq}} \text{ и } x_1 = \frac{k_1 - np}{\sqrt{npq}};$$

здесь $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$. При этом значения функций $\varphi(x)$ и $\Phi(x)$ (эти значения

представлены в таблицах) могут быть приближенно получены с помощью разложений экспоненциальной функции в степенной ряд и (в случае $\Phi(x)$) путем почленного интегрирования ряда. Тем самым устанавливается связь предельных теорем в схеме Бернулли с теорией степенных рядов.

Интегральная функция Лапласа возникает и в других разделах вероятностно-статистической теории, например, в разделе «Нормальное распределение». В частности, используется равенство $\Phi(\infty) = \frac{1}{2}$, которое есть ничто иное, как значение интеграла Эйлера–Пуассона. В свою очередь значение данного интеграла может быть получено средствами перехода к полярным координатам в двойном интеграле. Таким образом, устанавливается связь схемы Бернулли с кратными интегралами.

Стоит отметить возможность применения предельных теорем в обосновании закона больших чисел Бернулли в условиях «сжатой реализации» вероятностно-статистического модуля. А именно, если $w_n(A) = \frac{m_A}{n}$ –

относительная частота события A в n опытах и $p = p(A)$ – его вероятность, то для любого $\varepsilon > 0$ имеет место соотношение

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left(\left|\frac{m_A}{n} - p(A)\right| < \varepsilon\right) = 1. \quad (1)$$

В качестве обоснования этого закона приведем следующие соображения. Поскольку выражение под знаком предела может быть записано в виде

$$P(np - n\varepsilon < m_A < np + n\varepsilon),$$

то оно представимо приближенно разностью значений

$$\Phi\left(\varepsilon\sqrt{\frac{n}{pq}}\right) - \Phi\left(-\varepsilon\sqrt{\frac{n}{pq}}\right) = 2\Phi\left(\varepsilon\sqrt{\frac{n}{pq}}\right),$$

и при $n \rightarrow \infty$ получаем предел в левой части (1) равным $2\Phi(\infty) = 1$, что и утверждалось.

3. При рассмотрении дискретных величин с бесконечным количеством значений активно используются понятия и факты, изученные в теме «Числовые и функциональные ряды». Так, например, нахождение числовых характеристик геометрического распределения связано с суммированием степенных рядов. А именно, речь идет о случайной величине X , представляющей собой число испытаний, проведенных до первого появления A в схеме Бернулли; $p = p(A)$, $q = 1 - p$. Ясно, что ряд распределения X имеет вид

X	1	2	3	...	m	...
P	p	pq	pq^2	...	pq^{m-1}	...

Математическое ожидание есть сумма ряда

$$M(X) = \sum_{m=1}^{\infty} x_m p_m = \sum_{m=1}^{\infty} m p q^{m-1} = p \sum_{m=1}^{\infty} \frac{dq^m}{dq}.$$

Далее,

$$\sum_{m=1}^{\infty} \frac{dq^m}{dq} = p \frac{d}{dq} \left(\sum_{m=1}^{\infty} q^m \right),$$

поскольку степенной ряд $\sum_{m=1}^{\infty} q^m$ можно почленно дифференцировать на области сходимости $q \in (0; 1)$. Получаем тогда

$$M(X) = p \frac{d}{dq} \left(\frac{q}{1-q} \right) = p \frac{(1-q) + q}{(1-q)^2} = \frac{p}{p^2} = \frac{1}{p}.$$

Подобные связи с теорией рядов возникают при рассмотрении и других специальных распределений, например, распределения Пуассона.

4. Рассмотрение непрерывных распределений напрямую связано:

– с определенными интегралами (вероятность принятия случайной величиной значений в данном интервале);

– несобственными интегралами (свойство нормированности плотности распределения, числовые характеристики);

– с интегралами, обладающими переменным верхним пределом (восстановление функции распределения по плотности распределения).

Наиболее важным из непрерывных распределений является распределение нормальное.

Как отмечалось выше, оно связано со значениями интегральной функции Лапласа и специальным интегралом Эйлера–Пуассона. Так, нахождение числовых характеристик нормального распределения может быть предложено студентам в качестве задания для самостоятельного выполнения, поскольку служит полезным упражнением в технике интегрирования (например, интегрировании по частям).

5. В том случае, когда ищется зависимость $y = \varphi(x; \alpha, \beta, \dots)$ (так называемое выборочное уравнение регрессии), «наилучшим образом» описывающая расположение точек (x_j, y_j) , $j = 1, 2, \dots$, на диаграмме рассеяния, применяют методику минимизации суммы квадратов отклонений

$$\Phi(\alpha, \beta, \dots) = \sum_{j=1}^n (y_j - \varphi(x_j; \alpha, \beta, \dots))^2$$

посредством надлежащего выбора параметров $\alpha, \beta, \dots$. Инструментом такого выбора оказываются необходимые условия экстремума функции $\Phi(\alpha, \beta, \dots)$, состоящие в том, что все ее частные производные по переменным $\alpha, \beta, \dots$ должны обратиться в ноль: $\Phi'_\alpha = \Phi'_\beta = \dots = 0$.

Если числа $\alpha, \beta, \dots$ определяются однозначным образом, то они и будут искомыми точечными оценками параметров $a, b, \dots$ в уравнении регрессии. Таким образом, актуализируются знания и умения, приобретенные обучающимися в процессе изучения дифференциального исчисления функций нескольких переменных.

6. Степенные моменты (в интегральной форме) знакомы студенту по механическим приложениям интегралов. Как оказывается, данное понятие вновь «всплывает» при рассмотрении числовых характеристик случайных величин. Так, математическое ожидание служит начальным моментом первого порядка, а дисперсия – центральным моментом второго порядка; при этом начальные и центральные моменты непрерывных распределений определяются в виде

$$\nu_l = \int_{-\infty}^{\infty} x^l f(x) dx \text{ и } \mu_l = \int_{-\infty}^{\infty} (x - M(X))^l f(x) dx, \quad l = 1, 2, \dots,$$

соответственно. Формула вычисления дисперсии может быть выражена в терминах моментов следующим образом: $\mu_2 = \nu_2 - (\nu_1)^2$. Далее, моменты распределений используются в формулировке условия центральной предельной теоремы. Кроме того, следует отметить метод моментов как метод получения точечных оценок параметров эмпирических распределений. Более подробную информацию о выборочных моментах эмпирических распределений студенты могут самостоятельно изучить по источнику [5, с. 169 – 172].

Восстановление непрерывных теоретических распределений

В соответствии с Концепцией развития математического образования в РФ «...образовательные организации высшего образования должны обеспечить передовой уровень фундаментальных и прикладных исследований в области математики и их использование в математическом образовании» [8]. С указанным тезисом согласуется «аппроксимативная методика» восстановления непрерывных теоретических распределений, основанная на теоремах сходимости средних разложений Фурье [9]; для определенности рассматриваем распределения на отрезке $[-1; 1]$. Изложение методики (в упрощенном виде) может быть сведено к следующим положениям.

1. На основе выборочных данных (свидетельствующих о наличии непрерывного теоретического распределения) строится система начальных эмпирических моментов $\{v_1, v_2, \dots\}$.

2. Конструируются агрегаты вида

$$c_0 = \frac{1}{2}, \quad c_k = 2^{k-1} v_k + \sum_{l=0}^{k-1} \beta_l v_l, \quad k = 1, 2, \dots,$$

в которых $\{\beta_l\}$ – последовательность коэффициентов разложения

$$\cos n\tau = 2^{n-1} \cos^n \tau + \sum_{k=0}^{n-1} \beta_k \cos^k \tau, \quad n = 1, 2, \dots; \quad \beta_0 = 1.$$

3. Рассматривается система многочленов Чебышева

$$\left\{ p_0(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}, \quad p_n(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cos(n \arccos x), \quad n = 1, 2, \dots \right\}.$$

4. Иницируется процесс

$$f(x) \sqrt{1-x^2} = \lim_{n \rightarrow +\infty} \sum_{k=0}^n \lambda_k^n c_k p_k(x),$$

в котором λ_k^n – элементы произвольной треугольной матрицы

$$\Lambda = \left\{ \lambda_k^n, \quad k = 0, 1, \dots; \quad n = 0, 1, \dots; \quad \lambda_0^n = 1; \quad \lambda_k^n \rightarrow 1 \quad (n \rightarrow \infty) \right\},$$

удовлетворяющей условию квазивыпуклости; например,

$$\lambda_k^n = 1 - \frac{k}{n+1}, \quad k = 0, \dots, n; \quad \lambda_k^n = 0 \quad \text{при } k > n$$

(см. [10, с. 594]).

Полученная таким образом функция $f(x)$ аппроксимирует искомую плотность теоретического распределения, «сглаживая» при этом разрывы первого рода (если они имеются).

Наиболее успешным студентам может быть предложен творческий проект, темой которого является разработка соответствующего вычислительного алгоритма.

Заключение

Изложение модуля «Вероятность и статистика» в составе курса математики (в сравнении с «изолированным» курсом стохастики) обладает определенным своеобразием. Прежде всего, здесь должна быть преодолена иллюзия «упрощенности», элементарности положений стохастики. Особое внимание следует уделить практико-ориентированной направленности стохастических знаний и методов, что достигается «модельным» подходом, то есть приведением процесса решений задач в соответствие со стандартными этапами математического моделирования (содержательная модель – формализация – решение математической задачи – интерпретация решения).

Концепция «встроенности» вероятностно-статистического модуля в общий курс математики реализуется как структурными средствами построения математических теорий (первичными понятиями, аксиомами, определениями, теоремами), так и средствами установления внутрипредметных связей; в последнем случае значительное внимание должно быть уделено моментам распределения. Предложенные подходы способствуют интенсификации изложения и подчеркивают общность и универсальность основных математических идей и приемов.

Список литературы

1. Федеральные государственные образовательные стандарты. – Текст : электронный // Национальная ассоциация развития образования и науки. – URL : <https://fgos.ru/> (дата обращения: 30.08.2020).
2. Аристова, Е. Ю. Методика преподавания курса «Теория вероятностей и математическая статистика» в техническом вузе / Е. Ю. Аристова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 12-4. – С. 64 – 66.
3. Гутер, Р. С. Основы теории вероятностей / Р. С. Гутер, Б. В. Овчинский. – М. : Просвещение, 1967. – 159 с.
4. Нахман, А. Д. Технологические приемы решения вероятностных задач. – Текст : электронный / А. Д. Нахман // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – 6 с. – URL : <http://science-education.ru/ru/article/view?id=9613> (дата обращения: 30.08.2020).
5. Чистяков, В. П. Курс теории вероятностей / В. П. Чистяков. – 3-е изд., испр. – М. : Наука, 1987. – 240 с.
6. Нахман, А. Д. Задачи на вычисление вероятности события / А. Д. Нахман // Математика в школе. – 2011. – № 1. – С. 34 – 41.
7. Нахман, А. Д. Инновационные подходы к понятию функции в курсе математики / А. Д. Нахман // Вестн. Тульского гос. ун-та. Серия: Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. – 2019. – № 1 (18). – С. 167 – 170.
8. Концепция развития российского математического образования. – Текст : электронный. – URL : www.math.ru/conc/vers/conc-3003.html (дата обращения: 30.08.2020).
9. Nakhman, A. D. Semigroups of Bounded Transforms of Weighted Lebesgue Spaces / A. D. Nakhman, B. P. Osilenker // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2016. – № 5. – 8 с. – URL : www.science-sd.com/467-25072 (дата обращения: 30.08.2020).
10. Аткинсон, Ф. Дискретные и непрерывные граничные задачи / Ф. Аткинсон ; пер. с англ. И. С. Иохвидова, Г. А. Каральник. – М. : Мир, 1968. – 750 с.

References

1. <https://fgos.ru/> (accessed 30 August 2020).
2. Aristova Ye.Yu. [Teaching methodology of the course “Probability theory and mathematical statistics” in a technical university], *Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i yestestvennykh nauk* [Actual problems of the humanities and natural sciences], 2015, no. 12-4, pp. 64-66. (In Russ.)
3. Guter R.S., Ovchinskiy B.V. *Osnovy teorii veroyatnostey* [Foundations of the theory of probability], Moscow: Prosveshcheniye, 1967, 159 p. (In Russ.)
4. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=9613> (accessed 30 August 2020).
5. Chistyakov V.P. *Kurs teorii veroyatnostey* [Course of the theory of probabilities], Moscow: Nauka, 1987, 240 p. (In Russ.)
6. Nakhman A.D. [Tasks for calculating the probability of an event], *Matematika v shkole* [Mathematics at school], 2011, no. 1, pp. 34-41. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Nakhman A.D. [Innovative approaches to the concept of function in the course of mathematics], *Vestnik Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sovremennyye obrazovatel'nyye tekhnologii v prepodavanii yestestvennonauchnykh distsiplin* [Bulletin of the Tula State University. Series: Modern educational technologies in teaching natural sciences], 2019, no. 1 (18), pp. 167-170. (In Russ., abstract in Eng.)
8. <http://www.math.ru/conc/vers/conc-3003.html> (accessed 30 August 2020).
9. <http://www.science-sd.com/467-25072> (accessed 30 August 2020).
10. Atkinson F. *Diskretnyye i nepreryvnyye granichnyye zadachi* [Discrete and continuous boundary problems], Moscow: Mir, 1968, 750 p. (In Russ.)

Features of the Module «Probability and Statistics» as Part of the Higher Mathematics Course

A. D. Nakhman

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: intra-subject communications; higher mathematics; model approach.

Abstract: The article deals with the problem of providing a natural and logically grounded “embeddedness” of the stochastic module in the general course of higher mathematics. Its solution is proposed both by structural means of constructing mathematical theories (primary concepts, axioms, definitions, theorems), and by means of establishing intra-subject connections. In particular, the connections of standard distributions with the theory of summation of series are demonstrated. It is argued that the practice-oriented orientation of stochastic knowledge and methods is achieved by a “model” approach, that is, by bringing the process of solving problems in accordance with the standard stages of mathematical modeling. Using the example of empirical power-law moments, it is proposed to familiarize students with some modern ideas of mathematical analysis. In particular, an algorithm for reconstructing continuous theoretical distributions based on convergence theorems for mean Fourier–Chebyshev expansions is presented.

© А. Д. Нахман, 2021

**ИНТЕГРАЦИЯ ГРАЖДАНСКОГО И ВОЕННОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАК ПОДХОД К КОМПЛЕКТОВАНИЮ
СОВРЕМЕННОЙ АРМИИ**

А. Н. Музыкантов, С. Л. Халепа

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Рецензент д-р пед. наук, профессор Н. В. Молоткова

Ключевые слова: военный учебный центр; Вооруженные Силы Российской Федерации; интеграция гражданского и военного профессионального образования.

Аннотация: Проанализированы периоды зарождения, становления и развития системы военного образования. Затронуты проблемы военного образования в целом, и подготовки офицерских кадров в частности, которые невозможно решить без интеграции военного профессионального образования и образования в военных учебных центрах при гражданских университетах. На примере ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича» показан новый подход к формированию кадрового потенциала Вооруженных Сил – подготовка офицеров в стенах гражданского учебного заведения.

Введение

На современном этапе развития Вооруженных Сил Российской Федерации проблема военного образования в целом, и проблема подготовки офицерских кадров в частности, становится общегосударственной задачей и приобретает немалую значимость и актуальность. Современное развитие военного образования касается не только содержания образовательных программ и нормативной базы, но и системных преобразований, в ходе которых пересматриваются формы его получения. Одним из новых подходов к формированию кадрового потенциала Вооруженных Сил является

Музыкантов Алексей Николаевич – полковник, заместитель начальника военного учебного центра, e-mail: muzal@mail.ru; Халепа Сергей Леонидович – старший преподаватель, военный учебный центр, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург, Россия.

подготовка офицеров в стенах гражданского учебного заведения, то есть особую роль в развитии военного образования сегодня играет интеграция гражданского и военного профессионального образования. Такой переход к смешанному принципу комплектования армии требует от молодого поколения интеллектуального потенциала, направленного на развитие высокотехнологичных вооруженных сил.

Цель работы – анализ зарождения, становления и развития системы военного образования, в частности современного положения военного учебного центра (**ВУЦ**) как нового элемента системы военного образования, интегрированного в структуру гражданских вузов в процессе модернизации современных вооруженных сил.

Научная новизна заключается в том, что возникновение ВУЦ в российских гражданских вузах обусловлено трансформацией военного образования в целях удовлетворения потребностей Вооруженных Сил Российской Федерации в офицерских кадрах, обладающих военно-профессиональной подготовкой и углубленными знаниями по определенной гражданской специальности. В результате формируется новая социальная группа граждан, обучающихся по программам военной подготовки кадровых офицеров в гражданском вузе.

Проблему военного образования в России на сегодняшний день невозможно рассматривать, не затронув историю. Процесс развития системы военного образования необходимо разделить на несколько исторических периодов:

I – зарождение военного образования (до 1726 г.);

II – становление системы военного образования (1726 – 1860 гг.);

III – совершенствование системы военного образования в дореволюционной России (1860 – 1917 гг.);

IV – развитие системы подготовки офицерских кадров в СССР (1917 – 1990 гг.);

V – развитие системы военного образования и подготовки офицерских кадров в современной России (1990 г. – настоящее время).

Зарождение военного образования (до 1726 года)

Военное образование зародилось в глубокой древности, его необходимость была вызвана участием дружинников и дворян в многочисленных войнах и битвах того времени. Эволюция же данного образования тесно связана с целями и задачами государственной политики, развитием экономики, образования и науки и, как следствие, развитием вооруженных сил, вооружения и военной техники.

Период до первой половины XVIII века, а именно до 1726 г., характеризуется борьбой русских князей за власть, территории, создание централизованного государства, расширение его границ. Армии того периода были немногочисленные, например, с IX по XII века – 15 – 50 тысяч человек, а с XV по XVII века – 40 – 200 тысяч человек. Если рассматривать укомплектованность армии того времени, то на вооружении преобладало холодное оружие, затем появилось огнестрельное, а также артиллерийские орудия. К концу данного периода основную часть вооруженных сил составляли поместные войска, собираемые в случае необходимости и, как правило, плохо обученные, неорганизованные, недисциплинированные.

В 1680 годах XVII века сложилась определенная система взглядов на вопросы военного образования, которая связана с именем Петра I и созданными им «потешными войсками» с целью подготовки воинов к тому, что потребуется на войне.

Начало военного образования в России было положено именно Петром I [1]. В рассматриваемый период для создаваемой армии нового типа и военно-морского флота открылся целый ряд военных школ с целью подготовки профессиональных военных кадров: в 1698 г. открыты первая артиллерийская (бомбардирская) и пехотная военные школы при Преображенском и Семеновском полках в Москве, мореходная школа в Азове, а в 1701 г. учреждена Школа математических и навигацких наук, более известная как Навигацкая школа.

Период царствования Петра I характеризуется проведением внешней политики, направленной на удовлетворение интересов России, а именно расширением границ государства и борьбой за выход к морю (Азовские походы – 1695–1696 гг., Северная война – 1700 – 1721 гг., война с Турцией – 1711 – 1713 гг., Персидский поход – 1722–1723 гг.). Северная война показала потребность русской армии в военных специалистах, в связи с чем был создан целый ряд специальных средних военно-учебных заведений, например, артиллерийская (1712 г.) и инженерная (1719 г.) школы в Петербурге; хирургическая (1707 г.) и инженерная (1712 г.) школы; школа переводчиков (1708 г.) в Москве.

Таким образом, Петр I положил начало системе военного образования в России, разработал и внедрил систему стимулирования потребности в образовании [2, с. 15 – 18].

Становление системы военного образования (1726 – 1860 годы)

В период 1726 – 1860 гг. система военного образования развивалась, российская армия претерпевала структурные, организационные и численные изменения и к 1862 г. насчитывала уже 800 тыс. человек [3, с. 266 – 270].

Потребность в подготовленных офицерских кадрах становилась все больше, в связи с чем на смену петровским специальным школам пришли кадетские корпуса, а именно: Сухопутный (позднее 1-й Кадетский) (1732 г.); Морской (1752 г.); Артиллерийская и инженерная дворянская школа (позднее 2-й Кадетский) (1758 г.); кадетский корпус иностранных единоверцев (1775 г.); 1-й Московский (1778 г.); Павловский (1798 г.); Пажеский (1802 г.); Финляндский (1812 г.). Появились также и высшие военно-учебные заведения: Медико-хирургическая академия (1798 г.); Николаевская академия Генерального штаба (1832 г.); офицерские классы Главного инженерного (1819 г.) и Главного артиллерийского (1820 г.) училищ.

Становление и развитие системы военного образования в данный период необходимо отнести к правлению Александра I и Николая I, которые не только значительно увеличили численность военно-учебных заведений, но и внесли существенные изменения в содержание и организацию учебного процесса кадетских корпусов [4, с. 145]. Так, в 1805 г. Александр I учредил особый «Совет о военно-учебных заведениях» в целях введения

единства в обучении и воспитании, а также осуществления контроля за деятельностью военно-учебных заведений. Дальнейшее управление деятельностью военно-учебных заведений проводил Николай I.

В данный период число военных заведений увеличилось и к 1850 г. разделилось на 3 класса:

1-й класс – все губернские кадетские корпуса (кроме Финляндского, Оренбургского и Сибирского) и Александровский кадетский корпус для малолетних;

2-й класс – Пажеский корпус, Школа гвардейских подпрапорщиков и юнкеров, 1-й и 2-й Санкт-Петербургские, Павловский, Финляндский, 1-й и 2-й Московские, Александринский Сиротский, Оренбургский, Сибирский кадетские корпуса, Дворянский полк;

3-й класс – Императорская военная академия, Главное инженерное и Главное артиллерийское училища, Морской кадетский корпус.

Если рассматривать гражданские университеты, то в период Крымской войны (1853 – 1856 гг.) военная подготовка стала обязательной для всех студентов. Именно данный период стал отправной точкой в зарождении военного образования в гражданских учебных заведениях.

Совершенствование системы военного образования в дореволюционной России (1860 – 1917 годы)

Система военного образования осталась практически неизменной до Октябрьской революции 1917 г., не считая переименований военно-учебных заведений, дальнейшего увеличения их числа, совершенствования организации и содержания учебно-воспитательного процесса [5].

С 1860 года XVIII века и до 1917 г. использование гражданских университетов для формирования резерва запаса и пополнения офицерского корпуса российской армии осуществлялось различными способами. Например, лучшим выпускникам университетов присваивались воинские звания, они прикреплялись к полкам и другим воинским формированиям с правом последующего поступления на гражданскую или военную службу. Также часть студентов после окончания вузов проходила краткосрочное обучение в кадетских корпусах и назначалась на офицерские должности или же отправлялась в резерв.

У истоков системы вузовской подготовки офицеров запаса находилось создание различных общественных организаций, в том числе военно-спортивных обществ и кружков, которые к началу Первой мировой войны стали привычными для всех воинских коллективов и многих гражданских организаций. Периодически осуществлялась учеба офицеров у гражданских педагогов по узким специальностям и, особенно, по вопросам методики обучения и воспитания.

В целом система военного образования России к началу Первой мировой войны (1914 – 1918 гг.) приобрела строгую логическую последовательность и единообразие в основных ее звеньях, по уровню подготовки выпускников она заняла одно из ведущих мест в мире. В данный период призыв студентов и выпускников вузов в армию для замещения офицерских должностей получил широкий размах: 75 % офицеров российской

армии в годы Первой мировой войны было укомплектовано вольноопределяющимися.

Длительность войны, потери в офицерском корпусе привели к тому, что в российской армии стали преобладать офицеры запаса и прапорщики военного времени. К осени 1917 г. в пехотных полках лишь 4 % офицеров имели подготовку в объеме военного училища, остальные – закончили ускоренные курсы.

Для справки, к концу 1918 г. в стране действовало 63 военно-учебных заведения, к сентябрю 1919 г. – 107, а в ноябре 1920 г. – 153 [6, с. 35].

Развитие системы подготовки офицерских кадров в СССР (1917 – 1990 годы)

В период 1917 – 1941 гг., между Гражданской и Великой Отечественной войнами, уже сложившаяся система военного образования претерпела значительные изменения в связи с совершенствованием Вооруженных Сил, появлением новой боевой техники и созданием новых родов войск. Изменения коснулись содержания и сроков обучения, структуры, состава и численности военно-учебных заведений, организации управления ими. В данный период открылся ряд новых военных академий, в том числе академия Генерального штаба, военно-транспортная, военно-химическая, Ленинградская военно-воздушная академии, а также академия механизации и моторизации.

Закон «О всеобщей воинской обязанности» в 1939 г. положил начало реорганизации военной школы, закрепил кадровый принцип строительства вооруженных сил, снял имевшиеся классовые ограничения и приоритеты, в школах и вузах ввел начальную военную подготовку, а также увеличил срок службы сержантов в Сухопутных войсках и авиации до трех, во флоте – до пяти лет, национальные военно-учебные заведения перешли на единую систему военного обучения. В целях кадрового восполнения потерь от репрессий с осени 1939 г. расширилась сеть военно-учебных заведений.

В 1941 году перед началом Великой Отечественной войны подготовку офицеров для армии и флота в стране осуществляли 15 военных академий, 10 военных факультетов при гражданских вузах, 7 высших военноморских училищ, 203 средних военных училища, а для переподготовки и усовершенствования офицеров, в том числе и офицеров запаса, функционировало более 100 курсов.

Если рассматривать гражданские университеты в советское время, с середины 1920 г. в стране практически вновь создавалась система высшего образования в целом и военной подготовки студентов в частности.

Законом от 18 сентября 1925 г. положено начало подготовки кадров запаса, по которому все лица мужского пола, окончившие высшие и средние учебные заведения, рабфаки, прошедшие в них допризывную подготовку, служили в армии девять месяцев, а во флоте один год. В ноябре 1925 г. Реввоенсовет утвердил «Положение о военных школах РККА», которое определяло назначение, типы, структуру и организацию военных школ по родам войск и специальностям. В результате принятых мер число

командиров без военного образования снизилось в четыре раза – с 43,4 % в 1922 г. до 9,5 % в 1925 г.

20 августа 1926 г. ЦИК и СНК СССР приняли постановление об организации в советских вузах высшей военной подготовки студентов. В августе 1926 г. подписан приказ Реввоенсовета СССР № 565 о начале военного обучения студентов.

В 1926 году появилась высшая допризывная военная подготовка студентов, ориентированная на обеспечение освоения ими обязанностей и навыков младшего начальствующего состава, необходимых при прохождении службы в войсках, а также созданы военные кабинеты.

Начиная с 1930 г., выпускникам, прошедшим военное обучение, стали присваивать воинские звания среднего начальствующего состава запаса, и они могли поступать на военную службу, а с 1944 г. студентам, успешно сдавшим выпускной экзамен по военной подготовке и окончившим вуз, стали сразу присваивать воинское звание офицера запаса. Этот порядок с незначительными изменениями и дополнениями существует и до настоящего времени.

Так, становление советской системы военного образования связано с возрождением большинства достижений старой российской военной школы, именно после Великой Отечественной войны возродились недооценивавшиеся ранее индивидуализация обучения и воспитания, стали поощряться творчество и инициатива.

В послевоенный период появилась острая необходимость в новых повышенных требованиях к военным кадрам и системе их подготовки в связи с непрерывным ростом технической оснащенности Вооруженных Сил, а также их оснащением ракетно-ядерным оружием, сложной военной техникой, созданием новых видов и родов войск. От офицеров потребовалось знание основ ядерной физики, радиотехники, электроники, высшей математики и других наук. В связи с этим, начиная с 1948 г., расширились масштабы подготовки офицеров по новым специальностям, а также были сформированы новые академии, высшие и средние военные училища [7, с. 60 – 65]. Достаточно важным событием стало постановление Совета Министров СССР от 13 апреля 1944 г. № 221, на основании которого вводилась военная подготовка в гражданских вузах.

В итоге всех преобразований к 1973 г. в стране действовало 153 военно-учебных заведения, а именно 18 военных академий, 1 военный институт, 105 высших и 22 средних военных училищ. Кроме того, довузовская подготовка граждан осуществлялась в 7 суворовских военных, в том числе Нахимовском военно-морском, училищах.

Потребность в офицерах запаса для комплектования армии в мирное время, наоборот, практически отсутствовала после Великой Отечественной войны и до начала 1960 г. И только в 1962 г. Карибский кризис привел к резкому усилению гонки вооружений, в срочном порядке были сформированы новые воинские части и соединения, именно их доукомплектование проводилось офицерами запаса. Определение таких офицеров на военную службу осуществлялось в добровольном порядке, в основном в кадровый состав со сроком службы 25 лет, а также предусматривалась служба и по призыву сроком 2–3 года.

В период 1960 – 1970 гг. подготовка офицеров запаса в гражданских вузах СССР получила особое внимание, сложилась развернутая, скоординированная и четко организованная система военного обучения студентов, ориентированная на подготовку офицеров запаса по большому количеству военно-учетных специальностей, функционировало более 500 военных факультетов и кафедр.

Во второй половине 1980-х гг. советская система подготовки офицеров запаса застала трудные времена, была отменена отсрочка от призыва студентов на службу в Вооруженные Силы, тем самым обязательность военной подготовки в вузах привела к кризису системы подготовки офицерского резерва. Число военных кафедр и факультетов военного обучения резко уменьшилось, если в 1987 г. оно составляло 497, то в 1990 г. – всего 441.

К 1990 году надобность в призыве офицеров запаса на службу практически отпала в связи со стабилизацией обстановки в стране, поэтому к 1992 г. численность Вооруженных Сил Российской Федерации сократилась в 2,5 раза, а число военных образовательных учреждений – на 30 %.

Тем самым, в 1991 г. страна располагала вполне сложившейся системой военного образования, действовало 166 военно-учебных заведения, а именно 18 военных академий, 3 военных института, 130 высших военных училищ, 7 военных факультетов при гражданских вузах и 8 средних военных училищ.

В целом, сложившаяся к 1990-м годам XX столетия система военного образования обеспечивала решение задач подготовки офицерских кадров, восстановила позиции, утраченные после 1917 г., вновь вышла на одно из ведущих мест в мире.

Особое место в истории военного образования в России занимает постсоветский этап. Так, 1993 г. вновь изменил ситуацию, произошел распад СССР, в результате чего значительная часть военно-учебных заведений оказалась в ближнем зарубежье, оставшиеся же не смогли оперативно удовлетворить потребность Вооруженных Сил в офицерском составе, особенно для замещения офицерских должностей низшего звена. За пределами России остались 47 военных вузов, готовивших офицеров по многим специальностям, в их числе 2 академии, 14 училищ Сухопутных войск, 6 училищ ПВО, 8 училищ ВВС, 2 училища ВМФ. Такое положение с ежегодным пополнением армии и флота молодыми офицерами привело к тому, что Министерство обороны было вынуждено искать другие источники комплектования Вооруженных Сил. Начиная с 1994 г., реальным источником вновь стал призыв на военную службу на 2 года офицеров запаса из народного хозяйства и непосредственно после окончания гражданских высших учебных заведений [8, с. 68].

Также произошел системный кризис, последовавший за развалом СССР, который усугубил все проблемы военной школы. Особую остроту придал начавшийся новый, информационно-технологический этап революции в военном деле.

В 1992 году принят закон «Об образовании» и введена новая многоуровневая структура профессионального образования. Правительством РФ утвержден первый в истории России обязательный для всех вузов, в том числе и военных, Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования.

Требовалось привести подготовку офицеров в соответствие с новым военным законодательством, принятым в 1993 г. Законом «О воинской обязанности и военной службе», также установлен «контрактный» порядок прохождения службы, в том числе для слушателей и курсантов. Студенты гражданских вузов могли обучаться на военных кафедрах и факультетах только после заключения контракта с Министерством обороны.

В 1993 году разработана «Концепция развития системы военного образования», в ходе реализации которой его уровни и перечень военных специальностей были приведены в соответствие с общегосударственными.

Стало очевидным, что без коренного преобразования системы военного образования с участием всех ветвей власти, министерств и ведомств будет поставлен под сомнение успех проводимой военной реформы. Задачей военного образования стало то, чтобы, опираясь на накопленный опыт, традиции армейской высшей школы, обеспечить качественный рост его потенциала.

Развитие системы военного образования и подготовки офицерских кадров в современной России (1990-е годы – настоящее время)

В период начала 2000 годов XXI века подготовка офицеров запаса в гражданских вузах неоднократно претерпевала коррективы, вносились изменения в содержание учебно-воспитательного процесса со студентами, в перечень военно-учетных специальностей, по которым готовились офицеры запаса в гражданских вузах, сокращались и вновь восстанавливались факультеты военного образования (военные кафедры). Тем не менее в этих сложных и неоднозначных условиях преобразований и реформ военное обучение студентов в гражданских вузах, во многом за счет потенциала, заложенного в советские годы, сохранило свою действенность и дееспособность.

Реформирование факультетов военного образования (военных кафедр) в государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования все же не прекратилось, из существовавших на тот момент времени около 250 военных факультетов и кафедр 37 было преобразовано в учебные военные центры (УВЦ) при гражданских вузах. Так, до 2008 г. военные кафедры вузов готовили только офицеров запаса, а затем открылись инженерные, технологичные, наукоемкие офицерские программы – появилось разнообразие и кадровые офицеры.

Учебные военные центры по подготовке кадровых офицеров созданы Распоряжением Правительства РФ от 6 марта 2008 года № 275р на базе гражданских учебных заведений высшего профессионального образования Российской Федерации. В них проводилась подготовка офицерских кадров для военной службы по контракту в Вооруженных Силах по военно-учетным специальностям по заказу Министерства обороны [9].

В процессе военной подготовки граждан в УВЦ стали использовать научный потенциал профессорско-преподавательского состава гражданского вуза и современную материальную базу, позволяющую обеспечивать качественную подготовку специалиста по наиболее востребованным военно-учетным специальностям.

Перед системой военного образования встала задача – подготовить специалиста, который чувствовал бы себя комфортно как в военной, так и гражданской сфере, такого специалиста, творческий потенциал и навыки самообразования которого были бы достаточными для профессионального успеха на протяжении всей его жизни.

Основными руководящими документами, регламентирующими деятельность УВЦ, стали «Положение об учебных военных центрах при федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования», утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 6 марта 2008 г. № 152 «Об обучении граждан Российской Федерации по программе военной подготовки в федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования», и приказ Министра обороны Российской Федерации и Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 июля 2009 г. № 666/249 «Об организации деятельности учебных военных центров, факультетов военного обучения и военных кафедр при федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования».

Необходимо отметить, что наряду с УВЦ не переставали функционировать и военные кафедры при гражданских учебных заведениях для подготовки студентов по программам военной подготовки офицеров, сержантов и солдат запаса.

В Министерстве обороны к 2018 г. насчитывалось более 61 тысячи студентов, проходящих военную подготовку в гражданских вузах, при этом по подготовке кадровых офицеров – 10,5 тысяч, офицеров запаса – 34,2 тысячи, сержантов и солдат запаса – 16,5 тысяч человек. В то время не переставали существовать и готовить кадровых офицеров для Вооруженных Сил Российской Федерации и военные учебные заведения. Но для полного понимания целесообразности создания УВЦ необходимо провести сравнительный анализ военного и гражданского учебных заведений.

Курсанты, в отличие от студентов, обучаются в учебных заведениях закрытого типа, где существует определенный дисциплинарный распорядок, как правило, носят форму и проживают на территории учебного заведения, а также находятся на полном государственном обеспечении. Соответственно, материальные затраты на обучение граждан в военном вузе в разы больше, нежели в УВЦ при гражданском вузе.

Также необходимо отметить качество подготовки студентов и профессорско-преподавательского состава гражданского вуза. Большинство военных училищ представляют собой типичные одноуровневые профессионально-образовательные структуры, где профессиональный компонент преобладает над образовательным, то есть не выполняется в полной мере основной принцип высшего образования – связь науки с обучением, научно-технические исследования носят лишь военно-прикладной характер. Следовательно, получить фундаментальное высшее профессиональное образование в таких структурах весьма проблематично. Большинство военно-учебных заведений не в состоянии сформировать личность специалиста, способного творчески функционировать в научно-технической (военно-технической) сфере деятельности, а, следовательно, их возможности

по самовоспроизводству научно-педагогических кадров весьма ограничены. В то же время следует отметить и сходство, например, срок обучения – пять лет, после окончания учебного заведения – присвоение звания лейтенанта и служба по контракту в Вооруженных Силах Российской Федерации.

Так, в период 2008 – 2018 гг. существовали две независимые структуры – УВЦ и военная кафедра, но в июне 2018 г. Госдума приняла правительственный законопроект об унификации структур по военной подготовке в вузах, после чего вступил в силу Федеральный закон от 3 августа 2018 года № 309-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования военной подготовки студентов федеральных государственных образовательных организаций высшего образования», и уже 31 января 2019 г. вступил в силу Указ Президента Российской Федерации № 18 от 26.01.2019 года, который предполагал переименование кафедр учебных заведений, осуществляющих военную подготовку офицеров и сержантов, в единые ВУЦ.

На данный момент в России функционируют 93 ВУЦ при федеральных государственных образовательных учреждениях высшего образования. Основными задачами центров являются реализация программ военной подготовки, а также участие в проведении воспитательной работы среди граждан и работы по военно-профессиональной подготовке студентов.

Рассмотрев проблему военного и гражданского образования в России, затронув процесс развития системы военного образования в пяти исторических периодах, необходимо обратить внимание на особенности интеграции гражданского и военного образования на примере ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича» (далее **СПбГУТ**).

Постановлением Совета Народных Комиссаров СССР № 544 от 13 октября 1930 г. образован Ленинградский институт инженеров связи. Дата 21 ноября 1930 года стала днем начала военной подготовки в нем инженеров связи.

31 мая 2006 года ректором университета и статс-секретарем Министра обороны РФ заключен государственный контракт № 173/Ф/1275-16 на подготовку, в порядке эксперимента, офицеров из числа студентов на факультете военного образования в СПбГУТ с их последующим обязательным поступлением на военную службу по контракту.

В 2008 году факультет военного образования преобразован в Институт военного образования (**ИВО**) в целях обучения граждан Российской Федерации по программам военной подготовки, подготовки специалистов и бакалавров, согласно Уставу СПбГУТ и переподготовки специалистов для Министерства обороны Российской Федерации, других работников определенных областей профессиональной деятельности, а также по реализации программ по патриотическому воспитанию граждан в СПбГУТ.

Структурно ИВО состоял из управления института, УВЦ, военной кафедры, группы подготовки (переподготовки) кадров в области специальной связи, кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, базовой кафедры специальных средств связи и группы патриотического воспитания.

В этом же году осуществлен первый набор 63 студентов для подготовки офицеров с их обязательным поступлением на военную службу по контракту в ВС РФ:

– на базе гражданской специальности 210404 «Многоканальные телекоммуникационные системы» по военно-учетной специальности 521100 «Эксплуатация многоканальных телекоммуникационных систем, средств и комплексов»;

– на базе гражданской специальности 210406 «Сети связи и системы коммутации» по военно-учетной специальности 521300 «Эксплуатация систем, средств и комплексов проводной связи».

Также осуществлялся набор и на военную кафедру, основными задачами которой стали подготовка мобилизационного ресурса для Вооруженных Сил нашей страны, участие в проведении воспитательной работы со студентами и работы по военно-профессиональной ориентации молодежи. Заказчиками по реализации программ подготовки офицеров запаса были Главное управление связи Вооруженных Сил Российской Федерации и Управление начальника войск РЭБ ВС РФ. Военная подготовка офицеров запаса осуществлялась по шести военно-учетным специальностям.

С 2014 года в целях выполнения Послания Президента Федеральному Собранию Российской Федерации в части создания новой системы военной подготовки студентов для обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации военно-обученным мобилизационным ресурсом, коллектив военной кафедры обучал студентов по программам военной подготовки сержантов и солдат запаса по восьми военно-учетным специальностям.

На сегодняшний день ВУЦ и военная кафедра объединены в военный учебный центр, в состав которого входят кафедры:

– радиорелейной, тропосферной и спутниковой связи (цикл радиорелейной и тропосферной связи, цикл спутниковой связи);

– проводной электросвязи и фельдъегерско-почтовой связи (цикл проводной электросвязи, цикл фельдъегерско-почтовой связи);

– общевойсковой подготовки,

а также циклы военно-морской связи и радиоэлектронной борьбы.

Военная подготовка граждан Российской Федерации, обучающихся в ВУЦ при СПбГУТ по программам военной подготовки для прохождения военной службы по контракту на воинских должностях, подлежащих замещению офицерами, после получения высшего образования осуществляется по четырем военно-учетным специальностям. Также ВУЦ готовит офицеров запаса по шести, а солдат запаса по трем военно-учетным специальностям.

Заключение

На современном этапе развития Вооруженных Сил Российской Федерации проблему военного образования в целом, и проблему подготовки офицерских кадров в частности, невозможно решить без интеграции военного профессионального образования и образования в военных учебных центрах при гражданских университетах.

Подготовка военных специалистов в технических гражданских вузах не только актуальна, но и дает оптимальное решение проблемы комплектования Вооруженных Сил офицерскими кадрами, формирования мобили-

зационных резервов, подготовки квалифицированных специалистов для оборонно-промышленного комплекса и других государственных структур.

С переходом к системе непрерывного военного образования будет ликвидировано традиционное деление времени службы офицера на периоды обучения и профессиональной деятельности, что обеспечит стабильность образования, успешную его адаптацию к изменениям в развитии военной науки и военного дела.

Предлагаемая многоуровневая система непрерывного военного образования в гражданских вузах оптимальна и с экономической точки зрения. Она позволяет наиболее полно использовать профессорско-преподавательский состав и учебно-материальную базу гражданских вузов, повысить интерес будущих военных специалистов к обучению.

В военно-образовательных структурах технических гражданских вузов заложен огромный потенциал для самосовершенствования и развития, тем самым большие перспективы открывает использование интегрированных образовательных систем. Есть все условия для того, чтобы уже сегодня гражданской высшей школе в сотрудничестве с военно-ведомственными образовательными структурами, центральными структурами, центральными и региональными органами национальной безопасности готовить и офицеров запаса, и офицеров для действительной военной службы по контракту как для Вооруженных Сил Российской Федерации, так и других силовых структур, а также формировать кадровый потенциал по всем направлениям сферы национальной безопасности.

Список литературы

1. Сацута, С. А. История и современное состояние подготовки офицеров запаса в гражданских вузах России / С. А. Сацута // Вестн. военного университета. – 2009. – № 2 (18). – С. 154 – 160.
2. Каменев, А. И. История подготовки офицерских кадров в России / А. И. Каменев. – М. : ВПА имени В. И. Ленина, 1990. – 125 с.
3. Волков, С. В. Русский офицерский корпус / С. В. Волков. – М. : Воениздат, 1993. – 368 с.
4. Греков, Ф. В. Краткий исторический очерк военно-учебных заведений. 1700 – 1910 / Ф. В. Греков. – М. : [б. и.], 1910. – 190 с.
5. Карпушенко, С. В. Быт русской армии XVIII – начала XX века / С. В. Карпушенко. – М. : Воениздат, 1999. – 366 с.
6. Каменев, А. И. История подготовки офицерских кадров в СССР / А. И. Каменев. – Новосибирск : НВВПУ, 1991. – 261 с.
7. Советская военная энциклопедия : в 8 томах. Том 2. Вавилон – Гражданская. – М. : Воениздат, 1976. – 640 с.
8. Галушко, Ю. А. Школа российского офицерства / Ю. А. Галушко, А. А. Колесников. – М. : Русский мир, 1993. – 222 с.
9. Фильков, С. М. Система военной подготовки в гражданских вузах: теория и практика функционирования и совершенствования / С. М. Фильков. – М. : МГИМО, 2002. – 229 с.

References

1. Satsuta S.A. [History and current state of the training of reserve officers in civilian universities of Russia], *Vestnik voyennogo universiteta* [Bulletin of the military university], 2009, no. 2 (18), pp. 154-160. (In Russ.)

2. Kamenev A.I. *Istoriya podgotovki ofitserkikh kadrov v Rossii* [History of officer training in Russia], Moscow: VPA imeni V. I. Lenina, 1990, 125 p. (In Russ.)
 3. Volkov S.V. *Russkiy ofitserkiy korpus* [Russian officer corps], Moscow: Voenizdat, 1993, 368 p. (In Russ.)
 4. Grekov F.V. *Kratkiy istoricheskiy ocherk voyenno-uchebnykh zavedeniy. 1700 – 1910* [Brief historical sketch of military educational institutions. 1700 - 1910], Moscow: [b. i.], 1910, 190 p. (In Russ.)
 5. Karpushchenko S.V. *Byt russkoy armii XVIII – nachala XX veka* [Life of the Russian army of the XVIII - early XX century], Moscow: Voenizdat, 1999, 366 p. (In Russ.)
 6. Kamenev A.I. *Istoriya podgotovki ofitserkikh kadrov v SSSR* [History of officer training in the USSR], Novosibirsk: NVVPU, 1991, 261 p. (In Russ.)
 7. *Sovetskaya voyennaya entsiklopediya : v 8 tomakh. Tom 2. Vavilon – Grazhdanskaya* [Soviet military encyclopedia: in 8 volumes. Volume 2. Babylon - Civil], Moscow: Voenizdat, 1976, 640 p. (In Russ.)
 8. Galushko Yu.A., Kolesnikov A.A. *Shkola rossiyskogo ofitserstva* [School of Russian officers], Moscow: Russkiy mir, 1993, 222 p. (In Russ.)
 9. Fil'kov S.M. *Sistema voyennoy podgotovki v grazhdanskikh vuzakh: teoriya i praktika funktsionirovaniya i sovershenstvovaniya* [The system of military training in civilian universities: theory and practice of functioning and improvement], Moscow: MGIMO, 2002, 229 p. (In Russ.)
-

Integration of Civil and Military Professional Education as an Approach to Formation of a Modern Army

A. N. Muzykantov, S. L. Khalepa

*M. A. Bonch-Bruevich St. Petersburg State University
of Telecommunications, St. Petersburg, Russia*

Keywords: military training center; Armed Forces of the Russian Federation; integration of civilian and military professional education.

Abstract: The author analyzes the periods of origin, formation and development of the military education system. The problems of military education in general and the training of officers in particular, which cannot be solved without the integration of military professional education and education in military training centers at civilian universities, are touched upon. Using the example of M. A. Bonch-Bruevich St. Petersburg State University of Telecommunications, a new approach to the formation of the personnel potential of the Armed Forces – officers' training at a civil educational institution is shown.

© А. Н. Музыкантов, С. Л. Халепа, 2021

ДЛЯ ЗАМЕТОК
