

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

№ 3(65)/2017

# ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ

Университет им. В. И. Вернадского

---

Ассоциация  
«Объединенный университет  
им. В. И. Вернадского»

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

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

*Основан в 2005 году  
Выходит 4 раза в год*

**Учредители:** Ассоциация «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»  
ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

**Ассоциированные члены:**

Неправительственный экологический фонд им. В. И. Вернадского

*В соответствии с решениями президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России 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

Адрес редакции:

392000, Россия, Тамбов, ул. Советская, 106, к. 14, тел.: (4752) 638108; e-mail: eco@nnn.tstu.ru  
Редакторы: О. В. Мочалина, Т. В. Курохтина, И. М. Курносова; редактор иностранного перевода Н. А. Гунина  
Инженеры по компьютерному макетированию Е. А. Плотникова, Т. В. Курохтина, С. В. Колмыкова

Подписано в печать 30.09.2017.

Формат журнала 70×100/16. Усл. п. л. 19,60. Уч.-изд. л. 20,16. Тираж 100 экз. Заказ 274.  
Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»  
392032, Тамбов, ул. Мичуринская, 112, к. 201, тел. (4752) 630391

---

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

© Ассоциация «Объединенный университет имени В. И. Вернадского», 2017  
© Неправительственный экологический фонд имени В. И. Вернадского, г. Москва, 2017  
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 2017  
© ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», 2017  
© ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 2017

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

---

- Антипов Сергей Тихонович** – д-р техн. наук, профессор; заведующий кафедрой «Машины и аппараты пищевых производств» Воронежского государственного университета инженерных технологий (ВГУИТ); тел.: (4732) 553896; 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) 554267, 553521; e-mail: post@vsuet.ru
- Бабushкин Вадим Анатольевич** – д-р с.-х. наук, профессор; ректор Мичуринского государственного аграрного университета (МичГАУ); тел.: (47545) 94501; 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) 9537562; 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) 4589714; e-mail: gorbashko.e@unecon.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) 9439398, (916) 3485081; 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) 638975, +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) 52233; 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) 440248; e-mail: viitin-adm@mail.ru
- Злобина Наталья Васильевна** – д-р экон. наук, профессор; директор института дополнительного профессионального образования ТамбГТУ; тел.: (4752) 630734; e-mail: idpo@admin.tstu.ru
- Иванова Татьяна Юрьевна** – д-р экон. наук, профессор; заведующая кафедрой управления ФГБОУ ВПО «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) 631019; e-mail: tstu@admin.tstu.ru
- Корнеева Ольга Сергеевна** – д-р биол. наук, профессор; заведующая кафедрой «Биоинженерия и биоинформатика» ВГУИТ; начальник управления науки и инноваций; тел.: (4732) 555557; 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) 733634; e-mail: kudyarov@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) 7379340; e-mail: [olk@uni-dubna.ru](mailto: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) 639187; e-mail: [valery.mat@rambler.ru](mailto:valery.mat@rambler.ru)
- Молоткова Наталия Вячеславовна** – д-р пед. наук, профессор; первый проректор ТамбГТУ; тел.: (4752) 630649; e-mail: [nvmolotkova@admin.tstu.ru](mailto:nvmolotkova@admin.tstu.ru)
- Мищенко Елена Сергеевна** – д-р экон. наук, профессор; проректор по международной деятельности ТамбГТУ; тел.: (4752) 632002; e-mail: [int@tstu.ru](mailto: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) 630870; e-mail: [kafedra@uks.tstu.ru](mailto:kafedra@uks.tstu.ru)
- Миньоне Андреа** – профессор факультета политических наук Университета г. Генуя (Италия); тел.: + 39010 2099067; e-mail: [Andrea.Mignone@unige.it](mailto: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 ВПО «Самарский государственный экономический университет»; тел.: 8 9272057010; e-mail: [pecherskaya@sseu.ru](mailto:pecherskaya@sseu.ru)
- Пещерова Ольга Викторовна** – ассистент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды» ТамбГТУ; ответственный секретарь; тел.: (4752) 630365; e-mail: [eco@nnn.tstu.ru](mailto:eco@nnn.tstu.ru)
- Попов Николай Сергеевич** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды» ТамбГТУ; заслуженный работник высшей школы РФ; научный редактор; тел.: (4752) 630365; e-mail: [eco@nnn.tstu.ru](mailto:eco@nnn.tstu.ru)
- Пучков Николай Петрович** – д-р пед. наук, профессор; заведующий кафедрой высшей математики ТамбГТУ; тел.: + 7 (4752) 63-04-38; e-mail: [uaa@nnn.tstu.ru](mailto:uaa@nnn.tstu.ru)
- Ракитина Елена Александровна** – д-р пед. наук, профессор; начальник управления образовательных программ ТамбГТУ; тел.: (4752) 630146; e-mail: [teach@admin.tstu.ru](mailto:teach@admin.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) 244920; 290885; e-mail: [tasalimova@yandex.ru](mailto:tasalimova@yandex.ru)
- Сафонов Сергей Владимирович** – канд. пед. наук, доцент; почетный работник высшего профессионального образования РФ; первый проректор Воронежского государственного технического университета; тел.: (473) 2462990; e-mail: [safonov@vorstu.ru](mailto:safonov@vorstu.ru)
- Спирионов Сергей Павлович** – д-р экон. наук, профессор; директор Института экономики и качества жизни ТамбГТУ; тел.: (4752) 630169; e-mail: [ecodec@admin.tstu.ru](mailto: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](mailto:stkir@bk.ru)
- Стяжкин Константин Кириллович** – д-р биол. наук, профессор; генеральный директор ОАО «Корпорация «Росхимзащита»; тел.: (4752) 560680; e-mail: [mail@roshimzaschita.ru](mailto:mail@roshimzaschita.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) 9732419; e-mail: [tarasnp@muctr.ru](mailto:tarasnp@muctr.ru)
- Толстяков Роман Рашидович** – д-р экон. наук, доцент, декан факультета «Естественнонаучный и гуманитарный» ТамбГТУ; тел.: (4752) 630453; e-mail: [tolstyakoff@mail.ru](mailto:tolstyakoff@mail.ru)
- Фурсаев Дмитрий Владимирович** – д-р физ.-мат. наук, доцент; ректор Международного университета природы, общества и человека «Дубна»; тел.: (496) 2166001; e-mail: [rector@uni-dubna.ru](mailto:rector@uni-dubna.ru)
- Шувалов Владимир Анатольевич** – д-р биол. наук, академик РАН; директор учреждения науки «Институт фундаментальных проблем биологии РАН»; тел.: (4967) 733601; e-mail: [shuvalov@issp.serpukhov.su](mailto:shuvalov@issp.serpukhov.su)

## СОДЕРЖАНИЕ

---

|                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Биологические науки</b> .....                                                                                                                                                                                                   | 9   |
| <i>Биология</i> .....                                                                                                                                                                                                              | 9   |
| Дворецкий Д. С., Темнов М. С., Маркин И. В., Бушковская А. И.,<br>Устинская Я. В., Санталов Р. Д., Еськова М. А. Оценка возможности<br>комплексного использования сточных вод для биосинтеза липидов и молоч-<br>ной кислоты ..... | 9   |
| Зеленева Ю. В., Судникова В. П., Плахотник В. В., Гусев И. В. Источни-<br>ки и доноры для селекции яровой пшеницы на устойчивость к стрессорным<br>факторам среды.....                                                             | 17  |
| <i>Экология</i> .....                                                                                                                                                                                                              | 26  |
| Аксенов Г. П. Человек на все времена (как растут наши знания о Владими-<br>ре Ивановиче Вернадском) .....                                                                                                                          | 26  |
| Кошелев А. В., Головков В. Ф., Тихомирова Е. И., Ксенофонтова О. Ю.<br>Оценка экологических рисков хранения устаревших пестицидов.....                                                                                             | 40  |
| Малышева Е. В., Якунина И. В., Киселева Т. Н. Оценка состояния каче-<br>ства воды в верховьях реки Большой Ломовис (Тамбовская область, Расска-<br>зовский район) методами биоиндикации .....                                      | 51  |
| Попов Н. С., Пещерова О. В., Стрельникова А. Э. Об оценках устойчиво-<br>сти процессов развития в природо-промышленных системах .....                                                                                              | 61  |
| <b>Экономика и управление народным хозяйством</b> .....                                                                                                                                                                            | 75  |
| <i>Теория и практика устойчивого экономического развития</i> .....                                                                                                                                                                 | 75  |
| Герасимова Е. Б., Герасимов Б. И., Гудошников В. В., Стреха А. А.,<br>Спиридонов С. П. Стандартизация как социальный институт качества<br>жизни .....                                                                              | 75  |
| Игумен Пимен (Семилетов). Хозяйственная деятельность тамбовских<br>монастырей во второй половине XIX – начале XX вв. ....                                                                                                          | 84  |
| Кириченко Е. А., Дык Хань Хоанг. Проблемы разработки федеральных<br>стандартов бухгалтерского учета и отчетности в России .....                                                                                                    | 92  |
| Никоноров В. М. Оценка производственной функции розничной торговли<br>в Российской Федерации .....                                                                                                                                 | 103 |
| Попова Г. Л., Бондарская Т. А., Бондарская О. В. Анализ влияния естест-<br>венного движения населения на экономическое развитие Тамбовской области                                                                                 | 110 |
| <i>Архитектура и строительство</i> .....                                                                                                                                                                                           | 122 |
| Аленичева Е. В., Кожухина О. Н., Гиясова И. В. Проблемы реконструк-<br>ции городской застройки в современных условиях (на английском языке)                                                                                        | 122 |

|                                                                                                                                                                                                   |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Педагогика. Теория и методика профессионального образования .....</b>                                                                                                                          | <b>129</b>        |
| <i><b>Психология и педагогика .....</b></i>                                                                                                                                                       | <i><b>129</b></i> |
| <b>Каракозов С. Д., Петров Д. А., Худжина М. В.</b> Формирование профессиональных компетенций бакалавров ИТ-направлений с учетом требований профессиональных стандартов .....                     | 129               |
| <b>Козачек А. В.</b> Технология определения требований государства к профессиональной деятельности и содержанию профессиональной подготовки инженера-эколога.....                                 | 138               |
| <b>Краснянский М. Н., Дедов Д. Л., Обухов А. Д., Архипов А. Е.</b> Разработка адаптивных тренажерных систем профессионального назначения для моделирования процесса распространения пожаров ..... | 149               |
| <b>Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В.</b> Формирование результатов обучения магистра в области энергоэффективного строительства .....                                              | 156               |
| <b>Наумкин Н. И., Ломаткин А. Н.</b> Педагогические особенности проектирования инновационно-ориентированного интегрированного практикума по прикладной механике .....                             | 166               |
| <b>Нивина Е. А., Толмачева О. В.</b> Развитие навыков монологической речи на занятиях по русскому языку как иностранному (из опыта преподавания) .....                                            | 175               |
| <b>Родионов Ю. В., Гливенкова О. А., Нахман А. Д.</b> Инновационные содержательно-методические линии курса математики .....                                                                       | 183               |
| <b>Федорова Н. Ю., Попов А. И.</b> Модель обучения математике иностранных слушателей на стадии профессионального самоопределения .....                                                            | 193               |
| <b>Чернышев Л. О., Чернышев О. Л., Матвеев Ю. Н., Азарова Л. В.</b> Методика многокритериального выбора объектов льготного предпринимательства .....                                              | 203               |
| <b>Прикладные исследования .....</b>                                                                                                                                                              | <b>213</b>        |
| <b>Майстренко А. В., Майстренко Н. В.</b> Объектно-ориентированный инструментарий для проектирования высокоэкологических и ресурсосберегающих химико-технологических процессов.....               | 213               |
| <b>Хроника. События. Факты .....</b>                                                                                                                                                              | <b>219</b>        |
| <b>Ноосферный</b> вектор устойчивого развития для науки и образования: результаты конференции-форума имени В. И. Вернадского ( <i>В. Ф. Калинин, А. В. Козачек</i> ).....                         | 219               |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Biological Sciences</b> .....                                                                                                                                                                                                | 9   |
| <i><b>Biology</b></i> .....                                                                                                                                                                                                     | 9   |
| Dvoretzky D. S., Temnov M. S., Markin I. V., Bushkovskaya A. I., Ustinskaya Ya. V., Santalov R. D., Eskova M. A. Assessment of the Possibility of Integrated Use of Wastewater for Biosynthesis of Lipids and Lactic Acid ..... | 9   |
| Zeleneva Yu. V., Sudnikova V. P., Plakhotnik V. V., Gusev I. V. Sources and Donors for Selection of Straw Wheat to Stability to Stressor Factors of the Environment .....                                                       | 17  |
| <i><b>Ecology</b></i> .....                                                                                                                                                                                                     | 26  |
| Aksenov G. P. A Man at All Times (Expanding the Knowledge about Vladimir Ivanovich Vernadsky) .....                                                                                                                             | 26  |
| Koshelev A. V., Golovkov V. F., Tikhomirova E. I., Ksenofontova O. Yu. Assessing Environmental Risks of Expired Pesticides Storage .....                                                                                        | 40  |
| Malysheva E. V., Yakunina I. V., Kiseleva T. N. Bioindication Methods for Assessment of the Quality of Water in the Upstream of the Bolshoy Lomovis River (Tambov Region, Rasskazovsky District) .....                          | 51  |
| Popov N. S., Peshcherova O. V., Strelnikova A. E. Evaluation of Sustainable Development Processes in Natural-Industrial Systems .....                                                                                           | 61  |
| <b>Economics and Economy Administration</b> .....                                                                                                                                                                               | 75  |
| <i><b>Theory and Practice of Sustainable Economic Development</b></i> .....                                                                                                                                                     | 75  |
| Gerasimova E. B., Gerasimov B. I., Gudoshnikov V. V., Strekha A. A., Spiridonov S. P. Standardization as a Social Institution for the Quality of Life .....                                                                     | 75  |
| Hegumen Pimen (Semiletov). Economic Activities of Tambov Monasteries in the Second Half of 19th Early 20th Centuries .....                                                                                                      | 84  |
| Kirichenko E. A., Duc Khanh Hoang. Problems of Development of Federal Accounting and Reporting Standards in Russia .....                                                                                                        | 92  |
| Nikanorov V. M. Evaluation of the Production Function of Retail Trade in the Russian Federation .....                                                                                                                           | 103 |
| Popova G. L., Bondarskaya T. A., Bondarskaya O. V. The Influence of the Vital Rate on the Economic Development of the Tambov Region .....                                                                                       | 110 |
| <i><b>Architecture and Construction</b></i> .....                                                                                                                                                                               | 122 |
| Alenicheva E. V., Kozhukhina O. N., Giyasova I. V. Problems of Reconstruction of Urban Areas in Modern Conditions ( <i>in English</i> ) .....                                                                                   | 122 |

|                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Pedagogy. Theory and Methods of Professional Education</b> .....                                                                                                                                   | 129 |
| <b>Psychology and Pedagogy</b> .....                                                                                                                                                                  | 129 |
| <b>Karakozov S. D., Petrov D. A., Khudzhina M. V.</b> The Development of Professional Competences in Accordance with Professional Standards within Informational Technologies Bachelor Programs ..... | 129 |
| <b>Kozachek A. V.</b> Procedure for Formulation of the Government Requirements to the Environmental Engineer's Professional Activity and Training Content .....                                       | 138 |
| <b>Krasnyansky M. N., Dedov D. L., Obukhov A. D., Arkhipov A. E.</b> Development of Customized Training Systems for Professional Purposes for Simulation of the Fire Propagation Process .....        | 149 |
| <b>Mishchenko E. S., Monastyrev P. V., Evdokimtsev O. V.</b> Developing Master Student Learning Outcomes in the Field of Energy Efficient Construction .....                                          | 156 |
| <b>Naumkin N. I., Lomatkin A. N.</b> Innovation-Oriented Integrated Workshop on Applied Mechanics .....                                                                                               | 166 |
| <b>Nivina E. A., Tolmacheva O. V.</b> Development of Monologue Skills in Classes of Russian as a Foreign Language (Teaching Experience) .....                                                         | 175 |
| <b>Rodionov Yu. V., Glivenkova O. A., Nakhman A. D.</b> Innovative Content Lines in the Mathematics Course .....                                                                                      | 183 |
| <b>Fedorova N. Yu., Popov A. I.</b> A Model of Teaching Mathematics to International Students at the Stage of Professional Self-Identification .....                                                  | 193 |
| <b>Chernyshev L. O., Chernyshev O. L., Matveev Yu. N., Azarova L. V.</b> A Method for Multi-Criterial Selection of Private Enterprise Objects .....                                                   | 203 |
| <b>Applied Studies</b> .....                                                                                                                                                                          | 213 |
| <b>Maystrenko A. V., Maystrenko N. V.</b> Object-Oriented Tools for Designing Ecofriendly and Resource-Saving Chemical Technological Processes .....                                                  | 213 |
| <b>Chronicle. Events. Facts</b> .....                                                                                                                                                                 | 219 |
| <b>Noosphere</b> Vector of Sustainable Development for Science and Education: Results of V. I. Vernadsky's Conference-Forum ( <i>V. F. Kalinin, A. V. Kozachek</i> ) .....                            | 219 |

УДК 579.66

DOI: 10.17277/voprosy.2017.03.pp.009-016

### ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ БИОСИНТЕЗА ЛИПИДОВ И МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

Д. С. Дворецкий, М. С. Темнов, И. В. Маркин,  
А. И. Бушковская, Я. В. Устинская,  
Р. Д. Санталов, М. А. Еськова

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

Рецензент д-р техн. наук, профессор С. А. Нагорнов

**Ключевые слова:** биомасса; ионы аммония; липиды; микроводоросли; молочная кислота; сточные воды; фосфат-анионы.

**Аннотация:** Проведено экспериментальное исследование условий очистки сточных вод с помощью микроводоросли *Chlorella vulgaris*. Определена кинетика накопления биомассы штамма *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2, кинетика убыли ионов аммония и фосфат-анионов. Проведен микробиологический анализ очищенных с помощью микроводорослей сточных вод. Определена кинетика накопления молочной кислоты в суспензии при культивировании штамма *Lactobacillus casei* B-3241 на сточных водах, очищенных с помощью микроводорослей.

### Введение

Бурное развитие и рост населения городов – одна из причин стремительно возрастающих локальных нагрузок на окружающую среду. Данное обстоятельство делает проблему очистки сточных вод и повышения эффективности существующих очистных сооружений одной из важнейших. Другое направление исследований – разработка технологий культивиро-

---

Дворецкий Дмитрий Станиславович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии и оборудование пищевых и химических производств», e-mail: dvoretsky@tambov.ru; Темнов Михаил Сергеевич – ассистент кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств»; Маркин Илья Владимирович – аспирант кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств»; Бушковская Анастасия Игоревна – магистрант; Устинская Яна Витальевна – студент; Санталов Роман Дмитриевич – магистрант; Еськова Мария Александровна – студент, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

вания и переработки микроводорослей, которые рассматриваются как перспективный источник сырья для производства возобновляемых источников энергии, биоразлагаемых полимеров, корма для животных и т.д. Реализация идеи интеграции материальных потоков в целях повышения уровня энерго- и ресурсосбережения наблюдается во многих отраслях промышленного производства.

В работе [1] изучена возможность культивирования микроводоросли в сточных водах сельскохозяйственного происхождения после гидропонного выращивания томатов в целях их очистки (в таких водах содержатся высокие концентрации как органических, так и неорганических соединений, а также различные гербициды и фунгициды) до уровня предельно-допустимой концентрации (ПДК). Для сравнения уровня накопления биомассы микроводорослей осуществлялось параллельное культивирование микроводорослей на сточных водах и на лабораторной питательной среде BF-11. В результате определено, что к концу культивирования (49 сутки) при выращивании на сточных водах получено на 25 % меньше биомассы. Концентрация клеток в первом случае составила 3,75 г/л; во втором – 5,15 г/л. Первоначальный состав тепличных сточных вод, в которых выращивались водоросли, характеризовался более высоким количеством азота и нитритов, чем ионов аммония. За время культивирования удалено 99 % азота и 94 % фосфора. Установлено, что микроводоросли оказали положительное влияние на снижение концентрации сульфатов в среде, уменьшив их количество на 26 %, наблюдалось снижение концентрации железа на 71 %. Выявлено, что рост микроводорослей возможен при наличии в среде пестицидов: небольшое увеличение роста наблюдалось при присутствии в среде ипродиона и триклопира (21 и 42 % соответственно), присутствие фенгексамида снижало скорость роста микроводорослей на 26 %, пириметанил и металаксил приводили к снижению выхода на 10 %. При этом микроводоросли показали хорошую динамику по разложению гербицидов и фунгицидов. В результате сделан вывод, что можно использовать микроводоросли *Chlorella vulgaris* для очистки сельскохозяйственных сточных вод, которые содержат неорганические соединения и пестициды.

В работе [2] исследована возможность культивирования *Chlorella vulgaris* на сточных водах, являющихся отходом молочного производства и предварительно обработанных с помощью ультрафиолетового излучения и гипохлоритом натрия, в целях получения биотоплива. Сточные воды обрабатывались с помощью ультрафиолетового излучения (УФИ) в темной комнате в течение 5, 10 и 15 мин, количество вносимого гипохлорита натрия составляло 10, 30, 50, 70 и 90 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (частей на миллион), обработка проводилась в темной комнате в течение 12 ч, после чего остаточный хлор удалялся с помощью раствора тиосульфата натрия. В результате экспериментов наибольшие концентрации биомассы (г/л) и продуктивность биомассы по липидам (г/л·день) отмечены после обработки сточных вод УФИ в течение 15 мин или использовании гипохлорита натрия в концентрации в 70 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Кроме того, отмечено увеличение аммиачного азота в среде после данных типов обработки, а общее количество фосфора незначительно снижалось. После четырех дней культивирования микроводоросли на обработанных средах количество фосфора снижалось более чем на 90 %, азота – на 60 – 90 %.

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод, что сточные воды могут быть использованы в качестве питательной среды для культивирования микроводорослей.

Объект настоящего исследования – муниципальные сточные воды, которые использовались в качестве питательной среды для культивирования микроводорослей *Chlorella vulgaris* и являются перспективным источником липидов [3, 4]. Культуральная жидкость, которая остается после культивирования данного штамма, содержит большое количество ценных питательных веществ, что позволяет использовать ее для культивирования молочнокислых бактерий – продуцентов молочной кислоты [5].

Цель исследования – оценка возможности комплексного использования сточных вод для биосинтеза липидов и молочной кислоты.

Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

- 1) определение возможности очистки муниципальных сточных вод от загрязняющих веществ, содержащих азот и фосфор, микроводорослями;
- 2) определение микробиологических показателей очищенной воды;
- 3) исследование возможности извлечения липидов из биомассы микроводорослей;
- 4) исследование возможностей использования фильтрата культуральной жидкости микроводорослей в качестве питательной среды для биосинтеза молочной кислоты.

### Методы и материалы

Использовались образцы муниципальных сточных вод, взятых на городских очистных сооружениях: *образец № 1* – вода, поступившая на очистные сооружения (содержат количество азота (total nitrogen)  $TN \approx 61$  мг/л и фосфора (total phosphorus)  $TP \approx 38$  мг/л); *образец № 2* – вода, поступившая на очистные сооружения после первичного отстойника ( $TN \approx 32$  мг/л и  $TP \approx 11$  мг/л).

**Культивирование и концентрирование биомассы микроводорослей.** Для оценки эффективности очистки сточных вод (образцы № 1, 2) использовался штамм микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2. Культивирование проводилось в фотобиореакторе емкостью 2 л в течение девяти дней, при температуре 20...22 °C и среднем уровне освещенности  $\approx 250$  мкмоль фотонов/(м<sup>2</sup>·с). Количество азота определялось согласно ГОСТ 33045–2014 «Вода. Методы определения азотсодержащих веществ»; фосфора – согласно ПНД Ф 14.1; 4.248–07 «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций ортофосфатов, полифосфатов и фосфора». Концентрация клеток в суспензии определялась с использованием камеры Горяева и светового микроскопа Levenhuk C310 NG ( $\times 1000 - 1600$ ). Концентрирование клеток микроводорослей до влажности 95 – 98 % проводилось с использованием центрифуги с фактором разделения 1000 в течение 5 мин.

**Разрушение клеток микроводорослей и экстракция липидов.** Разрушение клеток осуществлялось путем воздействия на 100 мл биомассы микроводорослей влажностью 98 % комплексом ферментных препаратов «Целлолюкс А» и «Протосубтилин ГЗх», взятых в соотношении – 75 % : 25 % (0,012 мг/мл – 0,004 мг/мл) в течение 10 мин при температуре  $\approx 50$  °C, а затем СВЧ-излучением мощностью 280 Вт в течение 40 с.

Экстракция липидов из клеток микроводорослей выполнялась аналогично методу Блая и Дайера, но с использованием этанола и петролейного эфира в соотношении 2:1 (об.) в течение 110...120 мин при температуре 50 °С, при соотношении сухих веществ биомассы (г) к количеству смеси экстрагентов (мл)  $R = 1:20$ ; дистилляция растворителей с использованием ротационного испарителя IR-1 M3 при температуре дистилляции 85 °С; определение общих липидов – по методу Цоллнера и Кирша.

**Санитарно-бактериологическое исследование сточной воды.** Образцы сточной воды (разбавленные в 0 – 100 000 раз) в количестве 0,1 мл вносятся в чашки Петри, в которых находится питательная среда МПА и Эндо для определения бактерий группы кишечной палочки. Посевы ставили в термостат и инкубировали при 37 °С в течение 24 ч. Через 24 ч чашки Петри с посевами вынимают из термостата и подсчитывают число выросших колоний. Используя формулу (1), определялось число бактерий в 1 мл воды (для расчета учитываются чашки Петри, число колоний в которых находится в пределах 3...300).

$$M = \frac{a 10^n}{V}, \quad (1)$$

где  $M$  – число клеток в 1 мл;  $a$  – среднее число колоний в чашке Петри;  $V$  – объем суспензии, взятый на посев, мл;  $10^n$  – разведение.

**Культивирование *Lactobacillus casei* B-3241.** Для получения молочной кислоты использовали штамм *Lactobacillus casei* B-3241, который культивировали в емкостях объемом 0,5 л на культуральной жидкости, полученной после культивирования микроводоросли *Chlorella vulgaris* на сточных водах (образцы № 1, 2). В качестве источника редуцирующих веществ использовалась свекловичная меласса. Начальное содержание редуцирующих веществ в растворе составляло 5 % об., температура культивирования 37 °С, начальный уровень pH = 7. Культивирование проводилось в течение 5 дней.

#### **Экспериментальное исследование условий культивирования биомассы *Chlorella vulgaris***

Анализ химического состава муниципальных сточных вод позволяет предположить целесообразность их использования в качестве питательной среды для производства биомассы микроводорослей с последующей их переработкой в технические липиды, так как там присутствуют необходимые элементы, требующиеся для жизнедеятельности микроводорослей.

Культуральная жидкость, получающаяся после отделения биомассы, содержит аммонийные соли, аминокислоты, витамины группы В, кобальт, медь, марганец, молибден, железо, цинк, йод и другие микроэлементы. Данные компоненты оказывают стимулирующее воздействие на молочнокислые бактерии, поэтому проведено исследование возможности ее использования для получения молочной кислоты с использованием бактерий *Lactobacillus casei* B-3241.

Анализ экспериментальных данных по культивированию штамма микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2 (рис. 1 – 3) показал, что максимальный прирост биомассы на сточных водах наблюдался на девятые сутки культивирования. При этом для образца № 1 количество

клеток микроводорослей достигло  $\approx 23$  млн кл./мл, концентрации азота и фосфора снизились на 85 и 79 % соответственно. Для образца № 2 количество клеток микроводорослей составило  $\approx 9$  млн кл./мл, концентрации азота и фосфора снизились на 72 и 90 %, соответственно. Концентрация биогенных элементов в получившейся культуральной жидкости достаточна для культивирования штамма молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* B-3241.

Для получения биомассы с повышенным содержанием липидов необходимо осуществлять культивирование микроводорослей в стрессовых условиях (при низком содержании в сточных водах азота и фосфора) в течение пяти-шести суток [4].

Эксперимент по экстракции липидов из микроводорослей, выращенных на сточных водах при комплексном разрушении клеток [4] позволил сделать вывод, что максимальное количество липидов, которое возможно извлечь из биомассы штамма *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2, выращенной на сточных водах (образцы № 1, 2), составляет  $\approx 26$  % (масс.).

Использование для очистки сточных вод микроводорослей также позволяет уменьшить обсемененность воды микроорганизмами (условно патогенными и патогенными). Общее микробное число (ОМЧ) при использовании микроводорослей уменьшается в 4,5 раза (40 КОЕ/мл) по сравне-

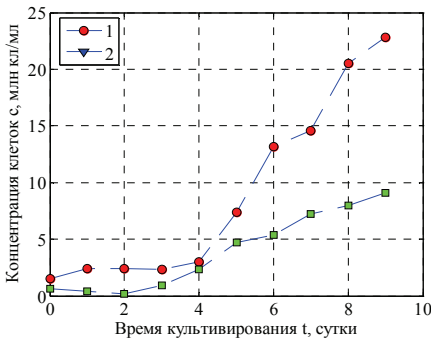


Рис. 1. Кинетика роста *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2 на сточных водах

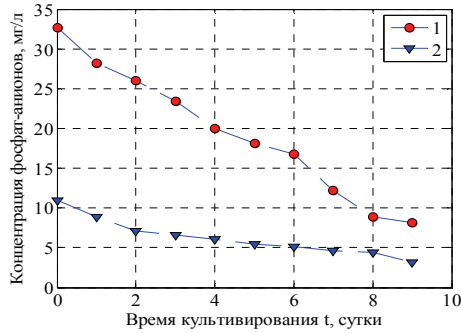


Рис. 2. Изменение фосфат-анионов в сточных водах при культивировании *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2

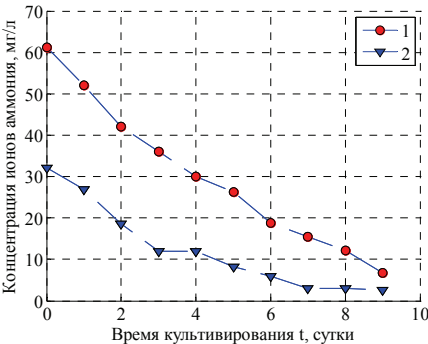


Рис. 3. Изменение катионов аммония в сточных водах при культивировании *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2

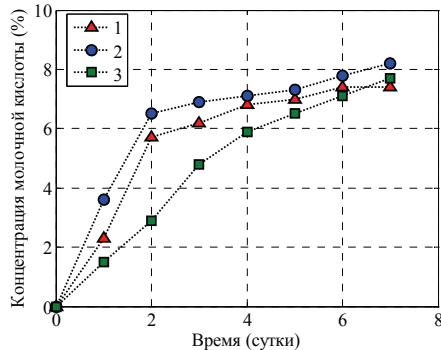


Рис. 4. Кинетика накопления в культуральной жидкости молочной кислоты

нию с контролем (180 КОЕ/мл) и в 3 раза по сравнению с водой, очищенной с помощью активного ила (120 КОЕ/мл). Гибель микрофлоры сточных вод наблюдается из-за того, что микроводоросли выделяют в суспензию вещество, обладающее антибиотическим эффектом [6], но перед сбросом в реку вода, очищенная микроводорослями, также нуждается в дополнительной дезинфекции (химической обработкой, с использованием УФ и пр.). После отделения биомассы микроводорослей очищенные сточные воды (1 – поступающие на очистные сооружения; 2 – после осаждения крупных частиц; 3 – культуральная жидкость после культивирования на питательной среде *Тамийя OPTIMUM*) и меласса использовались для культивирования бактерий *Lactobacillus casei* B-3241 при лабораторном производстве молочной кислоты. Максимальный выход молочной кислоты 8,2 % (об.) наблюдался на седьмые сутки культивирования (рис. 4) при использовании сточной воды, поступающей на очистные сооружения (1), что можно объяснить тем, что в данном виде сточных вод осталось большее количество аммонийного азота (см. рис. 3, кривая 1).

По результатам проведенных экспериментальных исследований можно предложить технологию биосинтеза липидов и молочной кислоты с использованием сточных вод (рис. 5), которая предусматривает культивирование штамма микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2 на муниципальных сточных водах, поступивших на очистные сооружения, в течение девяти дней при температуре 20...22 °С и среднем уровне освещенности  $\approx 250$  мкмоль фотонов/(м<sup>2</sup>·с). На девятые сутки концентрация клеток микроводорослей достигает концентрации  $\approx 23$  млн кл./мл, концентрация азота и фосфора в воде снижается на 85 и 79 % соответственно. Концентрирование биомассы микроводорослей может осуществляться с использованием центрифуги с фактором разделения 1000 в течение 5 мин. Разрушение клеток необходимо проводить путем воздействия на биомассу микроводорослей влажностью 98 % комплексом ферментных препаратов «Целлолюкс А» и «Протосубтилин ГЗх», взятых в соотношении – 75 % : 25 % (0,012 – 0,004 мг/мл) в течение 10 мин при температуре  $\approx 50$  °С, а затем СВЧ-излучением мощностью 280 Вт в течение 40 с. Экстракцию липидов из клеток микроводорослей целесообразно проводить с использованием этанола и петролейного эфира в соотношении 2 : 1 (об.) [4].

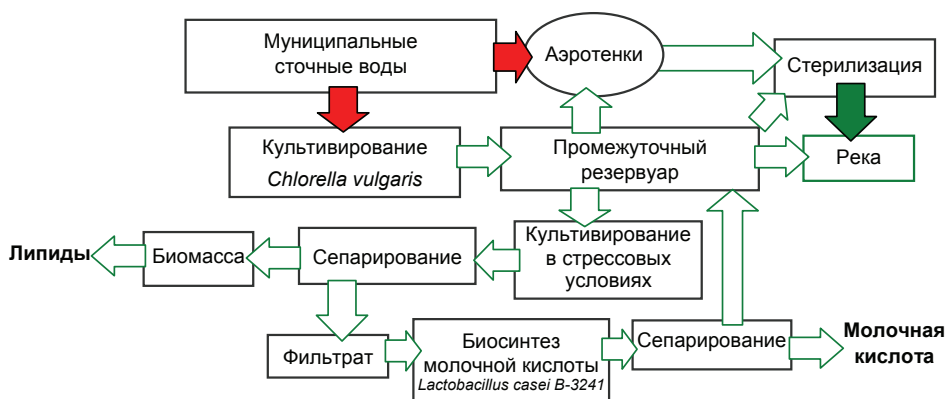


Рис. 5. Возможная схема использования сточных вод для биосинтеза липидов и молочной кислоты

Фильтрат культуральной жидкости, отделенной от клеток микроводорослей, может быть использован как основа питательной среды для культивирования бактерий *Lactobacillus casei B-3241*, что позволит уменьшить себестоимость молочной кислоты. Фильтратом культуральной жидкости проводят рассиропку мелассы до содержания редуцирующих веществ 5 %. Рассиропка проходит без стерилизации, так как термическая обработка разрушает витамины группы В, содержащиеся в фильтрате и необходимые для жизнедеятельности продуцентов молочной кислоты – бактерий *Lactobacillus casei B-3241*.

### Заключение

По результатам проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод, что поступающие на очистные сооружения муниципальные сточные воды можно без предварительной обработки и разбавления использовать в качестве питательной среды для культивирования микроводорослей штамма *Chlorella vulgaris Beijer IPPAS C-2*. Культивирование данного штамма в течение девяти дней позволяет накопить биомассу клеток концентрацией 23 млн кл/мл суспензии с внутриклеточным содержанием липидов 26 %, при этом концентрация общих азота и фосфора в воде уменьшается в среднем на 85 и 79 % соответственно. Биомасса микроводорослей, отделенная от культуральной жидкости, может служить сырьем для получения биотоплива. Отделенная культуральная жидкость может служить основой питательной среды (с добавлением свекловичной мелассы) для культивирования бактерий *Lactobacillus casei B-3241*, которые являются продуцентом молочной кислоты. При этом на седьмые сутки культивирования накапливается 8 % молочной кислоты (нейтрализация не проводилась). Данная кислота после отделения от культуральной жидкости может служить сырьем для получения биополимеров.

### Список литературы

1. Cultivation *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* Microalgae to Degrade Inorganic Compounds and Pesticides in Water / A. Baglieri [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. – 2016. – Vol. 23, No. 18. – P. 18165 – 18174. doi: 10.1007/s11356-016-6996-3
2. Cultivation of *Chlorella vulgaris* in Dairy Wastewater Pretreated by UV Irradiation and Sodium Hypochlorite // L. Qin [et al.] // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2013. – Vol. 172. – P. 1121 – 1130.
3. Optimization of the Process of Cultivation of Microalgae *Chlorella Vulgaris* Biomass with High Lipid Content for Biofuel Production / D. S. Dvoretzky [et al.] // Chemical Engineering Transactions. – 2015. – No. 43. – P. 361 – 366.
4. Дворецкий, Д. С. Технология получения липидов из микроводорослей : [Электронный ресурс] / Д. С. Дворецкий, С. И. Дворецкий, М. С. Темнов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
5. Совершенствование условий биосинтеза молочной кислоты лактобактериями / Д. С. Дворецкий [и др.] // Вестн. Казан. технол. университета. – 2017. – Т. 20, № 8. – С. 126 – 130.
6. Pratt, R. Studies on *Chlorella vulgaris*. X. Influence of the Age of the Culture on the Accumulation of Chlorellin / R. Pratt, J. F. Oneto, J. Pratt // American Journal of Botany. – 1945. – Vol. 32, No. 7. – P. 405 – 408.

## References

1. Baglieri A., Sidella S., Barone V., Fragala F., Silkina A., Negre M., Gennari M. Cultivation *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* microalgae to degrade inorganic compounds and pesticides in water, *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, Sep; 23(18):18165-74, doi: 10.1007/s11356-016-6996-3
2. Qin L., Shu Q., Wang Z., Shang C., Zhu S., Xu J., Li R., Zhu L., Yuan Zh. Cultivation of *Chlorella vulgaris* in dairy wastewater pretreated by UV irradiation and sodium hypochlorite, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 2013, vol. 172, pp. 1121-1130.
3. Dvoretzky D., Dvoretzky S., Peshkova E., Temnov M. Optimization of the Process of Cultivation of Microalgae *Chlorella Vulgaris* Biomass with High Lipid Content for Biofuel Production, *Chemical Engineering Transactions*, 2015, no. 43, pp. 361-366, doi: 10.3303/CET1543061
4. Dvoretzky D.S., Dvoretzky S.I., Temnov M.S. *Tekhnologiya polucheniya lipidov iz mikrovdoroslei* [Technology of obtaining lipids from microalgae], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO "TGTV", 2015. (In Russ.)
5. Dvoretzky D.S., Zyuzina O.V., Markin I.V., Kozodaeva M.V., Ustinskaya Ya.V. [Improvement of lactic acid biosynthesis conditions with lactobacilli], *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2017, vol. 20, no. 8, pp. 126-130. (In Russ.)
6. Pratt R., Oneto J. F., Pratt J. Studies on *Chlorella vulgaris*. X. Influence of the Age of the Culture on the Accumulation of Chlorellin, *American Journal of Botany*, 1945, vol. 32, no. 7, pp. 405-408.

---

### Assessment of the Possibility of Integrated Use of Wastewater for Biosynthesis of Lipids and Lactic Acid

**D. S. Dvoretzky, M. S. Temnov, I. V. Markin,  
A. I. Bushkovskaya, Ya. V. Ustinskaya,  
R. D. Santalov, M. A. Eskova**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** ammonium ions; biomass; lactic acid; lipids; microalgae; phosphate anions; wastewater.

**Abstract:** An experimental research into the conditions of wastewater treatment with microalgae *Chlorella vulgaris* has been conducted. The kinetics of *Chlorella vulgaris* Beijer IPPAS C-2 biomass accumulation and the loss of ammonium ions and phosphate anions has been determined. The microbiological analysis of wastewater treated by microalgae has been performed. The study also defines the kinetics of lactic acid accumulation in suspension during the cultivation of *Lactobacillus casei* B-3241 in wastewater after algal treatment.

---

© Д. С. Дворецкий, М. С. Темнов, И. В. Маркин, А. И. Бушковская,  
Я. В. Устинская, Р. Д. Санталов, М. А. Еськова, 2017

## ИСТОЧНИКИ И ДОНОРЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К СТРЕССОРНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Ю. В. Зеленева, В. П. Судникова,  
В. В. Плахотник, И. В. Гусев

*Среднерусский филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И. В. Мичурина»,  
г. Мичуринск, Россия*

*Рецензент д-р с.-х. наук, профессор Н. Я. Каширская*

**Ключевые слова:** агробиоценоз; болезни пшеницы; бурая ржавчина; иммунитет; пыльная и твердая головня; селекция; септориоз.

**Аннотация:** Созданы новый исходный материал и селекционные линии, адаптированные к зональным условиям для селекции яровой пшеницы на групповую и комплексную устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам. Работа проведена методами традиционной селекции по полной схеме селекционного процесса с применением искусственных инфекционных фонов на всех его этапах. В инфекционных питомниках изучено 2878 линий из различных селекционных питомников, из них выделено устойчивых к бурой ржавчине – 548, септориозу – 309, с групповой устойчивостью к бурой ржавчине и септориозу – 239, пыльной головне – 42, твердой – 104. Проведена идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров у оригинальных селекционных линий, сочетающих устойчивость к бурой ржавчине с комплексом других положительных признаков и свойств. ДНК выделены из пяти-семидневных проростков пшеницы по методике Д. Б. Дорохова и Э. Клоке. В селекционных линиях идентифицированы *Lr-гены*: 10, 19, 20, 34. В качестве генетических источников устойчивости к эпифитийно опасным болезням в Мировую коллекцию Всероссийского института растениеводства передано 12 селекционных номеров яровой мягкой пшеницы. В Госкомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений про-

---

Зеленева Юлия Витальевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета растений; Судникова Валентина Павловна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета растений; Плахотник Владимир Васильевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета растений; Гусев Иван Викторович – и.о. директора Среднерусского филиала ФГБНУ «ФНЦ им. И. В. Мичурина», e-mail: tmbsnifs@mail.ru, Среднерусский филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И. В. Мичурина», г. Мичуринск, Россия.

ведены испытания сорта сильной яровой мягкой пшеницы Хуторянка, устойчивого к возбудителям болезней (септориоз, бурая ржавчина, пыльная и твердая головня).

## **Введение**

Центрально-Черноземный регион (ЦЧР) – один из основных регионов возделывания пшеницы в России, в котором производится больше 10 % зерна. Урожайность, валовые сборы и качество зерна в ЦЧР, как и в других регионах РФ, существенно варьируют и определяются многими факторами, в том числе поражением растений грибными фитопатогенами [1].

Внедрение в производство устойчивых сортов пшеницы позволяет значительно сократить или полностью исключить применение пестицидов, сохранив при этом в годы эпифитотий 40 – 50 % потенциального урожая; улучшить фитосанитарную и экологическую обстановку в агрофитоценозе; повысить санитарно-гигиенические качества продукции.

В настоящее время признак устойчивости сорта к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды приобрел такое же важное значение, как высокая продуктивность и качество урожая.

Прямое включение в селекционный процесс инорайонных доноров не всегда дает желаемый результат, в основном вследствие слабой адаптивности последующих поколений. Таким образом, цель работы – создание нового исходного материала и селекционных линий, адаптированных к зональным условиям для селекции яровой пшеницы на групповую и комплексную устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам.

## **Материалы и методы исследований**

Исследования проведены на стационарном участке Среднерусского филиала ФГНБУ «ФНЦ им. И. В. Мичурина». Место проведения опытов характерно для ЦЧР. Климат умеренно-континентальный с теплым летом и холодной продолжительной зимой. Почвы – черноземы, разнообразные по своему механическому составу (от супесчаных до глинистых разновидностей).

Работа по созданию адаптированных к зональным условиям высокоэффективных генетических источников и доноров устойчивости к стрессовым факторам среды проводилась методами традиционной селекции по полной схеме селекционного процесса с применением искусственных инфекционных фонов на всех его этапах. Основной метод – внутривидовая гибридизация. В качестве доноров эффективных *Lr*-генов (9, 19, 24, 37, 38, V1, Tt<sub>1</sub>Tt<sub>2</sub>) служили сорта Эстивум 522, Эстивум 526, Эстивум 1509, Лебедушка, Лубнинка, Тулеевская, Лютеценс 516, Тулайковская 100, Фаворит, Белянка, SST-23, SST-25, Моррис, АНК 3, АНК 4, ИТ 3, а также сорта с неидефицированными *Lr*-генами, обладающими групповой и(или) комплексной устойчивостью к стрессовым факторам среды биотического характера.

В качестве родительских форм, обладающих высокими хозяйственно-ценными признаками и свойствами, использовались районированные в ЦЧР сорта яровой мягкой пшеницы.

В зависимости от биологических и хозяйственно-ценных свойств родительских форм применяли различные методы традиционной селекции: топкросс, беккросс и сложные скрещивания. Сев проводили в оптимальные для культуры агротехнические сроки, принятые в зоне. Предшественник – чистый пар. Площадь делянок под каждым сортом 0,6...1,0 м<sup>2</sup>.

Для инокуляции использовали биоматериал, наиболее полно отражающий патогенные свойства естественных популяций. Классификацию типов «устойчивость-восприимчивость» учитывали по международным шкалам, рекомендуемыми методическими пособиями [2, 3].

При испытании материала по устойчивости к бурой ржавчине руководствовались методиками Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [4] и А. Е. Чумакова и др. [5]. Для инокуляции использовали биоматериал, содержащий *pp*-гены: 1, 2а, 2b, 3, 3ка, 3bg, 10, 11, 12, 13, 14а, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27+31, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 44, В, W.

Изучение устойчивости сортов к видам головни проводили по методикам В. И. Кривченко, Д. В. Мягковой [6]. Инокуляцию колосьев пыльной головней осуществляли методом частичного вакуума, используя в качестве инфекционного материала для пшеницы расу 76 [4], в качестве инокулюма возбудителя твердой головни пшеницы – высоко агрессивные расы 9 и 10. Испытание устойчивости сортов к септориозу проводили по методикам ВНИИФ и Среднерусского филиала ФГНБУ «Тамбовский НИИСХ» [4, 7].

Контроль – сильно восприимчивые к соответствующему патогену сорта-индикаторы: Прохоровка (септориоз), Саратовская 42 (бурая ржавчина), Саратовская 60 (пыльная головня), Эстивум 66 (твердая головня).

В процессе изучения иммунологических свойств учитывали также другие наиболее существенные признаки и свойства (продолжительность вегетационного периода, выравненность стеблестоя, габитус растений, устойчивость к полеганию и прорастанию на корню, осыпаемость, морфотип и озерненность колоса, выполненность и крупность зерна и др.). Отбирали образцы с генотипами, наиболее полно отвечающие требованиям, предъявленным к исходному материалу.

В работе использовали схемы селекционного процесса, наблюдения и оценки, принятые в селекционных центрах России и СНГ [8].

Проведена идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров у оригинальных селекционных линий, сочетающих устойчивость к бурой ржавчине с комплексом других положительных признаков и свойств. ДНК выделяли из пяти-семидневных проростков пшеницы по методике Д. Б. Дорохова и Э. Клоке [9]. Амплификацию ДНК проводили в реакционной смеси по предложенным протоколам и при необходимости модифицировали. Идентификация *Lr*-генов выполнена на экспериментальной базе Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений.

## Результаты исследований

В инфекционных питомниках изучено 2878 линий и номеров из различных селекционных питомников. По итогам результатов наблюдений и оценок, предусмотренных методическими рекомендациями по селекции, отобраны образцы с наиболее ценными генотипами. К приоритетным признакам и свойствам относили степень устойчивости к группе стрессовых факторов и урожайность.

С учетом комплекса положительных признаков и свойств в региональную коллекцию отобрано 239 образцов, для дальнейшей селекционной работы – 979, в их числе:

- устойчивых к бурой ржавчине – 456: РЛ 2032(08), РЛ 2034(08), РЛ 1375(08), РЛ 30023-1(М), РЛ 34396-2-3(А), РЛ 34396-2-16(А), СФР 193-12-8-6, РЛ 6-4, РЛ 16, St-1, St-18, St-28 и др.;

- септориозу – 233: РЛ 31757-22(С), РЛ 31-75-2-2(С), St-7, St-13, St-27, St-29, St-31, St-40, St-43, St-48 и др.;

- бурой ржавчине и септориозу – 178: РЛ 8494, РЛ 2198, РЛ 2848 (09), РЛ 21989 (06), РЛ 1493(08), РЛ 32338-1-57(9), РЛ 39809-7-7(С), РЛ 33809-7-48(М), St-26, St-27 и др.;

- пыльной головне – 29: РЛ 33804(М), РЛ 33832-8(С), РЛ 3809-7-53(М), РЛ 6, РЛ 6-4-2, РЛ 6-8, РЛ 6-2, СФР 73-6-10, СФР 73-6-24, СФР 184-3-5, РЛ 32 и др.;

- твердой головне – 83, в их числе: РЛ 33809(М), РЛ 6, РЛ 6-4-2, РЛ 6-8, РЛ 43-16 (Р), D 349(16), РЛ 21, СФР 22-7, Л 237(02), Л 3401(02), Л 1707(06) и др.

По урожайности на уровне стандарта (Фаворит) в питомниках старших поколений выделено 14 селекционных номеров: 7957, 7917, 22198(06), 2589(06), 1487(08), 1443(08), 1887(08), 5887(08), 43205(n), РЛ 6-8, РЛ 26-2-6(n), 4316(n), D 940(136), D 959(16). Семь линий по показателям превысили стандарт: Л 3/09, Л 26-2-5(n), Л 26-2-5-1(n), Л 10/10, РЛ 6, РЛ 6-4-2, Л 43-9(n), их иммунологическая характеристика и показатели урожайности представлены в табл. 1.

С использованием ДНК-маркеров у отобранных гибридных линий проведен молекулярный скрининг *Lr*-генов. В результате у 12 селекционных номеров: РЛ 9, РЛ 11, РЛ 16, РЛ 3, РЛ 8-1, СФР 135-17-16-2, СФР 135-17-20-2, СФР 142-32-11-6, СФР 184-3-5-7, СФР 193-12-8-6-1, СФР 88-1, СФР 135-17-16-15 выявлен ген *Lr19*.

Транслокация с геном *Lr19* передана мягкой пшенице от *Agropiron elongatum*. В данной транслокации находится также ген устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr25*, эффективный против наиболее агрессивной в настоящий период расы стеблевой ржавчины *Ug99* [10].

Гомогенную реакцию по наличию гена *Lr34* показала линия *Рл 4*. Ген *Lr34* относится к группе генов, обеспечивающих устойчивость как качественного, так и количественного проявления (то есть частичную устойчивость или, иначе, устойчивость по типу медленного развития – slow rusting).

Таблица 1

**Характеристика селекционного материала  
в питомниках старших поколений**

| №<br>п/п                  | Сорт,<br>селекцион-<br>ный номер | Поражаемость болезнями, %                      |                                    |                                  |         | Устойчи-<br>вость<br>к скрыто-<br>стебельным<br>вредителям,<br>балл | Урожай-<br>ность |      |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------|------------------|------|
|                           |                                  | бурая<br>ржавчина,<br>тип/степень<br>поражения | септориоз,<br>степень<br>поражения | головня,<br>степень<br>поражения |         |                                                                     | т/га             | ±St  |
|                           |                                  |                                                |                                    | пыльная                          | твердая |                                                                     |                  |      |
| Предварительное испытание |                                  |                                                |                                    |                                  |         |                                                                     |                  |      |
| 1                         | Л 3/09                           | 1–2/5                                          | 20                                 | 3,1                              | 5,2     | 3                                                                   | 3,13             | +2,6 |
| 2                         | Л 26-2-5                         | 1 ед.                                          | 15                                 | 0                                | 7,1     | 3                                                                   | 3,22             | +3,5 |
| 3                         | Л 10/10                          | 1–2/5                                          | 25                                 | 2,3                              | 0       | 2                                                                   | 3,40             | +5,5 |
| 4                         | Л 26-2-5-1                       | 1 ед.                                          | 20                                 | 0                                | 13      | 2                                                                   | 3,33             | +4,6 |
| 5                         | Фаворит St                       | 3/30                                           | 50                                 | 3                                | 28      | –                                                                   | 2,87             | –    |
| Конкурсное испытание      |                                  |                                                |                                    |                                  |         |                                                                     |                  |      |
| 1                         | Л 6-4-2                          | 1/5                                            | 30                                 | 0                                | 0       | 1–2                                                                 | 2,95             | +2,4 |
| 2                         | Л 43-9                           | 2/10                                           | 30                                 | 32                               | 14      | 3                                                                   | 3,05             | +3,4 |
| 3                         | РЛ 6                             | 1–2/10                                         | 25                                 | 0                                | 9,8     | 2                                                                   | 2,99             | +2,7 |
| 4                         | Фаворит St                       | 3/30                                           | 50                                 | 3                                | 28      | –                                                                   | 2,87             | –    |

У 10 селекционных линий (СФР 88-1, СФР 142-32-11-6, РЛ 11, СФР 193-12-8-6-1, СФР 184-3-5-7, СФР 135-17-20-2, СФР 135-17-16-2, СФР 135-17-16-15, СФР 202-7, отбор из популяции 3-4-2-6-1-3-15) выявлен ген *Lr10*.

С помощью маркера STS 638 ген *Lr20* идентифицирован у пяти селекционных линий (РЛ 9, РЛ 11, СФР 184-3-5-7, СФР 184-3-5-32, РЛ 8-1, РЛ 16). Ген *Lr20* имеет распространение в австралийских, западно-европейских и северо-американских сортах [11]. По результатам молекулярного скрининга российских сортов выявлено два яровых сорта его носителя (Дарья и Тризо) [11].

В результате полимеразной цепной реакции (ПЦР) с праймерами SCM9 фрагмент амплификации характерный для 1BL 1RS транслокации выявлен у трех селекционных линий СФР 135-17-20-2; СФР 184-3-5-7; СФР 193-12-8-6-1. В работе [12] показано, что 1BL-транслокация несет гены, повышающие урожайность и качество зерна, а также засухоустойчивость, обеспечиваемую за счет увеличения массы корней.

Несмотря на то что частоты вирулентности ко многим *Lr*-генам достигают 80 – 100 %, по данным многих исследователей пирамидирование их в одном сорте может быть эффективным способом селекции устойчивых сортов [13 – 15].

Результаты исследований показали, что отобранные линии яровой пшеницы проявили высокую устойчивость к возбудителям болезней, и следовательно, могут использоваться в качестве источников устойчивости.

Таблица 2  
**Характеристика сорта Хуторянка  
к стрессовым факторам**

| Фактор          | Единица измерения | Показатель |
|-----------------|-------------------|------------|
| Засуха          | балл              | 5          |
| Болезни пшеницы |                   |            |
| Бурая ржавчина  | балл/%            | 0–1/1      |
| Септориоз       | %                 | 20         |
| Мучнистая роса  | балл              | 8          |
| Пыльная головня | %                 | 0          |
| Твердая головня | %                 | 0          |

В ФГБНУ «Воронежский НИИСХ» испытываются 300 селекционных линий, отобранных по устойчивости к бурой ржавчине и септориозу из селекционных питомников первого и второго года испытания.

В качестве генетических источников устойчивости к эпифитотийно опасным болезням в Мировую коллекцию Всероссийского института растениеводства (ВИР) передано 12 селекционных номеров яровой мягкой пшеницы, которые включены во временный каталог отдела группы пшеницы ВИР: RL-3, RL-6, RL-27-8, RL-6-4, RL-6-8, СФР 34396-2, СФР 193-12-8-6-1, СФР 135-17-20-2, RL-16, ФР 32338-1-17-1, СФР 33809-7-3, СФР 135-17-16-15 (и-148680-14692).

В Госкоммиссию РФ по испытанию и охране селекционных достижений передан сорт сильной яровой мягкой пшеницы Хуторянка. Сорт получен путем индивидуального отбора из гибридной популяции (Саратовская 29 × Jastin) × (Воронежская 10 × Жница) × (Воронежская 10 × СФР 204). Разновидность – лютеценс, относится к сильной яровой мягкой пшенице, обладающей групповой устойчивостью к стрессовым факторам среды (бурая ржавчина, септориоз, пыльная и твердая головня, скрытостебельные вредители). Идентифицированы гены устойчивости к ржавчине – *Lr19*, *Sr25*. Отличается от сорта Фаворит озерненностью колоса, лучшей вымолачиваемостью и устойчивостью к эпифитотийно и особоопасным болезням, распространенным в ЦЧР (табл. 2).

Сорт среднерослый, среднеспелый, засухоустойчивый, хорошо реализует урожайный потенциал как на высоком, так и на бедном агрофоне. По качеству зерна сорт относится к сильной пшенице: содержание белка 14,3; клейковины 31,6. Рекомендуется к районированию в ЦЧР (табл. 3).

По результатам экологического испытания в Западной Сибири сорт Хуторянка превосходил стандартный сорт Омская 36 по технико-экономическим параметрам (табл. 4).

Таблица 3

**Технологические параметры научно-технической продукции  
по результатам производственной проверки**

| Наименование технико-экономических параметров | Контроль, сорт Фаворит | Передаваемый сорт Хуторянка |
|-----------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Урожайность семян, ц/га                       | 27,5                   | 28,8                        |
| Масса 1000 зерен, г                           | 38,2                   | 40,6                        |
| Сырая клейковина, %                           | 27,6                   | 31,6                        |
| Сырой протеин, %                              | 13,2                   | 14,3                        |

**Экологическое испытание сорта Хуторянка в Омской области**

| Наименование технико-экономических параметров | Контроль, сорт Омская 36 | Хуторянка |
|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------|
| Урожайность семян, т/га                       | 1,62                     | 3,97      |
| Масса 1000 зерен, г                           | 24,8                     | 34        |
| Сырая клейковина, %                           | 30,2                     | 32        |
| Сырой протеин, %                              | 15,36                    | 16,6      |

**Выводы**

Методами традиционной селекции созданы новые устойчивые к стрессовым факторам селекционные линии и номера, не уступающие по основным биологическим и агрономическим свойствам районированным в ЦЧР сортам или превосходящие их. Районирование сорта Хуторянка позволит исключить применение фунгицидов, а в эпифитотийные годы сохранить 30 – 40 % потенциального урожая. Полученные сведения могут служить для реализации программ по селекции яровой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине, септориозу, пыльной и твердой головне.

*Список литературы*

1. Фунгициды – фактор повышения производства зерна хлебных злаков, возделываемых по энергосберегающим агротехническим приемам / В. И. Абеленцев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 8. – С. 52 – 55.
2. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ / Л. Бабаянц [и др.] – Прага : Координационный центр, 1988. – 321 с.
3. Источники и доноры устойчивости яровой пшеницы к эпифитотийно и особо опасным болезням в Центрально-Черноземном регионе : каталог / В. В. Плахотник [и др.]. – Тамбов : Изд. дом Тамб. гос. университета им. Г. Р. Державина, 2013. – 26 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 4. – М. : Колос, 1975. – 182 с.
5. Инфекционные фоны в фитопатологии / А. Е. Чумаков [и др.] ; под ред. Ю. Н. Фадеева. – М. : Колос, 1979. – 208 с.
6. Кривченко, В. И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней / В. И. Кривченко. – М. : Колос, 1984. – 304 с.
7. Методы оценки устойчивости селекционного материала и сортов пшеницы к септориозу / ВНИИФ. – М., 1989. – 52 с.
8. Судникова, В. П. Возбудители септориоза пшеницы, изучение популяций по морфолого-физиологическим свойствам, устойчивость сортообразцов к патогену / В. П. Судникова, В. В. Плахотник, Ю. В. Зеленева. – Тамбов : Изд. дом Тамб. гос. университета им. Г. Р. Державина, 2011. – 35 с.
9. Dorokhov, D. B. A Rapid and Economic Technique for RAPD Analysis of Plant Genomes / D. B. Dorokhov, E. Klocke // Russian Journal of Genetics. – 1997. – Vol. 33, No. 4. – P. 443 – 450.
10. Wheat Rusts: an Atlas of Resistance Genes // R. A. McIntosh [et al.] // CSIRO Publications. – 1995. – 205 p.
11. Гульяева, Е. И. Методы идентификации генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров и характеристика эффективности Lg-генов / Е. И. Гульяева. – СПб. : Изд-во ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2012. – 72 с.

12. Agronomic Effect of Wheat-Rye Translocation Carrying Rye Chromatin (1R) from Different Sources // W. Kim [et al.] / Crop Sci. – 2004. – Vol. 44. – P. 1254 – 1258.
13. Оценка набора интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ Юго-Востока на устойчивость к расе стеблевой ржавчине Ug99+Sr24 (TTKST) // С. Н. Сибикеев [и др.] / Доклады РАСХН. – 2011. – № 2. – С. 3 – 5.
14. Samborski, D. J. Enhancement of Resistance to Puccinia Recondite by Interactions of Resistance Genes in Wheat / D. J. Samborski, P. L. Dyck // Can. J. Plant Pathol. – 1982. – No. 4. – P. 152 – 156.
15. Diagnostic Value of Molecular Markers for Lr Genes and Characterization of Leaf Rust Resistance of German Winter Wheat Cultivars with Regard to the Stability of Vertical Resistance / A. Serfing [et al.] // European Journal of Plant Pathology. – 2011. – Vol. 130, No. 4. – P. 559 – 575.

## References

1. Abelentsev V.I., Dobrynin N.D., Borovoi M.V., Zenin P.N. Fungicides – a factor in increasing the production of grain cereals, cultivated according to energy-saving agrotechnical methods, *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, [Achievements of science and technology of agroindustrial complex], 2007, no. 8, pp. 52-55. (In Russ.)
2. *Metody selektsii i otsenki ustoichivosti pshenitsy i yachmenya k boleznyam v stranakh – chlenakh SEV* [Methods of selection and evaluation of the stability of wheat and barley disease in the countries – members of the CMEA], Praga: Koordinatsionnyi tsentr, 19988, 321 p. (In Russ.)
3. Plakhotnik V.V., Zeleneva Yu.V., Sudnikova V.P., Bokunova L.V. *Istochniki i donory ustoichivosti yarovoi pshenitsy k epifitotii i osobo opasnym boleznyam v Tsentral'no-Chernozemnom regione (katalog)* [Sources and donors of spring wheat resistance to epiphytity and especially dangerous diseases in the Central Black Earth region (a catalog)], Tambov: Izdatel'skii dom Tambovskogo gosudarstvennogo universiteta im. G.R. Derzhavina, 2013, 26 p. (In Russ.)
4. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Vyp. 4* [Methods of state variety testing of agricultural crops. Issue 4], Moscow: Kolos, 1975, 182 p. (In Russ.)
5. Chumakov A.E., Vlasov Yu.I., Bushkova L.N. [et al.] *Infektsionnye fony v fitopatologii* [Infectious backgrounds in phytopathology], Moscow: Kolos, 1979, 208 p. (In Russ.)
6. Krivchenko V.I. *Ustoichivost' zernovykh kolosovykh k vzbuditel'nykh golovnykh boleznei* [Stability of grain cereals to pathogens], Moscow: Kolos, 1984, 304 p. (In Russ.)
7. VNIIF, *Metody otsenki ustoichivosti selektsionnogo materiala i sortov pshenitsy k septoriozu* [Methods for assessing the resistance of breeding material and varieties of wheat to septoriosi], Moscow, 1989, 52 p. (In Russ.)
8. Sudnikova V.P., Plakhotnik V.V., Zeleneva Yu.V. *Vzbuditeli septorioza pshenitsy, izuchenie populyatsii po morfolo-gi-fiziologicheskim svoistvam, ustoichivost' sortoobraztsov k patogenu* [Pathogens wheat Septoria, study populations for morphological and physiological properties, resistance to the pathogen accessions], Tambov: Izdatel'skii dom Tambovskogo gosudarstvennogo universiteta im. G.R. Derzhavina, 2011, 35 p. (In Russ.)
9. Dorokhov D.B., Klocke E. A Rapid and Economic Technique for RAPD Analysis of Plant Genomes, *Russian Journal of Genetics*, 1997, vol. 33, no. 4, pp. 443-450.
10. McIntosh R.A., Wellings C.R., Park R.F. Wheat Rusts: an Atlas of Resistance Genes, *CSIRO Publications*, 1995, 205 p.
11. Gul'tyaeva E. I. *Metody identifikatsii genov ustoichivosti pshenitsy k buroi rzhavchine s ispol'zovaniem DNK-markerov i kharakteristika effektivnosti Lr-genov* [Methods for identifying wheat resistance genes against brown rust using DNA markers and characterizing the efficacy of Lr genes], St. Petersburg: Izdatel'stvo GNU VIZR Rossel'khozakademii, 2012, 72 p. (In Russ.)

12. Kim W., Johnson, J.W., Baenziger, P.S. [et al.] Agronomic Effect of Wheat-Rye Translocation Carrying Rye Chromatin (1R) from Different Sources, *Crop Sci*, 2004, vol. 44, pp. 1254-1258.
13. Sibikeev S.N., Markelova T.S., Druzhin A.E., Vedeneva M.L., Singkh D. [Estimation of a set of introgressive lines of spring soft wheat for the selection of the SRIS of the South-East for resistance to the stem rust Ug99 + Sr24 (TTKST)], *Doklady RASKhN* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2011, no. 2, pp. 3-5. (In Russ.)
14. Samborski D.J., Dyck P.L. Enhancement of Resistance to Puccinia Recondite by Interactions of Resistance Genes in Wheat, *Can. J. Plant Pathol*, 1982, no. 4, pp. 152-156.
15. Serfing A., Krämer I., Lind V., Schliephake E., Ordon F. Diagnostic Value of Molecular Markers for Lr Genes and Characterization of Leaf Rust Resistance of German Winter Wheat Cultivars with Regard to the Stability of Vertical Resistance, *European Journal of Plant Pathology*, 2011, vol. 130, no. 4, pp. 559-575.

---

### **Sources and Donors for Selection of Straw Wheat to Stability to Stressor Factors of the Environment**

**Yu. V. Zeleneva, V. P. Sudnikova,  
V. V. Plakhotnik, I. V. Gusev**

*Srednerussky Branch of I.V. Michurin Federal Research Center,  
Michurinsk, Russia; Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** agrobiocenosis; dusty and hard bunt; immunity; leaf rust; selection; septoria; wheat diseases.

**Abstract:** At present, the sign of the resistance of wheat to biotic and abiotic environmental factors has become as important as the high productivity and quality of the crop. Direct inclusion of inorionic donors in the breeding process does not always give the desired result. The purpose of this work was to create a new source material and selection lines adapted to the zonal conditions for spring wheat selection for group and complex resistance to biotic and abiotic stressors. The work was carried out by the methods of traditional selection according to the complete scheme of the selection process using artificial infectious backgrounds at all its stages. In the infectious nurseries, 2878 lines from various breeding nurseries were studied. These included 548 lines resistant to brown rust, 309 septoria-resistant lines, 239 lines with a group resistance to brown rust and septoriosus, 42 lines resistant to dust head, 104 lines of hard wheat. Resistance to brown rust was identified using DNA markers in the original selection lines combining resistance to brown rust with a set of other positive features and properties. DNA was isolated from 5-7-day-old wheat sprouts by D.B. Dorokhov and E. Kloke's method. Lr-genes: 10, 19, 20, 34 were identified in the breeding lines. As the genetic sources of species resistant to epiphytic-dangerous diseases, 12 selection samples of spring soft wheat were sent to the World Collection of All-Russia Institute of Plant Growing. In the State Committee of the Russian Federation for Testing and Preservation of Selection Achievements, tests were conducted on the variety of strong spring soft wheat Khutorianka resistant to pathogens (septoria, leaf rust, dusty and hard bunt).

---

© Ю. В. Зеленева, В. П. Судникова,  
В. В. Плахотник, И. В. Гусев, 2017

УДК 001(207)

DOI: 10.17277/voprosy.2017.03.pp.026-039

**ЧЕЛОВЕК НА ВСЕ ВРЕМЕНА  
(как растут наши знания  
о Владимире Ивановиче Вернадском)**

**Г. П. Аксенов**

*ФГБУН «Институт истории естествознания и техники  
им. С. И. Вавилова РАН», г. Москва, Россия*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов*

**Ключевые слова:** биосфера; будущее науки; коммунистическая идеология; космология; организация науки и научного образования; планетная роль жизни; революции в России; устойчивое развитие; экология.

**Аннотация:** Академик В. И. Вернадский (1863 – 1945) способствовал возникновению новых научных дисциплин. В конце жизни ученый сформировал новую научную парадигму с участием живой материи в космическом пространстве. В самые драматические и переломные годы в истории страны Вернадский оставался верен своему ноосферному признанию – внедрению разумных и научно-обоснованных начал в общественную и государственную жизнь. Он создал большое число институтов, лабораторий и Академию наук Украины. Как государственный и общественный деятель, Вернадский способствовал превращению России в современное демократическое и правовое государство. В статье показано, как с течением времени и бурным ростом науки возрастает масштаб личности В. И. Вернадского.

Об известных людях часто говорят: человек своего времени. Ничего подобного нельзя сказать о В. И. Вернадском. Чем далее уходит от нас его эпоха, тем богаче становятся наши представления о нем. Он продолжает расти во всех измерениях. Иногда даже непредсказуемо и неожиданно.

---

Аксенов Геннадий Петрович – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН», e-mail: ihst@mail.ru; г. Москва, Россия.

## Личность В. И. Вернадского

После ухода из жизни в начале 1945 г. в официальном правительственном сообщении академика Владимира Ивановича Вернадского, – орденосца и лауреата Сталинской премии, называли большим ученым, геологом, минералогом, геохимиком и кристаллографом. И все это действительно соответствовало тому, что о нем было известно. Знали, что он являлся одним из авторитетнейших ученых России, сведения о котором занесены во все энциклопедии мира. Еще будучи профессором Московского университета он в 1906 г. был избран адъюнктом по минералогии Академии наук. Через два года его избрали экстраординарным, а в 1912 г. – ординарным академиком, то есть действительным членом Академии наук. Затем он становится директором крупнейшего в нашей стране Геологического и минералогического музея имени Петра Великого Императорской академии наук.

Признавалось, что Вернадский не только обогатил все отрасли наук о Земле новыми открытиями и достижениями, но создал новые науки, прежде всего геохимию, научную дисциплину об атомах в земной коре. В 1924 г. во Франции вышел в свет на французском языке его капитальный труд, через три года напечатанный в России под скромным названием «Очерки геохимии» [1]. В 1928 г. он создал первую в мире лабораторию по биогеохимическим исследованиям, после его смерти превратившуюся в Институт геохимии и аналитической химии РАН, носящий его имя. Первым директором стал его ученик, работавший с ним с 1920-х гг., – академик Александр Павлович Виноградов. Идеи Вернадского в области геохимии, минералогии и кристаллографии, исследования по классификации вод прочно вошли в содержание науки, учебники и со временем обезличились. Его капитальный труд «История природных вод» [2] стал необходим на всех кафедрах гидрологии и гидрохимии естественных факультетов.

Однако с того времени горизонт открытых им наук и научных направлений стал расширяться. Постепенно выяснилось, что он создал и другие новые науки: радиогеологию, планетологию, занимался метеоритикой, изотопией, почвоведением. Ныне всем привычное представление о возрасте геологических структур и тел развивается учеными, выросшими в научных учреждениях, связанных с Вернадским.

Он стал инициатором развития всего комплекса наук о радиоактивности. Еще в 1911 г. первым начал поиск и исследование радиоактивных минералов на территории страны. Была создана Радиохимическая лаборатория, в 1922 г. он возглавил Радиевый институт. Множество известных теперь ученых, например Игорь Васильевич Курчатов, работали в лабораториях института. Здесь был создан первый в стране циклотрон. Летом 1940 г. по инициативе Вернадского великая эпопея атомного проекта началась в стенах Академии наук с образования Комиссии по атомной энергии. Ее возглавил ближайший ученик Вернадского академик Виталий Григорьевич Хлопин. В комиссию вошли все виднейшие физики, радиологи, химики, имена которых теперь у всех на слуху. Тогда же Вернадский написал для правительства программу исследования атомной проблемы, нацеленной на невиданную никогда прежде задачу получения атомной энергии. Она была принята, и только начавшаяся через год война остановила раз-

вертывание работ. Проект возобновился уже в ходе войны, но без Вернадского, бывшего тогда в эвакуации в Казахстане.

Начавшееся освоение космоса потребовало новых знаний о ближайших планетах. И тут выяснилось, что труды Вернадского о космосе и космической химии уже заложили основы изучения ближайшего космического пространства. Он выдвинул идею общности строения ближайших к нам планет и Земли и выделил их в особую, земную группу. Тем самым Вернадский заложил основы новой научной дисциплины – сравнительной планетологии, наибольший вклад в которую внес его последний ученик, талантливый аналитик Кирилл Павлович Флоренский, сын известного великого философа и богослова П. А. Флоренского. Он вырос до заведующего лабораторией, изучавшей лунный грунт [3].

В Академии наук работал комитет по метеоритам, созданный Вернадским и возглавлявшийся им много лет. Это он добился принятия закона об объявлении каждого упавшего на территории страны метеорита государственной собственностью и направлении каждого упавшего с неба тела в минералогический музей для хранения и изучения.

Вернадский причастен к исследованию знаменитого Тунгусского феномена. Еще в 1921 г. он направил в экспедицию своего сотрудника Леонида Алексеевича Кулика, который обнаружил, что место падения есть, а тела, которое упало, – нет. Вернадский в 1939 г. организовал аэрофото съемку места падения метеорита. Позже его исследовал К. П. Флоренский, но загадка осталась тревожить исследователей и по сию пору.

В 1963 году наступил первый широко отмечавшийся юбилей ученого – 100-летие со дня рождения. И в наступившей идейной «оттепели» после XX съезда партии вокруг наследия Вернадского произошли новые события. Выяснилось, что советская идеология и, прежде всего, так называемая надуманная Т. Д. Лысенко «мичуринская биология», боровшаяся с генетикой, отодвинула в сторону огромную область исследований Вернадского по биосфере. Многие труды ученого, казалось, уже похороненные в старых академических журналах, а также книги, напечатанные с грифом редакционно-издательского совета Академии наук, были признаны вредными в идеологическом отношении, но теперь оказались прочтенными заново. В течение 1960-х гг. и последующие годы Вернадский стал знаменем борьбы за новую науку. Развернулось мощное движение за подлинное открытие совершенно новой роли живых организмов в геологической истории Земли, их планетарного значения. Борьбу возглавили большие ученые – геологи Борис Сергеевич Соколов, Александр Леонидович Яншин, микробиолог Георгий Александрович Заварзин, почвовед Анатолий Никифорович Тюрюканов, радиационный генетик Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский и другие исследователи [4]. Концепция биосферы во многом изменила поля советской науки и с ней она вышла на международную арену.

Наступил 1972 год. Он стал рубежной вехой, потому что в Стокгольме собралась первая Международная конференция по защите окружающей среды. Она отразила тревогу мирового сообщества о будущем цивилизации, поскольку выяснилось, что деятельность людей пагубно влияет на природу и ее необходимо как-то защищать от человека. Разумеется, понадобились научные основы такой защиты. И более того, потребовалось

не только определить правила взаимоотношений человечества и окружающей его природной среды, но и понадобилась научная концепция ее описания. Возник вопрос, что такое биосфера? И тут оказалось, что Вернадский уже описал ее как действенную геологическую оболочку. Он открыл то, что было у всех перед глазами и что в целом никто не смог охватить – живую природу, нашел закономерности ее существования и ее место в планетном балансе энергии.

Вот почему созданная 50 лет назад его классическая книга «Биосфера», где эти закономерности сформулированы, стала современной и сенсационной книгой в глазах мирового сообщества. Все увидели, что на ее постулатах можно описывать новые условия возросшего могущества человека и его энерговооруженность. Показателем острой необходимости биосферных знаний стала сама судьба книги. Она переиздана во многих странах. На английском и французском языках книга выдержала по три издания [5]. В США реализована как международный проект с современными комментариями к каждому факту автора, хроникой его жизни и полной на тот день библиографией трудов о нем. Предисловие к книге подписали 13 ученых из 12 стран [6]. Последнее издание книги опубликовано в Каракасе (Венесуэла) в 2007 г. По сравнению с книгой, вышедшей ранее на испанском языке в Мадриде, она расширена за счет других произведений В. И. Вернадского.

Учение о биосфере окрашивает в новые цвета все отделы современного естествознания. Оно стало ядром идеологии будущего отношения людей к существованию на Земле и стало платформой для множества международных проектов. Имя Вернадского постоянно произносится на международных форумах по охране окружающей среды и устойчивому развитию мировой экономики [7]. Оно дало старт различным инициативам новейших исследовательских направлений, включая космические. Примером этому является проект «Биосфера-2». Авторы идеи Джон Ален и Марк Нельсон убеждены, что именно концепция Вернадского станет базовой при создании биосфер на других планетах – как искусственных, так и естественных [8]. Проект был осуществлен в пустыне штата Аризона (США), где под стеклянными куполами на площади в 8 квадратных километров воссозданы некоторые климатические зоны и экологические системы Земли, поддерживающие свое автономное существование в периоде более 20 лет. В течение двух лет на полном самообеспечении в искусственной биосфере жили восемь «бионавтов». В полном объеме замысел «Биосферы-2» не удался, однако объект функционирует до сих пор и там проводятся многочисленные исследования. Его посещают до 10 тысяч студентов и школьников в год, а туристам его показывают с вертолета.

Таким образом, идея биосферы, как согласованной в своей фундаментальности системы, породила множество экологических проектов. Например, во многих местах Земли создаются поселения, где энтузиасты пытаются построить совершенно новый тип взаимоотношений человека и природы. Известен проект «Тамера» в Португалии, оказавшийся успешным и даже избыточным примером экопоселения, в России действует проект «Ковчег» [9].

Почетный профессор Женевского университета и один из лучших знатоков Вернадского в Европе Жак Гринвальд считает, что Вернадский

произвел революцию в науках о Земле. Для геологии понятие о биосфере как заселенной живым веществом геологической оболочке все еще чрезвычайно ново и имеет глубокие следствия [10, 11]. Гринвальд, в качестве одного из разработчиков Комиссии по геологической номенклатуре Международного геологического конгресса (МГК), был автором введения в геохронологическую шкалу нового термина – антропоцена, обозначающего современную эпоху, в которой влияние человечества на окружающую среду приобрело глобальный характер. На 35-й сессии МГК в Йоханнесбурге в 2016 г. этот временной аналог ноосферы был утвержден и вошел в геологическую номенклатуру.

### **Ученый-провидец**

С 1970-х гг. наше знание о наследии Вернадского существенно углубилось. Был издан сборник его работ о понятиях времени и пространства [12]. Стало ясно, что учение о биосфере имеет под собой глубокую научную основу – совершенно оригинальное представление об этих основных понятиях любой науки [13]. Вернадский рассматривает их как явления природы, имеющие реальное отражение. Время неотделимо от организмов, все основные их характеристики, и прежде всего факт необратимости – есть признаки живого вещества. Пространство, которое формируется внутри любого живого организма, обладает особой симметрией. Эти свойства не приобретаются ни в филогенезе, ни в онтогенезе, не образуются заново в эволюции, они только наследуются в процессе размножения. И в этом состоит еще одно фундаментальное доказательство вечности жизни на Земле.

Наши представления о мироздании становятся с Вернадским богаче информационно. Жизнь, точнее сказать живое вещество, которое является геологической силой биосферы, нельзя свести только к законам физики и химии. Закономерности существования биосферы оказались определяющими, а законы физики и химии, открытые на косном, инертном веществе, противоположны им, но не противоречат, а являются дополнительными. Живые организмы используют законы существования неживого вещества и энергии для организации всех движений.

Например, вместе с обнаружением новых закономерностей начинается строиться новая и непривычная для нас научная модель мира, в которой жизнь имеет космическое значение. Она дошла до нас в полном объеме совсем недавно, по историческим меркам, через главную книгу Вернадского «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» [14]. Ученый писал ее с 1935 по 1944 гг., буквально до последнего дня своей жизни. И хотя рукопись оборвана на половине фразы, по смыслу она закончена. В течение долгих лет над научным содержанием книги (ученый писал ее в эвакуации вне библиотек) работала секретарь Вернадского, дочь его ближайшего друга Дмитрия Шаховского – Анна Дмитриевна, вплоть до последнего дня своей жизни (1959). Затем эстафету принял К. П. Флоренский, он написал предисловие. И вот, наконец, в 1965 г. «книга жизни» вышла в свет.

Теперь отечественное научное сообщество смогло увидеть, как Вернадский представлял себе мироздание. Он описал его – от земного ядра до ближайшего космоса – как систему встроенных друг в друга оболочек. Но центр этой системы – и в этом заключается смысл новой концепции – находится отнюдь не в ядре Земли, а на ее поверхности, в 30-километровой оболочке биосферы. Именно она с помощью сложнейших химических соединений и геохимических циклов определяет строение близлежащих к ней оболочек – атмосферы, гидросферы, литосферы, а через них влияет на все другие оболочки – и вверх, и вниз – в глубинные слои Земли. Таким образом, Вернадский предвосхитил достижения еще одной великой науки XX в. – кибернетики. Именно живое вещество посредством созданной им геологической оболочки – биосферы – управляет нашим участком космоса. Не употребляя кибернетических терминов, Вернадский именно в кибернетическом духе описал мироздание с новой стороны – как систему, управляемую с большим разнообразием, – биосферой.

Таким образом, становится совершенно ясно, что следует из учения о биосфере: жизнь не является случайной на планете, но и самой планеты без биосферы не было бы. Жизнь необходима и, согласно Вернадскому, никогда не происходила из инертной материи, она существовала всегда. С этим учением мы открываем совершенно новую область представлений о космосе, характеризующую геоцентризмом. Земля и в самом деле оказывается центром мироздания в ближнем космосе. Не нарушая ни в чем общепризнанное строение, всем известное как гелиоцентризм и не посягая на него, учение о биосфере делает его частным случаем в рамках биогеохимии и информационной системы, всего лишь механистическим представлением о космосе [15].

Эту непривычную, в силу сложившихся культурных традиций, идею Вернадский развил еще в одной книге, которая имеет драматическую судьбу. Она закончена осенью 1943 г. и называется «О состояниях пространства в геологических явлениях Земли. На фоне роста науки XX столетия» [16]. Этот небольшой теоретический трактат является методологическим дополнением к «Химическому строению». Понимая революционный характер своей главной идеи для науки, Вернадский отправил рукопись в академическое издательство с просьбой напечатать брошюру по-русски и по-английски. Но по идеологическим соображениям руководство издательства постаралось задержать публикацию книги, так как понимало, что идеи Вернадского представляют собой серьезную опасность для марксизма-ленинизма. Прямо запретить труд сталинского лауреата издательство не могло, и решило ждать, когда вопрос для 81-летнего автора решится сам собой, естественным образом. Но даже после смерти Вернадского, несмотря на постановление Президиума Академии наук СССР об издании пятитомного собрания его сочинений, книга не была в него включена.

Впервые об этих двух главных книгах [14, 16] и их содержании стало известно из доклада еще одного ученика Вернадского – геоморфолога Бориса Леонидовича Личкова в 1963 г. [17]. Но только в 1980 г. стараниями К. П. Флоренского и хранителя кабинета-музея ученого Валентины Сергеевны Неаполитанской трактат был издан. Вернадский обобщил в нем эмпирические факты планетной роли жизни до принципов природы, то есть

научных положений, относящихся ко всем наукам без исключения. Приведем центральное положение книги и фактически, всех естественных наук:

«Я вижу сейчас, что эти *три основных эмпирических принципа* охватывают все естествознание. Два из них были высказаны в конце XVII в., но вошли окончательно в научную мысль естествознания в конце XVIII – начале XIX века, а частью входят еще и теперь. Третий принцип зародился в начале XIX столетия и охватил научную работу в середине этого века.

Первым будет принцип, высказанный Ньютоном в 1687 г., – *принцип сохранения массы вещества* в окружающей нас реальности, во всех изучаемых нами явлениях. Он был признан окончательно в середине XVIII – начале XIX вв.

Вторым будет *принцип Гюйгенса*, высказанный им в предсмертной работе в 1695 г. и ставший известным в начале XVIII в. Этот закон природы гласит, что *жизнь есть не только земное, но и космическое явление*. Это представление еще только входит в научную мысль.

Третьим принципом будет *принцип сохранения энергии*, аналогичный [принципу] сохранению массы Ньютона, охвативший XIX век. <...>.

Удобно назвать его *принципом Карно-Майера*» [16, с. 112–113].

Таким образом, эти главные обобщающие произведения Вернадского и, стало быть, новый принцип природы – сохранения жизни – дошли до нас с большим опозданием. Но они не принадлежат к истории науки, забытым ее страницам. Наоборот, попав в новую познавательную ситуацию, они, как оказалось, заработали и принадлежат не только нашему времени, но и будущему науки. Все новые открытия, как выяснилось, идут «по Вернадскому», что означает признание его руководящих идей, но завершение всей картины знания у нас впереди.

Дело в том, что в 1987 г. два космических зонда «Вояджер-1» и «Вояджер-2» достигли Юпитера и сфотографировали его главные луны. Затем они посетили все остальные образования и представили значимые тела этих семейств. Выяснилось, что крупные спутники – это планеты, похожие на группу, как называл их Вернадский, «земных планет». А газовые гиганты ни в чем на планеты не похожи. И тем самым подтвердилась мысль Вернадского о том, что Земля не только уникальное, но и типичное тело в космосе. От этого Солнечная система предстала перед нами в ином свете.

В 1995 г. была открыта первая планета за пределами Солнечной системы. Начался подлинный «парад экзопланет». На сегодняшний день их открыто уже тысячи. Более того, множество планет принадлежат не только к аналогам наших гигантов, так называемым «горячим юпитерам», но и к твердым силикатно-металлическим телам. Начались уже открытия не единичных планет, а целых упорядоченных и хорошо упакованных систем [18]. Таким образом, подтверждается глубоко ценимый Вернадским вывод шотландского геолога Джеймса Геттона о том, что в космосе все главные события являются геологическими и, стало быть, происходят на планетах. Вся картина знания о космосе меняется, а планетарное значение биосфер становится будущей концепцией науки. В настоящее время астрономическое сообщество, как объявило американское агентство NASA, взяло курс на поиски жизни на планетах Солнечной системы, таких как Титан, Европа, Энцелад и на экзопланетах.

## Великий гражданин России

С ходом времени выясняются и другие, не менее впечатляющие достижения ученого, уже в социальной сфере. С падением советской власти стали доступны ранее закрытые исследователям части архива Вернадского. Настало время изучения Вернадского как великого гражданина своей страны.

Погружаясь в его понимание ноосферы, осмысливая идею о значении науки в государственной жизни, обнаружили, что эта глубокая концепция получена им отнюдь не на кончике пера. Она стала итогом собственной его активной деятельности в истории нашей страны. Он оказал сильное воздействие на ход событий самого яркого периода русской жизни конца XIX – начала XX вв. С самого начала самостоятельной жизни студентом он с друзьями создал тесный круг братства, которое не замыкалось в своих делах, а вышло на широкую дорогу общественной жизни. Все они считали, что неблагополучие русской жизни состоит в необразованности народа, бюрократизме и произволе начальства. Они разработали мирную программу преобразования страны – от широкого просветительства до введения конституционных начал. И эту программу осуществили на деле.

В сложный период неурожайных лет 1891–1892 гг. Вернадский занимался спасением крестьян Моршанского уезда Тамбовской губернии от голода и в это же время стал гласным уездного и губернского земских собраний. Он сосредоточил усилия земств на учреждении школ [19]. Вместе с общественным деятелем князем Дмитрием Ивановичем Шаховским, педагогом Федором Федоровичем Ольденбургом и другими земскими деятелями, он поставил ясную цель для всей страны – введение всеобщего начального образования. И эта цель за 20 лет упорной работы была достигнута во многих уездах. На полученном опыте в 1907 г. в Государственную думу был представлен законопроект о всеобщем начальном образовании. Хотя вследствие известных событий законодательно их предложение было оформлено уже при советской власти в 1931 г.

Одновременно продолжалась борьба Вернадского и его товарищей за конституцию. Как земский деятель он быстро выдвинулся на всероссийскую политическую арену. В качестве делегата Тамбовского земства он участвовал во 2-м Общероссийском земском съезде 6 – 9 ноября 1904 г. Это событие по вполне понятным причинам замалчивалось в школьной историографии. Сто известных общественных деятелей, ученых, профессоров вузов поставили вопрос, который никогда не обсуждался в обществе гласно – о государственном устройстве страны. Вернадский вместе с Шаховским поддерживал идею правового государства, то есть разделение власти и судебную защиту прав человека. Съезд принял знаменитую резолюцию о введении в стране гражданских свобод и представительного правления, то есть о мирном введении конституции. Тем самым съезд стал фактически учредительным собранием страны, потому что они действовали гласно и направили свое требование царю. Обсужденная при дворе, в правительстве и обществе в ходе так называемой «банкетной» кампании, резолюция съезда сыграла большую роль в последующих революционных событиях. С нее они и начались. Она проложила путь к царскому Манифесту 1905 г. и принятию в апреле 1906 г. основных законов – первой рус-

ской конституции. Недаром на выборах в I Государственную думу победила партия Вернадского – конституционно-демократическая (кадеты). Тем самым первая русская революция не потерпела поражение, как считалось в марксистской историографии. Государство стало ограниченной монархией, были введены гражданские свободы и самая главная из них – свобода мысли и слова. С 1906 и до 1917 гг., несмотря на начавшуюся бессмысленную войну, Россия имела самые быстрые темпы экономического и всякого другого развития.

Стало известно, что Вернадский вместе с другими членами Центрального комитета кадетской партии с апреля 1906 г. и до самой революции 1917 г. был на гребне этой волны. Он состоял депутатом первого русского парламента – верхней его палаты, который назывался Государственный совет. Был виднейшим публицистом, выступал по самым острым вопросам общественной и государственной жизни [20]. Его статьи, изданные в наше время, отнюдь не потеряли значимости и своей прогностической силы.

В эти же годы открылись работы Вернадского по вопросам организации образования. Он стал признанным авторитетом в данном вопросе, и, как только произошла февральская демократическая революция, был призван к государственной службе – возглавил Ученый комитет министерства земледелия Временного правительства. В его руках, ученика великого почвоведца Докучаева, оказалась вся сельскохозяйственная наука страны. Став заместителем министра народного просвещения, Вернадский начал готовить съезд профессоров вузов для реформирования высшего образования в целях его демократизации, но во время сложного политического периода тот не состоялся. В таком качестве он и встретил октябрьский переворот, и когда министр был арестован, возглавил министерство. Более того, в течение двух недель он входил в сопротивлявшееся большевикам правительство, находящееся в подполье, и подписал исторические документы о захвате власти «узурпаторами» и открытии Учредительного собрания, то есть мирной передаче власти.

Во время Гражданской войны, оказавшись на Украине, куда ему пришлось уехать во избежание ареста, Вернадский был приглашен для создания Академии наук в независимом тогда украинском государстве. Он с большим энтузиазмом взялся за дело. В ноябре 1918 г. состоялось первое заседание Академии наук Украины, на котором Вернадский был избран ее президентом. Одновременно он возглавил работу по созданию Государственной научной библиотеки Украины, которая ныне носит его имя, а также ряд научно-исследовательских академических институтов. К тому времени у него уже был опыт масштабного строительства научных институтов.

В наше время, когда творческое наследие Вернадского стало выходить из мрака советского времени, оказалось, что он не только создавал науки и учения, но и их инфраструктуру. Независимо от внешних условий и разных обстоятельств, он стал исключительно успешным организатором лабораторий, институтов, библиотек, важнейших экспедиций, академических комиссий.

Вернадский обобщил свой опыт в 1917 г. и создал концепцию государственного характера науки и образования [21]. Разумеется, государство

рассматривалось при этом как демократическое и конституционное. Но и в советское время Вернадский продолжал свою организационную работу в быстро растущей Академии наук СССР. Несмотря на разногласия с советской идеологией, он оставался признанным авторитетом в организации научных исследований, что предопределило его особое положение в академии. Когда правительство приняло решение о переводе академии из Ленинграда в Москву, Вернадский был избран президиумом академии докладчиком в Кремле перед председателем СНК В. М. Молотовым, потому, что именно он имел ясные перспективы по преобразованию академии в научное учреждение мирового масштаба. Выслушав доклад, Молотов попросил Вернадского составить записку, что он и сделал [22]. Именно по его идее в правительственной программе были намечены пути дальнейшего развития Академии наук СССР.

### **Мыслитель современности**

Уже в наши дни, вчитываясь в работы ученого по созданию научной инфраструктуры, исследователи начали понимать, что за ними тоже стоит огромное научное содержание. Вернадский представлял себе науку и научное образование не просто как необходимое современное оформление жизни, но и как важнейшее историческое явление. Вот почему мы начинаем узнавать и ценить Вернадского как автора новой концепции общества и личности человека.

Он продумал и обобщил главный процесс всемирной истории – переход человечества от инстинктивной к разумной жизни на основе науки, предвидел наступление ноосферы. Тем самым он революционизировал дисциплины о человеке и обществе, придал им новые измерения и перспективу. Кроме того, создал новые концепции научного образования и высшей школы, заложил основы истории науки как научной дисциплины, формирующей самосознание человечества в ноосфере. Мыслитель глубоко продумал роль и значение религии для человеческой личности в истории и грядущем мировом процессе. Он считал, что религия, если она не будет объяснять миру, чем занимается наука, а сосредоточится на чувствах и поведении человека в обществе, будет необходима, если найдет свои правильные формы. «Конфликта науки и религии не должно быть», – размышлял он в своих записях в конце жизни.

Таким образом, его идеи о науке как геологической силе, о разуме как космическом факторе выросли из фактов собственной жизни, которая была посвящена не только развитию науки, но и ее внедрению в государственный строй. Он твердо был уверен, что все стороны общественной жизни должны быть построены на научной основе. В личной, семейной сфере огромное значение имеют чувства, прежде всего любовь между супругами, родительская любовь, дружба между близкими людьми. Но в общественной жизни рациональность и научная мысль заменяют все. Только так она будет развиваться правильно, без насилия [23].

В советское время, кроме своей научной деятельности, Вернадский был одним из немногих ученых, которые противостояли идеологическому давлению, репрессиям и террору. В самое жестокое время он не устал

спасать людей, своих сотрудников, членов академии, подвергавшихся репрессиям, защищал науку. Он помогал погибающим от голода и разрухи во время войны коллегам и всем знакомым. Масштабы его личной благотворительной деятельности лишь теперь начинают выясняться.

Все это заставляет обратить наше внимание на него как на человека, на его поведение, отношение к другим людям. И мы обнаруживаем, что Владимир Иванович обладал обаянием и притягательностью, замечательной, чарующей симпатией. Число людей, которые его любили, с которыми он дружил и которых опекал, буквально поражает воображение. Вернадский одаривал их идеями, дружбой, своим участием, деньгами. Ныне издано 9 томов его дневников, охватывающих период с 1917 по 1944 гг. Второго другого такого явления в русской культуре никогда не было. Он написал совершенно небывалое, для поглощенного своим делом ученого, количество статей о своих коллегах [24]. Культурный шок вызывает и объем его переписки. Он был корреспондентом всех значимых ученых своего поколения в России, Украине, Европе, США. Ныне издано пять книг его писем только к жене, в тома собирается его переписка с коллегами, виднейшими людьми своей эпохи. Его личный архив – самый большой в Российской Академии наук.

Вот такой бурный рост, такое небывалое раскрытие личности с годами, прошедшими со времени ухода Вернадского из жизни, он получил в нашей стране и за рубежом. Однажды Вернадский записал размышления Гете, поставившего перед собой вопрос: что есть Гете? Не кто такой, то есть не банальный вопрос о положении в обществе, а ноосферный вопрос: что такое он в целостном мире? И точно так же мы можем спрашивать: что такое Вернадский? Фактически речь идет о мировом явлении. Ясно, что мы продолжаем разгадывать его как личность. Отвечая на этот вопрос, видим, что как явление он непрерывно растет, обогащая нас. Он становится поистине человеком на все времена, не только опередившим науку своей эпохи, но и служит примером удивительно правильной и духовно насыщенной жизни.

#### *Список литературы*

1. Вернадский, В. И. Очерки геохимии / В. И. Вернадский // Собр. соч. в 24-х т. / В. И. Вернадский ; под ред. Э. М. Галимова. – М., 2013. – Т. 6. – С. 8 – 364.
2. Вернадский, В. И. История природных вод / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 2003, – 752 с.
3. Флоренский, К. П. О строении поверхностных слоев Луны / К. П. Флоренский // Международный геологический конгресс. XXIII сессия : докл. советских геологов / ред. кол.: В. И. Смирнов [и др.]. – М., 1968. – С. 221 – 226.
4. Тимофеев-Ресовский, Н. В. Биосферные раздумья : [Биосфера и человечество] / Н. В. Тимофеев-Ресовский, А. Н. Тюрюканов, В. М. Федоров. – М. : Акад. естеств. наук Рос. Федерации, Ассоц. «Космонавтика – человечеству», 1996. – 368 с.
5. Аксенов, Г. П. Необычная судьба книги академика В.И. Вернадского «Биосфера» / Г. П. Аксенов, А. Н. Земцов // Вестник Российской Академии наук. – 2011. – Т. 81, № 5. – С. 450 – 455.
6. Vernadsky, V. I. The Biosphere / V. I. Vernadsky // Foreword by Lynn Margulis and Colleagues; Introduction by Jacques Grinevald ; Translated by

David B. Langmuir ; Revised and Annotated by Mark A. S. McMenamin. – New York : Copernicus ; Springer, 1997. – 192 p.

7. На пути к устойчивому развитию России. Навстречу Всемирному саммиту в Йоханнесбурге. – М. : Ноосфера, 2000. – 628 с.

8. Ален, Дж. Космические биосферы : пер. с англ. / Дж. Ален, М. Нельсон. – М. : Прогресс, 1991. – 128 с.

9. Лазутин, Ф. Окно в будущее или «Исцеляющее Пространство» Тамера [Электронный ресурс] / Ф. Лазутин // Экопоселение Ковчег : сайт. – Режим доступа : <http://www.eco-kovcheg.ru/think15.html> (дата обращения 12.09.2017).

10. Grinevald, J. Introduction: The Invisibility of the Vernadskian Revolution / J. Grinevald // Vernadsky V. I. The Biosphere. – New York : Copernicus ; Springer, 1997. – P. 20 – 32.

11. Гринвальд, Ж. Вернадскианская революция / Ж. Гринвальд // Ноосфера. – 2013. – № 3. – С. 98 – 101.

12. Вернадский, В. И. Размышления натуралиста. Кн. 1. Пространство и время в неживой и живой природе / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1975. – 176 с.

13. Аксенов, Г. П. В. И. Вернадский о природе времени и пространства / Г. П. Аксенов. – Изд. 4-е. – М. : ЛЕНАНД, 2016. – 368 с.

14. Вернадский, В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1987. – 340 с.

15. Аксенов, Г. П. О геоцентризме В.И. Вернадского / Г. П. Аксенов // Вопр. истории естествознания и техники. – 2017. – Т. 38, № 2. – С. 246 – 267.

16. Вернадский, В. И. О состояниях пространства в геологических явлениях Земли. На фоне роста науки XX столетия / В. И. Вернадский // Проблемы биогеохимии: тр. биохимической лаборатории. – М., 1980. – Вып. XVI. – С. 85 – 164.

17. Личков, Б. Л. Научные идеи и творчество В. И. Вернадского последних лет жизни / Б. Л. Личков // Очерки по истории геологических знаний. – М., 1963. – Вып. 11. Жизнь и творчество В. И. Вернадского по воспоминаниям современников (К 100-летию со дня рождения). – С. 124 – 151.

18. AstroNews.ru : офиц. сайт. Режим доступа: <http://www.astronews.ru/cgi-bin/mng.cgi?page=news&news=9678> (дата обращения: 12.09.2017).

19. В. И. Вернадский и Тамбовский край / Г. П. Аксенов [и др.] – М. : Ноосфера, 2002. – 190 с.

20. Вернадский, В. И. Публицистические статьи / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1995. – 313 с.

21. Вернадский, В. И. О науке : в 2 т. / В. И. Вернадский. – Дубна : Феникс, 1997 ; СПб. : Изд-во РХГИ, 2002. – 2 т.

22. Вернадский, В. И. О переходе Всесоюзной Академии наук из Ленинграда в Москву : записка об условиях, обеспечивающих развертывание работы Академии наук в Москве / В. И. Вернадский // О науке. – СПб., 2002. – Т. 2. – С. 478 – 493.

23. Леонова, Л. С. «Я не могу уйти в одну науку...»: общественно-политические взгляды В. И. Вернадского / Л. С. Леонова. – СПб. : Алетей, 2000. – 394 с.

24. Вернадский, В. И. Собр. соч. в 24 т. Т. 14. – М. : Наука. 2013. – С. 6 – 246.

## References

1. Vernadskii V.I. [Essays on Geochemistry], *Sobranie sochinenii v 24 tomakh* [Collected Works in 24 volumes], Moscow, 2013, vol. 6, pp. 8-364. (In Russ.)

2. Vernadskii V.I. *Istoriya prirodnikh vod* [History of natural waters], Moscow: Nauka, 2003, 752 p. (In Russ.)

3. Florenskii K.P. [On the structure of the surface layers of the moon], *Mezhdunarodnyi geologicheskii kongress. XXIII sessiya: doklady sovetskikh geologov*

[International Geological Congress. XXIII Session: Reports of Soviet Geologists], Moscow, 1968, pp. 221-226. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Timofeev-Resovskii N.V., Tyuryukanov A.N., Fedorov V.M. *Biosfernye razdum'ya: [Biosfera i chelovechestvo]* [Biosphere meditations: [The biosphere and humanity], Moscow : Akad. estestv. nauk Ros. Federatsii, Assots. «Kosmonavtika – chelovechestvu», 1996, 368 p. (In Russ)

5. Aksenov G.P., Zemtsov A.N. [The unusual fate of the book of Academician V.I. Vernadsky «Biosphere»], *Vestnik Rossiiskoi Akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2011, vol. 81, no. 5, pp. 450-455. (In Russ.)

6. Vernadsky V.I. *The Biosphere*, New York: Copernicus; Springer, 1997, 192 p.

7. *Na puti k ustoichivomu razvitiyu Rossii. Navstrechu Vsemirnomu sammitu v Iokhannesburge* [Towards a sustainable development of Russia. Towards the World Summit in Johannesburg], Moscow: Noosfera, 2000, 628 p. (In Russ.)

8. Allen J., Nelson M. *Kosmicheskie biosfery* [Cosmic biosphere], Moscow: Progress, 1991, 128 p. (In Russ.)

9. <http://www.eco-kovcheg.ru/think15.html> (accessed 12 September 2017). (In Russ.)

10. Grinevald J. Introduction: The Invisibility of the Vernadskian Revolution, *Vernadsky V.I. The Biosphere*, New York: Copernicus; Springer, 1997, pp. 20-32.

11. Grinval'd, Zh. [The Vernadskian Revolution], *Noosfera* [Noosphere], 2013, no. 3, pp. 98-101. (In Russ.)

12. Vernadskii, V.I. *Razmyshleniya naturalista. Kniga 1. Prostranstvo i vremya v nezhhivoi i zhivoi prirode* [Reflections of the naturalist. Book. 1. Space and time in inanimate and living nature], Moscow: Nauka, 1975, 176 p. (In Russ.)

13. Aksenov G.P. *V.I. Vernadskii o prirode vremeni i prostranstva* [V.I. Vernadsky on the nature of time and space], Moscow : LENAND, 2016, 368 p. (In Russ.)

14. Vernadskii V.I. *Khimicheskoe stroenie biosfery Zemli i ee okruzheniya* [The chemical structure of the Earth's biosphere and its environment], Moscow: Nauka, 1987, 340 p. (In Russ.)

15. Aksenov, G. P. [On the geocentrism of V.I Vernadsky], *Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki* [Questions of the history of science and technology] 2017, vol. 38, no. 2, pp. 246-267. (In Russ.)

16. Vernadskii, V.I. [On the states of space in the geological phenomena of the Earth. Against the background of the growth of science of the twentieth], *Problemy biogeo-khimii: trudy biokhimicheskoi laboratorii* [Problems of biogeochemistry: works of the biochemical laboratory], issue XVI, Moscow, 1980, pp. 85-164. (In Russ.)

17. Lichkov, B. L. [V.I. Vernadsky's scientific ideas and creativity in the last years of his life], *Ocherki po istorii geologicheskikh znaniy. Vypusk 11. Zhizn' i tvorchestvo V.I. Vernadskogo po vospominaniyam sovremennikov (K 100-letiyu so dnya rozhdeniya)*, [Essays on the history of geological knowledge. Issue. 11. The life and work of V.I. Vernadsky on the memoirs of contemporaries (To the 100th anniversary of his birth)], Moscow, 1963, pp. 124-151. (In Russ.)

18. <http://www.astronews.ru/cgi-bin/mng.cgi?page=news&news=> (accessed 12 September 2017). (In Russ.)

19. Aksenov G.P., Dudnik N.I., D'yachkov V.L. *V.I. Vernadskii i Tambovskii krai* [Vernadsky and Tambov Region], Moscow: Noosfera, 2002, 190 p. (In Russ.)

20. Vernadskii V.I. *Publitsisticheskie stat'i* [Publicistic articles], Moscow: Nauka, 1995, 313 p. (In Russ.)

21. Vernadskii V.I. *O nauke* [About science], Dubna: Feniks, 1997, 576 p., vol. 2, St. Petersburg: Izdatel'stvo RKhGI, 2002, 600 p. (In Russ.)

22. Vernadskii V.I. [About the transition of the All-Union Academy of Sciences from Leningrad to Moscow: a note on the conditions ensuring the deployment of the

work of the Academy of Sciences in Moscow], *O nauke* [About science], St. Petersburg, 2002, vol. 2, pp. 478-493. (In Russ.)

23. Leonova L.S. «*Ya ne mogu uiti v odnu nauku...*»: *obshchestvenno-politicheskie vzglyady V.I. Vernadskogo* ["I can not go into one science ...": V.I. Vernadsky's socio-political views], St. Petersburg: Aleteiya, 2000, 394 p. (In Russ.)

24. Vernadskii V.I. *Sobranie sochinenii v 24 tomakh* [Collected Works in 24 volumes], vol. 14, Moscow: Nauka, 2013. (In Russ.)

---

## **A Man at All Times (Expanding the Knowledge about Vladimir Ivanovich Vernadsky)**

**G. P. Aksenov**

*S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology  
of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**Keywords:** biosphere; communist ideology; cosmology; ecology; organization of science and scientific education; future of science; planetary role of life; revolution in Russia; sustainable development.

**Abstract:** Academician V. I. Vernadsky (1863 – 1945) enriched all natural sciences. Starting with mineralogy and crystallography, he created many scientific disciplines. However, he finished his scientific way with the formulation of a new scientific paradigm – the introduction of life into outer space. In the most dramatic and critical years in the history of the country, the scientist remained true to his noospheric research – the introduction of topological and scientifically grounded principles into public and civil life. He created a large number of institutes, laboratories and even the Ukrainian Academy of Sciences. As a state and public figure, Vernadsky contributed to transforming Russia into a modern democratic and lawful state. With the course of time and the rapid growth of the science, the scale of Vernadsky's personality manifests itself in its true size.

---

© Г. П. Аксенов, 2017

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ХРАНЕНИЯ УСТАРЕВШИХ ПЕСТИЦИДОВ

**А. В. Кошелев, В. Ф. Головков,  
Е. И. Тихомирова, О. Ю. Ксенофонтова**

*ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва, Россия;  
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.»; ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор О. В. Атаманова*

**Ключевые слова:** долевые коэффициенты; пестициды; фактор риска; хромато-масс-спектрометрия; экологические риски.

**Аннотация:** Разработаны подходы к оценке экологических рисков, вызываемых устаревшими пестицидами для здоровья населения и окружающей среды. Дан анализ официальных данных экологического мониторинга одного из регионов. Выполнена работа по сбору, перетариванию и размещению пришедших в негодность пестицидов. Комплексный анализ органических пестицидов выполнен методом хромато-масс-спектрометрии. Идентификация проведена по библиотеке масс-спектров NIST08. Для определения токсичности изготовлены усредненные пробы по каждому складу. Определение токсичности усредненных проб осуществлены согласно общепринятым методикам.

### Введение

Запасы пестицидов представляют серьезную угрозу для здоровья населения и окружающей среды. В Российской Федерации к настоящему времени на хранении находятся десятки тысяч тонн устаревших пестицидов. Пестициды – химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растения-

---

Кошелев Алексей Васильевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник; Головков Владимир Федорович – доктор химических наук, главный научный сотрудник, ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва, Россия; Тихомирова Елена Ивановна – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Экология», e-mail: tichomirova\_ei@mail.ru, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.»; Ксенофонтова Оксана Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и физиологии растений, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия.

ми, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты) [1].

Основное применение получили три группы пестицидов – гербициды (используются для борьбы с сорняками), инсектициды (для борьбы с вредными насекомыми) и фунгициды (для борьбы с болезнями и фитопатогенными грибами). Широкое применение пестицидов в СССР привело к большой концентрации агрохимикатов на складах крупных сельхозпредприятий. В девяностые годы прошлого столетия в связи с банкротством данных предприятий значительная часть ядохимикатов оказалась брошенной. Хранение пестицидов в ветхих складских строениях или на открытых площадках привело к потере целостности упаковки и маркировки на ней.

Устаревшие пестициды оказывают негативное воздействие на человека и окружающую среду через загрязнение атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, почвы. Загрязнение атмосферы определяется высокой летучестью таких пестицидов, как бромистый метил, глифтор, гранозан, динитроортокрезол (ДНОК), метафос, препараты гексахлорана, полихлоркамфен, пропанид, препарат 242, тиодан, фосфид цинка и др. Активное загрязнение почвы осуществляется водорастворимыми неорганическими (соединения мышьяка, меди, железа, цинка, серы, фосфора) и органическими (соли карбоновых, сульфоновых кислот, водорастворимые феноляты) пестицидами. Водонерастворимые органические микрокапсулированные и размолотые (порошкообразные) пестициды мигрируют в почве в виде суспензий и эмульсий. Из атмосферы и почвы пестициды попадают в поверхностные и грунтовые воды. Некоторые пестициды, например дихлордифенилтрихлор-метилметан (ДДТ), обладая малой растворимостью в воде, накапливаются в водных организмах до опасных концентраций. Пестициды, относящиеся к стойким органическим загрязнителям (СОЗ), в настоящее время запрещены к производству и применению. Однако значительная часть пестицидов, выпущенных 30 – 50 лет тому назад в Советском Союзе, относилась именно к СОЗ.

В последнее десятилетие в большинстве субъектов Российской Федерации ведется активная работа по сбору, перетариванию и складированию устаревших пестицидов. Концентрирование устаревших пестицидов в значительных количествах на крупных складах представляет существенную экологическую угрозу для окружающей среды и требует проведения ряда химико-аналитических и токсикологических исследований для выполнения расчетов по оценке экологических рисков хранения собранных пестицидов и выбора технологии их утилизации.

В соответствии с Федеральным законом от 1 декабря 2014 г. № 384-ФЗ «О федеральном бюджете на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов» предусмотрено выполнение работ по утилизации собранных и перезатаренных устаревших пестицидов в регионах РФ в рамках федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2015 – 2020 годы)».

Цель работы – разработка подходов к оценке экологических рисков, вызываемых устаревшими пестицидами для здоровья населения и окружающей среды.

## Материалы и методы

В работе представлен анализ официальных данных экологического мониторинга одного из регионов, где выполнена работа по сбору, перетариванию и размещению на специально подготовленных складах более четырех тысяч тонн устаревших и пришедших в негодность пестицидов [2]. В таблице 1 приведены данные по инвентаризации перезатаренных пестицидов, размещенных на шести складах комплекса.

В каждом из шести складов осуществлен отбор проб в соответствии с ГОСТ 14189–81 [4]. Комплексный анализ органических пестицидов выполнен методом хромато-масс-спектрометрии. Идентификацию проводили по библиотеке масс-спектров NIST08. Использовали газовый хроматограф HP 7890 с МСД 5975.

Для определения токсичности готовили усредненные пробы по каждому складу. Определение токсичности усредненных проб осуществляли согласно общепринятым методикам: ФР.1.39.2007.03222 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний» и ФР.1.39.2007.03223 «Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей».

Таблица 1

### Результаты инвентаризации складов перезатаренных пестицидов

| Параметр                                                   | Номер склада      |                      |       |        |                      |       |         |
|------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|-------|--------|----------------------|-------|---------|
|                                                            | 1                 | 2                    | 3     | 4      | 5                    | 6     | Всего   |
| Площадь склада, м <sup>2</sup>                             | 126,6             | 211,2                | 193,6 | 564,1  | 880,6                | 226,1 | 2202,2  |
| Число стеллажей, шт.                                       | 3                 | 4                    | 2     | 11     | 11                   | 7     | 38      |
| Площадь стеллажей, м <sup>2</sup>                          | 60,9              | 170,6                | 99,5  | 318,6  | 517,8                | 121,8 | 1289,2  |
| Площадь, занимаемая стеллажами, %                          | 48,3              | 80,6                 | 51,4  | 56,5   | 58,8                 | 53,9  | 58,5    |
| Число мешков на складе, шт.                                | 5200              | 13 700               | 5800  | 29 000 | 46 600               | 9200  | 109 500 |
| Масса одного мешка, кг                                     | 35                |                      |       |        |                      |       |         |
| Наличие прочих типов тары, заполненной пестицидами:<br>тип | Стальные<br>200 л | Пластиковые<br>100 л | —     |        | Пластиковые<br>100 л | —     |         |
| общая масса пестицидов в ней, кг                           | 4000              | 600                  |       |        | 25400                |       |         |
| Общая масса пестицидов, т                                  | 186,0             | 480,1                | 203,0 | 1015,0 | 1656,4               | 322,0 | 3862,5  |

## Полученные результаты и их обсуждение

В результате выполненных исследований выяснилось, что все перезатаренные пестициды являются многокомпонентными смесями. Максимальное число ингредиентов в одной пробе достигало значения 21, а среднее значение количества пестицидов и продуктов их превращений составило от 5 до 8. Примерно в каждой второй пробе обнаружены пестициды, отнесенные к СОЗ. В основном это гексахлорбензол и гексахлорциклогексан (изомеры). Ртутьсодержащий пестицид гранозан обнаружен в каждой двухсотой пробе. Полученные результаты и результаты определения токсичности усредненных проб и их класс опасности сведены в табл. 2.

Для определения эффективности метода термообезвреживания [5, 6] пестицидов выполнены модельные исследования на объединенной пробе перезатаренных пестицидов. Исходное содержание в пробе СОЗ: гексахлорбензол – 26,33 мг/кг (ПДК в почве 0,03мг/кг), гексахлорциклогексан – 13,17 мг/кг (ПДК в почве 0,1 мг/кг). Температура термообезвреживания – 750 °С, общее время термообработки – 1 ч. Зола анализировалась на содержание СОЗ и токсичность. Результаты выполненных анализов: гексахлорбензол – 0,0024 мг/кг, гексахлорциклогексан – менее 0,001 мг/кг, класс опасности золы – 5.

Полученные результаты по количеству перезатаренных пестицидов, токсичности размещенных на шести складах ядохимикатов, токсичности полученных зольных остатков позволили выполнить расчеты по оценке экологических рисков собранных пестицидов и продуктов их обезвреживания по методике FAO UN (Продовольственная и сельскохозяйственная организации ООН) [7].

Подход, используемый в методике, основывается на понятии «оценка экологических рисков» и позволяет количественно определять риски, вызываемые устаревшими пестицидами для здоровья населения и окружающей среды [8]. В методике исключается субъективный фактор в оценке рисков благодаря использованию единого формата, который обеспечивает идентичные результаты независимо от исполнителя. Методика проверена на многочисленных проектах по сбору, хранению и уничтожения устаревших пестицидов в развивающихся странах (Танзании, Сирии, Эритрее, Эфиопии и др.). Алгоритм методики оценки рисков, вызываемых складом с устаревшими пестицидами, характеризуется расчетом двух составляющих –  $F_n$  и  $F_0$ .

Таблица 2

### Токсичность, наличие СОЗ и гранозана в пробах пестицидов

| Номер склада | Число проб, шт. | Число проб, содержащих СОЗ, шт. | Содержание СОЗ, % | Число проб с гранозаном, шт. | Содержание проб с гранозаном, % | Класс опасности усредненной пробы |
|--------------|-----------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1            | 59              | 20                              | 33,9              | 0                            |                                 | 2                                 |
| 2            | 136             | 70                              | 51,5              | 1                            | 0,7                             |                                   |
| 3            | 60              | 27                              | 45,0              | 0                            |                                 | 1                                 |
| 4            | 204             | 124                             | 60,8              | 1                            | 0,5                             |                                   |
| 5            | 384             | 229                             | 59,6              | 2                            |                                 |                                   |
| 6            | 98              | 47                              | 48,0              | 1,0                          |                                 | 2                                 |

Фактор риска  $F_0$  определяется реальными условиями хранения пестицидов и находится при суммировании долевых коэффициентов анкетирования по 36 вопросам (табл. 3). Эти вопросы сгруппированы по девяти критериям: 1) порядок работы; 2) условия безопасности; 3) основные опасности, влияющие на склад; 4) населенные пункты; 5) источники воды и почва; 6) сельское хозяйство, животноводство, дикая природа и биоразнообразие; 7) состояние склада; 8) состояние его содержимого; 9) условия безопасности.

Таблица 3

**Анкета для количественного определения фактора риска  $F_0$**

| № п/п    | Критерии оценки факторов риска, связанного с условиями окружающей среды                                                                        | Ответ Да/Нет       | Долевой коэффициент | Сумма баллов    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| 1        | 2                                                                                                                                              | 3                  | 4                   | 5               |
| <b>1</b> | <b>Состояние склада: порядок работы</b>                                                                                                        |                    |                     | <b>max = 4</b>  |
| 1.1      | Имеется ли назначенный кладовщик, отвечающий за работу склада?                                                                                 | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| 1.2      | Проверяет ли кладовщик контейнеры с пестицидами как минимум еженедельно?                                                                       | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| 1.3      | Имеется ли охрана?                                                                                                                             | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| 1.4      | Имеется ли круглосуточная охрана?                                                                                                              | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| <b>2</b> | <b>Состояние склада: безопасность</b>                                                                                                          |                    |                     | <b>max = 5</b>  |
| 2.1      | Имеется ли на объекте противопожарное оборудование?                                                                                            | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| 2.2      | Имеется ли на объекте аптечка первой помощи?                                                                                                   | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| 2.3      | Имеются ли средства связи (радио, телефон и т.д.)?                                                                                             | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| 2.4      | Имеются ли у кладовщика необходимые средства индивидуальной защиты?                                                                            | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| 2.5      | Работает ли кладовщик в средствах индивидуальной защиты?                                                                                       | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1=                 |                 |
| <b>3</b> | <b>Экологические условия: основные опасности, влияющие на склад</b>                                                                            |                    |                     | <b>max = 15</b> |
| 3.1      | Располагается ли склад в опасной зоне (наводнения, землетрясения, ураганы, пожары и т.д.)?                                                     | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×10=                |                 |
| 3.2      | Располагается ли склад неподалеку от химического предприятия, склада горючих материалов или других опасных промышленных объектов (менее 1 км)? | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5=                 |                 |

Продолжение табл. 3

| 1        | 2                                                                                                 | 3                  | 4   | 5               |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|-----------------|
| <b>4</b> | <b>Экологические условия: населенные пункты</b>                                                   |                    |     | <b>max = 20</b> |
| 4.1      | Располагается ли склад в пределах городской черты?                                                | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5= |                 |
| 4.2      | Имеется ли населенный пункт в радиусе 500 м от склада?                                            | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5= |                 |
| 4.3      | Имеется ли в радиусе 500 м от склада общественное учреждение (больница, школа и т.д.)?            | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5= |                 |
| 4.4      | Жалуются ли жители на запах пестицидов около склада?                                              | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5= |                 |
| <b>5</b> | <b>Экологические условия: источники воды и почва</b>                                              |                    |     | <b>max = 20</b> |
| 5.1      | Располагается ли склад в радиусе 250 м от скважины или колодца?                                   | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5= |                 |
| 5.2      | Располагается ли склад в радиусе 500 м от озера, пруда или реки?                                  | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5= |                 |
| 5.3      | Располагается ли склад выше скважины или колодца или выше по течению водостока?                   | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5= |                 |
| 5.4      | Имеются ли сообщения о загрязнении почвы?                                                         | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×5= |                 |
| <b>6</b> | <b>Экологические условия: сельское хозяйство, животноводство, дикая природа и биоразнообразие</b> |                    |     | <b>max = 9</b>  |
| 6.1      | Располагается ли склад в радиусе 250 м от полей и пастбищ?                                        | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×3= |                 |
| 6.2      | Располагается ли склад в радиусе 250 м от мест хранения продуктов питания и кормов?               | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×3= |                 |
| 6.3      | Располагается ли склад в национальном парке или в зоне отдыха?                                    | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×3= |                 |
| <b>7</b> | <b>Состояние склада</b>                                                                           |                    |     | <b>max = 20</b> |
| 7.1      | Имеется ли крыша?                                                                                 | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×4= |                 |
| 7.2      | Является ли крыша водонепроницаемой?                                                              | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×4= |                 |
| 7.3      | Имеются ли целые стены?                                                                           | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×4= |                 |
| 7.4      | Являются ли стены прочными и непроницаемыми?                                                      | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×4= |                 |
| 7.5      | Имеется ли прочный и непроницаемый пол?                                                           | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×4= |                 |

Продолжение табл. 3

| 1        | 2                                                                                                                    | 3                  | 4   | 5              |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|----------------|
| <b>8</b> | <b>Состояние склада: содержимое склада</b>                                                                           |                    |     | <b>max = 6</b> |
| 8.1      | Хранится ли вместе с пестицидами какое-либо оборудование?                                                            | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×1= |                |
| 8.2      | Хранятся ли вместе с пестицидами какие-либо продукты питания?                                                        | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×1= |                |
| 8.3      | Хранятся ли вместе с пестицидами удобрения и семена?                                                                 | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×1= |                |
| 8.4      | Хранятся ли вместе с пестицидами ветеринарные продукты?                                                              | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×1= |                |
| 8.5      | Хранятся ли вместе с пестицидами другие химические вещества (кроме пестицидов, удобрений и ветеринарных препаратов)? | Да = 1,<br>Нет = 0 | ×1= |                |
| 8.6      | Размещены ли контейнеры с пестицидами на стеллажах или поддонах безопасным образом?                                  | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1= |                |
| <b>9</b> | <b>Состояние склада: безопасность</b>                                                                                |                    |     | <b>max = 3</b> |
| 9.1      | Имеется ли на складе запирающаяся дверь?                                                                             | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1= |                |
| 9.2      | Имеется ли вокруг склада сплошной забор?                                                                             | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1= |                |
| 9.3      | Имеются ли в заборе запирающиеся ворота?                                                                             | Да = 0,<br>Нет = 1 | ×1= |                |
|          | <b>ОБЩАЯ СУММА БАЛЛОВ</b>                                                                                            |                    |     | <b>max=100</b> |

Каждый критерий соотносится с областью, необходимой в оценке условий внутри и снаружи склада. Все вопросы подразумевают только ответ «да/нет». Когда ответ соотносится с худшим сценарием, сумма увеличивается на 1. Особый долевого коэффициент применяется к каждому из вопросов, отражая степень его существенности в общей оценке. Самые высокие долевого коэффициенты применяются в отношении:

- к состоянию склада, так как строение является первым барьером в предотвращении загрязнения окружающей среды пестицидами;
- населенным пунктам, так как склады вблизи населенных пунктов должны иметь высокий приоритет;
- источникам воды, так как склады рядом или выше источника воды должны иметь высокий приоритет;
- опасностям, влияющим на склад, так как склады, расположенные в местах повышенной экологической опасности могут подвергаться воздействию неблагоприятных условий окружающей среды.

Такие долевого коэффициенты проходили обширные полевые испытания и были выбраны группой экспертов на основе подсчетов, наилучшим образом отражающих реальную ситуацию;  $F_0$  является суммой всех подсчитанных значений и не может превышать 100, что соотносится с наилучшими условиями [7].

Фактор риска  $F_n$  определяется количеством пестицидов на складе, их токсичностью и состоянием тары. Расчетная формула  $F_n$  для склада, на котором размещены устаревшие пестициды условно одного состава и токсичности:

$$F_n = (3S_T + S_K) Q,$$

где  $(3S_T + S_K)$  – коэффициент риска, зависящий от токсичности пестицида  $S_T$  и состояния контейнеров (тары)  $S_K$ , в которой он находится;  $Q$  – количество пестицида на складе в килограммах независимо от физического состояния пестицида (жидкий или твердый);  $S_T$  – показатель токсичности, который зависит от класса токсичности пестицида по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ):  $S_T = 1$  – класс пестицидов U;  $S_T = 2$  – класс III;  $S_T = 4$  – класс II;  $S_T = 8$  – класс Ib;  $S_T = 16$  – класс Ia;  $S_K$  показывает состояние контейнеров (тары):  $S_K = 1$  – неповрежденная упаковки,  $S_K = 8$  – при повреждении менее 50 % тары;  $S_K = 16$  – при повреждении упаковки более 50 % тары [7].

Фактор риска  $F_n$  является суммой всех значений  $S_n$ . В теории,  $F_n$  может достигнуть любого значения, так как он зависит от количества пестицидов на складе. Модифицированный (относительный) фактор риска  $F_{ni}^*$ , %, для каждого  $i$ -го склада рассчитывается как отношение  $F_{ni}$  к максимальному  $F_{ni}^{\max} = \max_i F_{ni}$ :  $F_{ni}^* = F_{ni} / F_{ni}^{\max}$ . Далее строится график с нанесением значений  $F_{ni}^*$  на ось  $Y$ , а  $F_{0i}$  – на ось  $X$ . На рисунке 1 проводится одна вертикальная и одна горизонтальная линии, для  $F_0 = 50$  и, соответственно,  $F_n^* = 50$ . Склады классифицируются в соответствии с четвертью на графике, в которой они находятся, и условно делятся на три категории – критические, проблемные и низкоприоритетные. Чем ближе координаты ( $F_{ni}^*$  и  $F_{0i}$ )  $i$ -го склада приближаются к правому верхнему углу графика, тем выше экологический риск и, соответственно, приоритет  $i$ -го склада.

С помощью рассмотренного инструментария выполнены модельные расчеты для определения приоритетности складов при размещении в них пестицидов и отходов термообезвреживания при реализации трех сценариев. Первый – пестициды располагаются на шести открытых площадках вне складских помещений (пропорционально по массе их настоящего хранения на складах №№ 1 – 6). Состояние тары – неудовлетворительное (тара повреждена или отсутствует). Представленный сценарий сопоставим с реальными условиями нахождения брошенных ядохимикатов. Второй сценарий соответствует реализованному к настоящему времени –

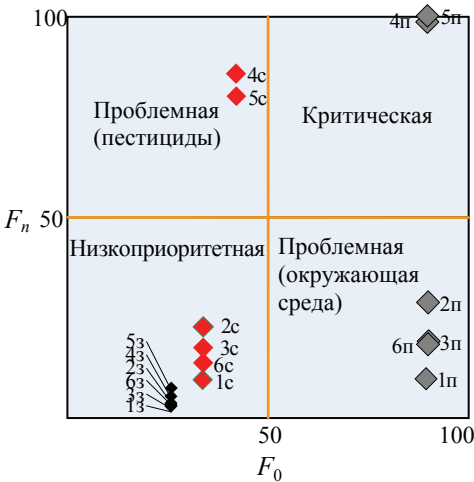


Рис. 1. Категорирование экологической ситуации

собранные пестициды перезатарены в мешки и находятся на охраняемых складах в удовлетворительных условиях. Третий, планируемый к реализации сценарий – пестициды уничтожены по предлагаемой технологии, образовавшиеся отходы пятого класса опасности затарены в герметичную упаковку и пропорционально размещены в помещениях шести существующих складов, которые приведены в идеальное состояние.

Принято, что потеря 30 % веса пестицидов при термообезвреживании для всех складов одинакова. Расчетные данные по исходным и конечным результатам ранжирования представлены в табл. 4.

На рисунке 1 представлены расчетные данные по ранжированию. К критическим относятся 4 и 5 площадки размещения пестицидов. После перезатаривания и размещения в закрытых складах последние переходят в категорию проблемных по фактору риска  $F_n$ . После термообезвреживания пестицидов все склады переводятся в категорию низкоприоритетных. Необходимо отметить определяющую роль в моделируемой экологической ситуации количественной составляющей  $Q$  (количество пестицидов), размещенных на складе (см. табл. 1).

Таблица 4

**Расчетные данные по ранжированию складов и площадок**

| Исходные данные |       |       | Ранжирование, $F_0$ |       |       | Ранжирование, $F_n$ |       |       | Подсчет, $F_n^*$ |         |       | Координаты (X, Y) |         |       |
|-----------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|------------------|---------|-------|-------------------|---------|-------|
| Склад           | $F_n$ | $F_0$ | Склад               | $F_n$ | $F_0$ | Склад               | $F_n$ | $F_0$ | Склад            | $F_n^*$ | $F_0$ | Склад             | $F_n^*$ | $F_0$ |
| 1п*             | 7,4   | 90    | 1п                  | 7,4   | 90    | 5п                  | 66,3  | 90    | 5п               | 100,0   | 90    | 5п                | 100,0   | 90    |
| 2п              | 19,2  | 90    | 2п                  | 19,2  | 90    | 4п                  | 65    | 90    | 4п               | 98,0    | 90    | 4п                | 98,0    | 90    |
| 3п              | 13    | 90    | 3п                  | 13    | 90    | 4с                  | 56,8  | 43    | 4с               | 85,7    | 43    | 4с                | 85,7    | 43    |
| 4п              | 65    | 90    | 4п                  | 65    | 90    | 5с                  | 53    | 42    | 5с               | 79,9    | 42    | 5с                | 79,9    | 42    |
| 5п              | 66,3  | 90    | 5п                  | 66,3  | 90    | 2п                  | 19,2  | 90    | 2п               | 29,0    | 90    | 2п                | 29,0    | 90    |
| 6п              | 12,9  | 90    | 6п                  | 12,9  | 90    | 2с                  | 15,4  | 36    | 2с               | 23,2    | 36    | 2с                | 23,2    | 36    |
| 1с**            | 6     | 34    | 4с                  | 56,8  | 43    | 3п                  | 13    | 90    | 3п               | 19,6    | 90    | 3п                | 19,6    | 90    |
| 2с              | 15,4  | 36    | 5с                  | 53    | 42    | 6п                  | 12,9  | 90    | 6п               | 19,5    | 90    | 6п                | 19,5    | 90    |
| 3с              | 11,4  | 36    | 2с                  | 15,4  | 36    | 3с                  | 11,4  | 36    | 3с               | 17,2    | 36    | 3с                | 17,2    | 36    |
| 4с              | 56,8  | 43    | 3с                  | 11,4  | 36    | 6с                  | 10,3  | 34    | 6с               | 15,5    | 34    | 6с                | 15,5    | 34    |
| 5с              | 53    | 42    | 1с                  | 6     | 34    | 1п                  | 7,4   | 90    | 1п               | 11,2    | 90    | 1п                | 11,2    | 90    |
| 6с              | 10,3  | 34    | 6с                  | 10,3  | 34    | 1с                  | 6     | 34    | 1с               | 9,0     | 34    | 1с                | 9,0     | 34    |
| 1з***           | 0,5   | 26    | 1з                  | 0,5   | 26    | 5з                  | 4,6   | 26    | 5з               | 7,0     | 26    | 5з                | 7,0     | 26    |
| 2з              | 1,3   | 26    | 2з                  | 1,3   | 26    | 4з                  | 2,8   | 26    | 4з               | 4,3     | 26    | 4з                | 4,3     | 26    |
| 3з              | 0,6   | 26    | 3з                  | 0,6   | 26    | 2з                  | 1,3   | 26    | 2з               | 2,0     | 26    | 2з                | 2,0     | 26    |
| 4з              | 2,8   | 26    | 4з                  | 2,8   | 26    | 6з                  | 0,9   | 26    | 6з               | 1,4     | 26    | 6з                | 1,4     | 26    |
| 5з              | 4,6   | 26    | 5з                  | 4,6   | 26    | 3з                  | 0,6   | 26    | 3з               | 0,9     | 26    | 3з                | 0,9     | 26    |
| 6з              | 0,9   | 26    | 6з                  | 0,9   | 26    | 1з                  | 0,5   | 26    | 1з               | 0,8     | 26    | 1з                | 0,8     | 26    |

Примечание: \* – «п» соответствует открытой площадке размещения пестицидов (сценарий 1); \*\* – «с» соответствует складу, на котором в настоящее время хранятся пестициды (сценарий 2); \*\*\* – «з» соответствует складу, на котором предполагается хранить золу после уничтожения пестицидов (сценарий 3).

## Заключение

Проведенный анализ данных, полученных при обследовании складского комплекса перезатаренных пестицидов, а также собственных исследований – количественного химического анализа отобранных проб и расчетов по методике FAO UN оценки экологических рисков собранных пестицидов и продуктов их обезвреживания, показал, что склады под №№ 1, 2, 3, 6 относятся к проблемным по их воздействию на окружающую среду, склады №№ 4 и 5 – критическим.

Представленный на примере указанного складского комплекса порядок работ по обследованию складов и их последующему категорированию может быть применен на других объектах хранения и переработки запрещенных к применению пестицидов. На основе результатов выполненных работ осуществляется разработка проектной и рабочей документации на утилизацию собранных и перезатаренных устаревших пестицидов.

## Список литературы

1. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами (с изменениями и дополнениями) : федер. закон от 19.07.1997 г. № 109-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/11900732/> (дата обращения: 14.09.2017).
2. Банщиков, Б. П. Угроза экологии должна быть отведена / Б. П. Банщиков // Защита и карантин растений. – 2007. – № 5. – С. 7–8.
3. Рассельхознадзор. Управление по Алтайскому краю и республике Алтай : офиц. сайт. – Режим доступа : [www.rshn-alt.ru](http://www.rshn-alt.ru) (дата обращения: 14.09.2017).
4. ГОСТ 14189–81. Пестициды. Правила приемки, методы отбора проб, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. – Введ. 1982–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 25 с.
5. ГОСТ Р 55829–2013. Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Ликвидация отходов, содержащих стойкие органические загрязнители. – Введ. 2015–01–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 25 с.
6. Комплексная санация техногенного грунта при ликвидации накопленного экологического ущерба / А. В. Кошелев [и др.] // Экологические проблемы промышленных городов : сб. науч. тр. 7-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Саратов, 8 – 10 апр. 2015 г. : в 2 т. / под ред. Е. И. Тихомировой. – Саратов, 2015. – Т. 1. – С. 178 – 180.
7. Серия ФАО по уничтожению пестицидов. Инструментарий рационального природопользования в отношении устаревших пестицидов [Электронный ресурс] / Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. – Рим, 2009. – 54 с. – Режим доступа : [https://obsoletepesticides.net/site/wp-content/uploads/resources/reference/fao\\_emtk\\_vol\\_1\\_rus\\_draft.pdf](https://obsoletepesticides.net/site/wp-content/uploads/resources/reference/fao_emtk_vol_1_rus_draft.pdf) (дата обращения: 14.09.2017).
8. Применение методологии анализа риска для прогнозирования воздействия на окружающую среду объектов накопленного экологического ущерба / Т. Н. Швецова-Шиловская и др. // Проблемы анализа риска. – 2016. – Т. 13, № 3. – С. 70 – 77.

## References

1. <http://base.garant.ru/11900732/> (accessed 14 September 2017). (In Russ)
2. Bانشchikov B.P. [The threat of ecology should be allocated], *Zashchita i karantin rastenii* [Protection and quarantine of plants], 2007, no. 5, pp. 7-8. (In Russ)
3. [www.rshn-alt.ru](http://www.rshn-alt.ru) (accessed 14 September 2017). (In Russ)

4. GOST 14189–81. *Pestitsidy. Pravila priemki, metody otbora prob, upakovka, markirovka, transportirovanie i khranenie* [Russian Interstate Standard 14189-81. Pesticides. Acceptance rules, sampling methods, packaging, marking, transportation and storage], Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1996, 25 p. (In Russ)

5. GOST R 55829–2013. *Resursosberezhenie. Nailuchshie dostupnye tekhnologii. Likvidatsiya otkhodov, sodержashchikh stoikie organicheskie zagryazniteli* [State Standard of the Russian Federation 55829-2013. Resource-saving. Best available technologies. Elimination of wastes containing persistent organic pollutants], Moscow: Standartinform, 2016, 25 p. (In Russ)

6. Koshelev A.V., Golovkov V.F., Bogoyavlenskaya Yu.S., Surovtsev V.V., Korol'kov M.V. *Ekologicheskie problemy promyshlennykh gorodov* [Ecological problems of industrial cities], Proceedings of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Saratov, 8-10 April 2015, vol. 1 of 2, pp. 178-180. (In Russ)

7. [https://obsoletepesticides.net/site/wpcontent/uploads/resources/reference/fao\\_emtk\\_vol\\_1\\_rus\\_draft.pdf](https://obsoletepesticides.net/site/wpcontent/uploads/resources/reference/fao_emtk_vol_1_rus_draft.pdf) (accessed 14 September 2017). (In Russ)

8. Shvetsova-Shilovskaya T.N., Afanas'eva A.A., Gromova T.V., Koshelev A.V., Nazarenko D.I., Orlov A.Yu. [Application of the risk analysis methodology for forecasting the impact of the accumulated environmental damage on the environment], *Problemy analiza riska* [Problems of risk analysis], 2016, vol. 13, no. 3, pp. 70-77. (In Russ)

---

### Assessing Environmental Risks of Expired Pesticides Storage

A. V. Koshelev, V. F. Golovkov,  
E. I. Tikhomirova, O. Yu. Ksenofontova

*State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology,  
Moscow; Yuri Gagarin Saratov State Technical University, Saratov;  
N.G. Chernyshevsky Saratov State University, Saratov*

**Keywords:** chromatography-mass spectrometry; environmental risks; pesticides; risk factor; weighting factor.

**Abstract.** The work was aimed at finding approaches to the assessment of the environmental risks posed by expired pesticides for people's health and the environment. Materials and methods included the environmental monitoring of data of the region where unusable pesticides were collected, re-packed and stored. A complex analysis of organic pesticides was performed by chromatography-mass spectrometry. The identification was carried out from the NIST08 mass spectrometer library. To determine the toxicity, the averaged samples were prepared for each warehouse. The determination of the toxicity of the averaged samples was carried out according to generally accepted procedures.

---

© A. В.Кошелев, В. Ф. Головков,  
Е. И. Тихомирова, О. Ю. Ксенофонтowa, 2017

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ  
В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ БОЛЬНОЙ ЛОМОВИС  
(ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, РАССКАЗОВСКИЙ РАЙОН)  
МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ**

**Е. В. Малышева, И. В. Якунина, Т. Н. Киселева**

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

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия*

*Рецензент д-р биол. наук, профессор Г. А. Лада*

**Ключевые слова:** биоиндикация; гидробионты; сапробность воды; метод Пантле–Букка в модификации В. Сладечека; метод Майера; интегральная оценка качества водных экосистем.

**Аннотация:** Рассмотрены методы биоиндикации в определении сапробности воды в реке Большой Ломовис. Проведен химический анализ проб воды по основным показателям, характеризующим экологическое состояние водоема. Применение различных исследований среды обитания дает интегральную оценку качества водных экосистем.

В последнее время отмечается увеличение объемов сбросов промышленных и бытовых сточных вод, что вызывает изменения в жизнедеятельности гидробионтов, приводит к ухудшению качества воды. Многие водотоки находятся на стадии исчезновения. Острой проблемой для водных объектов, протекающих по территориям населенных пунктов, является антропогенное загрязнение и эвтрофирование. Влияние загрязняющих веществ сказывается на всех компонентах водной экосистемы, вследствие чего изменяются их основные характеристики.

При контроле качества воды все большее внимание уделяется методам биоиндикации. Экологическая оценка водных экосистем с помощью биоиндикационных методов определяет состояние и функционирование целостности водных экосистем, что создает возможность для нахождения корректирующих действий в тех случаях, когда выявляются отклонения от нормативных показателей.

---

Малышева Елена Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры природопользования и землеустройства, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия; Якунина Ирина Владимировна – кандидат химических наук, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: yakunina-iv@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия; Киселева Татьяна Николаевна – магистрант ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия.

Приоритетным направлением при проведении исследования является наблюдение за состоянием сообществ гидробионтов, в частности планктона и зообентоса, поскольку они являются материальными носителями качества воды. Именно биологические показатели позволяют определить экологическое состояние и трофический статус водных объектов; оценить качество поверхностных вод как среды обитания организмов; определить совокупный эффект комбинированного действия загрязняющих веществ; локализовать источник загрязнения; установить тип загрязнителей и возникновение вторичного загрязнения вод.

В свою очередь, определение химических показателей качества воды является необходимым компонентом мониторинговых программ, позволяющим дополнить биологические исследования и дать интегральную оценку качества водных экосистем. Комплексные исследования сообществ планктона и зообентоса актуальны и важны для нормирования антропогенных нагрузок и прогнозирования состояния водных объектов.

Целью данного исследования являлась оценка степени сапробности р. Большой Ломовис, протекающей через село Новгородовка (Рассказовский район, Тамбовская область) методами биоиндикации.

В бассейне р. Большой Ломовис расположены такие населенные пункты, как райцентр Бондари, Рождественское, Зименка, Верхнее Нащеккино, Прибытки, Митрополье, Мал. Гагарино, Гагарино 1-е, Б. Ломовис, а также промышленные предприятия – Бондарский молочно-сыродельный завод, Бондарский кирпичный завод, Бондарский лесхоз, совхоз Бондарский. Река протекает в основном по агроландшафтам, только в нижнем течении 7 км левобережной поймы окаймляет Цнинский лесной массив. На водотоках в бассейне р. Большой Ломовис находится более 30 мелких прудов, преимущественно в верховьях рек, в балках. Указанные обстоятельства свидетельствуют о высокой антропогенной нагрузке на водосбор и значительном поступлении загрязняющих веществ в речную сеть. Кроме рассредоточенных стоков сельскохозяйственных угодий, в реку поступают коммунально-бытовые неочищенные стоки населенных пунктов.

В исследовании использованы общепринятые гидробиологические методы. Изучение фауны и гидробиологическое исследование водотока проводились маршрутным методом в сочетании с детальным обследованием фауны отдельных участков, многие из которых посещались неоднократно. В целом взятие водных проб проводилось осенью с сентября по ноябрь 2016 г.

Отбор проб воды осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592–2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [1]. Пробы воды отбирали в зоне береговой линии и составляли сопроводительный документ. В ходе исследований место для отбора пробы выбирали на расстоянии 1,5 км выше ближайшего по течению пункта водопользования.

Химический анализ воды проводили по показателям, позволяющим оценить экологическое состояние водных экосистем (перманганатная окисляемость, водородный показатель, содержание нитритного, нитратного и аммонийного азота), используя методики химического количественного анализа, предусмотренные государственными стандартами или нормативными документами [2 – 6].

Пробы зоопланктона и зообентоса отбирали с помощью банки с диаметром дна не менее 10...15 см, вкручивали такую банку днищем вверх в донный грунт, переворачивали и вынимали вместе с грунтом, который впоследствии перекладывался в сито и промывался. После обнаруженные животные помещались в склянки, снабженные этикетками. Животных фиксировали 70%-ным спиртом. Также проводился визуальный осмотр растений, камней, коряг, поднятых со дна, на наличие животных.

Микроскопические исследования проводили при помощи микроскопа Микмед-5. В ходе микроскопии изучаемых объектов использовался видеоокуляр TourCam 14 MP, с помощью которого были сделаны снимки водорослей, простейших и макрозообентоса, что облегчило определение видового состава индикаторных организмов. Для определения водорослей использовались определители пресноводных водорослей [7, 8]. Для определения простейших-гидробионтов использовался атлас пресноводных беспозвоночных [9], для определения макрозообентоса – определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [10, 11]. Уровень сапробности с использованием водорослей и простейших определяли расчетом индекса сапробности Пантле–Букка в модификации В. Сладечека [12]. Для оценки степени загрязнения исследуемой водной экосистемы с помощью макрозообентоса использовались индексы Вудивисса и Майера.

Химические показатели качества воды на исследуемых участках р. Большой Ломовис приведены в табл. 1. Водородный показатель в пробах II и III имеет слабощелочную реакцию, хотя стоит отметить тот факт, что данные пробы II отражают увеличение водородного показателя в сторону повышения щелочности. На участке взятия пробы I реакция нейтральная. Изменения pH природных вод в кислую или щелочную среду выше нормативных негативно сказываются на гидробионтах, но активная реакция среды находится в пределах допустимых значений.

Перманганатная окисляемость – показатель общего количества легко-окисляющихся органических веществ в воде. В различных источниках окисляемость воды различна. В воде рек в зависимости от степени их загрязнения органическими веществами окисляемость колеблется от 4,6 до 19,5 мг О/дм<sup>3</sup>

Таблица 1

**Химические показатели качества воды**

| № пробы | pH        | Перманганатная окисляемость, мг О/дм <sup>3</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NO <sub>4</sub> <sup>-</sup> |
|---------|-----------|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|         |           |                                                   | мг/дм <sup>3</sup>           |                              |                              |
| I       | 7,238     | 16,76                                             | 0,67                         | 32,01                        | 0,11                         |
| II      | 7,904     | 18,62                                             | 0,088                        | 3,2                          | 0,05                         |
| III     | 7,550     | 24,2                                              | 0,32                         | 10,8                         | 0,64                         |
| ПДК     | 6,5...8,5 | 4,6...19,5<br>(для поверхностных природных вод)   | 3                            | 45                           | 2,6                          |

Пробы I и II по содержанию органики не превышают норм ПДК. Незначительное превышение было обнаружено в пробе III, что может свидетельствовать о загрязнении водотока сточными водами. Концентрация нитритов и нитратов в поверхностных незагрязненных водах варьируется от тысячных до сотых долей миллиграмма в 1 дм<sup>3</sup>. Количественное определение нитритов и нитратов показало, что их содержание в водоеме не превышает ПДК. Однако, в пробе I их содержание выше, чем в пробах II и III, что может свидетельствовать о протекании процессов разложения органических веществ, попадающих в водоем со сточными водами, а также внутриводоемными процессами нитрификации ионов аммония.

Наличие в воде аммиака указывает на загрязнение ее нечистотами органического происхождения. Как правило, в чистых природных водах содержится 0,01...0,1 мг/дм<sup>3</sup> ионов аммония. В связи с этим в пробе III наблюдается несколько завышенное значение, чем в пробах I и II. Хотя во всех пробах содержание аммонийного азота не превышает ПДК.

Так как азот является биогенным элементом, то высокие концентрации нитратов, нитритов и аммонийного азота приводят к развитию процессов эвтрофикации и заиливания водоемов. Основываясь на сравнении полученных результатов гидрохимических показателей р. Большой Ломовис с нормами ПДК, исследованные участки можно отнести к условно чистым.

В ходе микроскопии были обнаружены водоросли трех отделов: Cyanophyta, Chlorophyta и Diatomophyta. Общее количество водорослей, обнаруженное из проб исследуемого водотока, составило 10 родов. Характеристика уровня сапробности по фитопланктону приведена в табл. 2.

Общее число видов водорослей, обнаруженных в исследуемом водотоке, равно 11, принадлежащих к четырем классам: Pennatophyceae – 64 % (7 видов), Euchlorophyceae – 18 % (два вида), Nitzschophyceae и Conjugatophyceae – по 9 % (по одному виду). Сапробность воды р. Большой Ломовис по фитопланктону 2,16. Наибольший процент видов альгофлоры водотока указывает на β-мезосапробность реки (рис. 1).

Основная часть водорослей (55 %) относится к β-мезосапробным видам, всего их обнаружено пять: три вида – обитатели загрязненной воды (α – 2, р-α – 1), индикаторы условно чистой воды (α-β) представлены двумя видами. Общий анализ фитопланктона в пробах воды показал, что по обилию видов во всех точках преобладали представители отдела Diatomophyta, показанный одним классом – Pennatophyceae (*D. vulgare*, *S. acus*, *N. gracilis*, *P. viridis*, *N. palea*, *C. cistula*). На втором месте по численности организмов отдел Chlorophyta (*Chlorellavulgaris*, *Cladophoraglomerata*, *Closteriumaciculare*); самый малочисленный – Cyanophyta (*Oscillatoriasp.*).

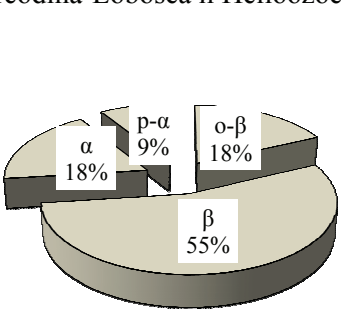
Обнаруженная протистофауна р. Большой Ломовис в черте с. Новгородовка представлена 17 родами: из них 11 родов инфузорий (подтип Ciliata), три рода жгутиковых (подтип Mastigophora) и три рода саркодовых (подтип Sarcodina). Доминирование инфузорий над другими таксономическими группами протистофауны весьма характерно для пресных водных объектов (рис. 2).

Таблица 2

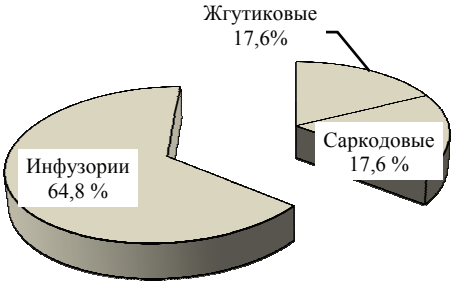
**Видовой состав, индикаторные свойства и встречаемость водорослей  
в верховьях р. Большой Ломовис (2016 г.)**

| Таксон                                                                                   | Показатель сапробности | Сапробный индекс $s$ | Баллы встречаемости (частота $h$ )    | Произведение сапробного индекса $s$ на частоту $h$                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Cyanophyta                                                                               |                        |                      |                                       |                                                                    |
| Oscillatoriasp                                                                           | $\alpha$               | 3                    | 3                                     | 9,00                                                               |
| Chlorophyta                                                                              |                        |                      |                                       |                                                                    |
| Chlorella vulgaris                                                                       | p- $\alpha$            | 3,6                  | 3                                     | 10,8                                                               |
| Cladophoraglomerata                                                                      | $\beta$                | 1,65                 | 5                                     | 8,25                                                               |
| Closteriummaciculare                                                                     |                        | 1,7                  | 3                                     | 5,1                                                                |
| Diatomophyta                                                                             |                        |                      |                                       |                                                                    |
| Diatoma vulgare                                                                          | o- $\beta$             | 1,85                 | 3                                     | 5,55                                                               |
| Synedraacus                                                                              | $\beta$                |                      |                                       | 5,55                                                               |
| Naviculagracilis                                                                         | o- $\beta$             | 1,65                 |                                       | 4,95                                                               |
| Pinnulariaviridis                                                                        | $\beta$                | 2,1                  |                                       | 6,3                                                                |
| Nitzschiapalea                                                                           | $\alpha$               | 2,75                 |                                       | 8,25                                                               |
| Cymbellacistula                                                                          | $\beta$                | 2                    |                                       | 6,0                                                                |
| Cymbellalanceolata                                                                       |                        | 1,9                  | 2                                     | 3,8                                                                |
| Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека<br>$S = \sum (sh) / \sum h$ | —                      | —                    | Сумма показателей частоты<br>$h = 34$ | Сумма произведений индексов сапробности на частоту<br>$sh = 73,55$ |

В ходе исследования водной экосистемы р. Большой Ломовис обнаружены виды типа Sarcomasti-gophora, относящиеся к шести родам и принадлежащие к двум подтипам: Mastigophora и Sarcodina. Подтип Mastigophora представлен одним классом – Phytomastigophora, подтип Sarcodina-Lobosea и Helioozoea.



**Рис. 1. Процентное соотношение водорослей-индикаторов**



**Рис. 2. Соотношение систематических групп простейших р. Большой Ломовис**

Изучен видовой состав инфузорий на всех исследуемых участках водотока, исследование которого считается необязательным для выявления качества воды, но, по оценкам экспертов, определение этого вида дает более точные представления о биоценозе водотока и его изменениях под воздействием различных факторов. В ходе микроскопии были определены виды инфузорий, принадлежащие к 11 родам. Все инфузории принадлежат к одному подтипу Ciliata, которые очень разнообразны и представлены четырьмя классами: Kinetophragminophora, Oligohymenophora, Peritricha и Polyhymenophora. Сапробиологический анализ выполнялся по методу Пантле–Букка в модификации В. Сладечека (зообентос). Характеристика уровня сапробности по зообентосу инфузорий приведена в табл. 3.

Общее число видов инфузорий, обнаруженных в исследуемом водотоке, равно 13, относящихся к пяти отрядам: Sessilida – 39 % (пять видов), Hymenostomatida – 23 % (три вида), Prostomatida, Hypotrichida – по 15 % (по два вида) и отряд Heterotrichida представлен единично (8 %). По полученным данным, сапробность воды р. Большой Ломовис – 2,77. Из рисунка 1 видно, что наибольший процент видов инфузорий указывает на мезасапробность реки. Ниже приводится процентное соотношение организмов-индикаторов (рис. 3).

Таблица 3

**Видовой состав, индикаторные свойства и встречаемость инфузорий в верховьях р. Большой Ломовис**

| Таксон                                                                                | Показатель сапробности | Сапробный индекс $s$ | Баллы встречаемости (частота $h$ )    | Произведение сапробного индекса $s$ на частоту $h$                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Prorodon ovum                                                                         | $\beta$                | 2,0                  | 2                                     | 4,0                                                                |
| Colepsssp                                                                             | $\beta-\alpha$         | 2,5                  | 3                                     | 7,5                                                                |
| Parameciumcaudatum                                                                    | $\alpha$               | 3,3                  |                                       | 9,9                                                                |
| Paramecium bursaria                                                                   | $\beta$                | 2,3                  |                                       | 6,9                                                                |
| Frontoniaacuminata                                                                    | $\alpha-p$             | 3,5                  |                                       | 10,5                                                               |
| Carchesiumpolypinum                                                                   | $\alpha$               | 2,85                 |                                       | 2,85                                                               |
| Thuricolasimilis                                                                      | $\beta-\alpha$         | 2,2                  | 1                                     | 2,2                                                                |
| Vorticella convallaria                                                                | $\alpha$               | 2,9                  | 2                                     | 5,8                                                                |
| Vorticellaalba                                                                        | $p-\alpha$             | 3,5                  |                                       | 7,0                                                                |
| Cothurniaimberbis                                                                     | $\beta-\alpha$         | 2,2                  | 3                                     | 6,6                                                                |
| Spirostomumminus                                                                      |                        | 2,6                  | 2                                     | 5,2                                                                |
| Tachysomapellionella                                                                  | $\beta-p$              | 3,05                 |                                       | 6,1                                                                |
| Stylonychiapustulata                                                                  | $\beta$                | 2,0                  | 3                                     | 6,0                                                                |
| Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека<br>$S = \sum(sh)/\sum h$ | –                      | –                    | Сумма показателей частоты<br>$h = 30$ | Сумма произведений индексов сапробности на частоту<br>$sh = 80,55$ |

Основную часть инфузорий (30 %) составили  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробные виды (обитатели загрязненной воды). Всего их обнаружено четыре вида:  $\alpha$ -мезосапробных и  $\beta$ -мезосапробных – по три вида (по 23 %); два вида – обитатели загрязненной воды ( $\alpha$ -р – один; р- $\alpha$  – один); один вид относится к индифферентным ( $\beta$ -р).

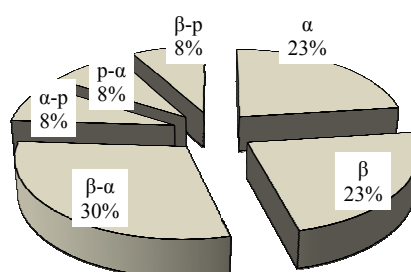


Рис. 3. Процентное соотношение организмов-индикаторов

Общий анализ количества беспозвоночных в пробах воды показал, что по обилию видов во всех точках доминировали представители типа Ciliophora: Peritricha – 39 % (*C. Polypi-num*, *Th. similis*, *V. convallaria*, *V. alba*, *C. imberbis*), Oligohymenophora (*P. caudatum*, *P. bursaria*, *Fr. acuminata*) и Polyhymenophora (*Sp. minus*, *T. pellionella*, *St. pustulata*) – по 23 %, самым малочисленным оказался Kinetophragminophora – 15 % (*Prorodonovum*, *Colepssp.*).

Исследованный водоток относится к  $\alpha$ -мезосапробным (четвертому классу качества воды – органически загрязненная) согласно степени сапробности по Пантле–Букку. Этот показатель свидетельствует о том, что природные свойства воды сильно изменены в результате поступления в них сточных вод. Загрязненные воды непригодны для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, а также для рыбоводства. Они могут быть использованы (с ограничениями) в некоторых производственных процессах, в данном случае – для орошения полей.

В ходе исследования обнаружены следующие группы гидробионтов-биоиндикаторов: личинки поденок (Ephemeroptera) только одного вида, пиявки (Hirudinea), моллюски прудовики (Lymnaeidae), личинки жуков. По полученным данным был подсчитан индекс Вудивисса, равный пяти. Исследованный водоток по биотическому индексу Вудивисса относится к  $\beta$ -мезосапробным (класс качества воды – умеренно загрязненная).

По методу Майера из групп организмов, обитающих в чистых водах, были найдены нимфы поденок (Ephemeroptera); организмов средней степени чувствительности встречено не было, обитателей загрязненных водоемов было обнаружено две группы – пиявки (Hirudinea) и прудовики (Lymnaeidae).

Значение индекса Майера равно пяти и характеризует р. Большой Ломовис как  $\alpha$ -мезосапробный водоем с водой IV класса.

На основании вышеизложенного сделаны следующие выводы:

- химический анализ показателей р. Большой Ломовис соответствует нормам ПДК, за исключением перманганатной окисляемости;
- исследованный водоток по составу фитопланктона относится к  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробным (качество воды – умеренно загрязненная) согласно степени сапробности по Пантле–Букку. Данный показатель свидетельствует о том, что воды реки претерпевают загрязнение, протекая по территории сельской местности, находясь в  $\alpha$ -мезосапробном классе, а при удалении от источника загрязнения – в  $\beta$ -мезосапробном классе;

- по индикаторным видам инфузорий р. Большой Ломовис относится к  $\alpha$ -мезосапробным (качество воды – органически загрязненная) согласно степени сапробности по Пантле–Букку;
- значение индекса Майера для данной реки равно пяти и характеризует р. Большой Ломовис как  $\alpha$ -мезосапробный водоем;
- по биотическому индексу Вудивисса исследованный водоток относится к  $\beta$ -мезосапробным (класс качества воды – умеренно загрязненная).

Таким образом, применение разносторонней оценки качества среды обитания, где результаты биологических исследований подтверждаются результатами химических, дает более объективную информацию об экологическом состоянии водной экосистемы и более четкие прогнозы.

#### *Список литературы*

1. ГОСТ Р 51592–2000. Вода. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51592-2000> (дата обращения: 13.09.2017).
2. ПНД Ф 14.1:2:4.262–10 (ФР.1.31.2010.07603). Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в питьевых, поверхностных (в том числе морских) и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. – М. : [б. и.], 2010. – 26 с.
3. ПНД Ф 14.1:2:4.3–95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса. – М. : [б. и.], 1995. – 22 с.
4. ПНД Ф 14.1:2:4.4–95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. – М. : [б. и.], 1995. – 18 с.
5. ПНД Ф 14.1:2.100–97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод. – М. : [б. и.], 1997. – 13 с.
6. ПНД Ф 14.1:2.242–07. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений свободной и общей щёлочности в природных и сточных водах методом потенциометрического титрования. – М. : [б. и.], 2007. – 19 с.
7. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли / отв. ред. В. П. Савич. – М. : Советская наука, 1953. – 621 с.
8. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли / сост. М. М. Забелина, И. А. Киселев и др. – М. : Советская наука, 1951. – 618 с.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР: Планктон и бентос / отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л. : Гидрометиздат, 1977. – 511 с.
10. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. В 6 т. Т. 1. Низшие беспозвоночные / под ред. С. А. Цалолихина. – СПб. : Наука, 1987. – 395 с.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. В 6 т. Т. 2. Ракообразные / под ред. С. А. Цалолихина. – СПб. : Наука, 1995. – 631 с.

12. Макрушин, А. В. Биологический анализ качества вод / А. В. Макрушин. – Л. : [б. и.], 1974. – 60 с.

### References

1. <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51592-2000> (accessed 13 September 2017)
2. PND F 14.1:2:4.262–10 (FR.1.31.2010.07603). *Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii ionov ammoniya v pit'evykh, poverkhnostnykh (v tom chisle morskikh) i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s reaktivom Nesslera* [Quantitative chemical analysis of waters. Method for measuring the mass concentration of ammonium ions in drinking, surface (including marine) and waste water photometric method with Nessler reagent], Moscow, 2010, 26 p. (In Russ.)
3. PND F 14.1:2:4.3–95. *Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii nitrit-ionov v pit'evykh, poverkhnostnykh i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s reaktivom Grissa* [Quantitative chemical analysis of waters. The procedure for measuring the mass concentration of nitrite ions in drinking, surface and waste waters using a photometric method with a Griss reagent], Moscow, 1995, 22 p. (In Russ.)
4. PND F 14.1:2:4.4–95. *Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii nitrat-ionov v pit'evykh, poverkhnostnykh i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s salitsilovoi kislotoi* [Quantitative chemical analysis of waters. The method of measuring the mass concentration of nitrate ions in drinking, surface and waste waters by photometric method with salicylic acid], Moscow, 1995, 18 p. (In Russ.)
5. PND F 14.1:2.100–97. *Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenii khimicheskogo potrebleniya kisloroda v probakh prirodnnykh i ochishchennykh stochnykh vod* [Quantitative chemical analysis of waters. Method for performing measurements of chemical oxygen consumption in samples of natural and treated wastewater], Moscow, 1997, 13 p. (izdanie 2004 g.) (In Russ.)
6. PND F 14.1:2.242–07. *Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenii svobodnoi i obshchei shchelocnosti v prirodnnykh i stochnykh vodakh metodom potentsiometricheskogo titrovaniya* [Quantitative chemical analysis of waters. Method for performing measurements of free and total alkalinity in natural and waste water by potentiometric titration], Moscow, 2007, 19 p. (In Russ.)
7. Savich V.P. (Ed.) *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. Vyp. 2. Sinezelenye vodorosli* [The determinant of freshwater algae of the USSR. Issue. 2. Blue-green algae], Moscow: Sovetskaya nauka, 1953, 621 p. (In Russ.)
8. Zabelina M.M., Kiselev I.A. *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. Vyp. 4. Diatomovye vodo-rosli* [The determinant of freshwater algae of the USSR. Issue. 4. Diatoms], Moscow: Sovetskaya nauka, 1951, 618 p. (In Russ.)
9. Kutikova L.A., Starobogatov Ya.I. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeiskoi chasti SSSR: Plankton i bentos* [The determinant of freshwater invertebrates of the European part of the USSR: Plankton and benthos], Leningrad: Gidrometizdat, 1977, 511 p. (In Russ.)
10. Tsallikhina S.A. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh ter-ritorii. V 6 t. T. 1. Nizshie bespozvonochnye* [The determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent Territories. In 6 toms. T. 1. Inferior invertebrates], St.Petersburg: Nauka, 1987, 395 p. (In Russ.)

11. Tsalolikhina S.A. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i so-predel'nykh territorii. V 6 t. T. 2. Rakoobraznye* [The determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. In 6 toms. T. 2. Crustaceans], St.Petersburg: Nauka, 1995, 631 p. (In Russ.)

12. Makrushin A.V. *Biologicheskii analiz kachestva vod* [Biological analysis of water quality], Leningrad, 1974, 60 p. (In Russ.)

---

**Bioindication Methods for Assessment of the Quality of Water  
in the Upstream of the Bolshoy Lomovis River  
(Tambov Region, Rasskazovsky District)**

**E. V. Malysheva, I. V. Yakunina, T. N. Kiseleva**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia;  
Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia*

**Keywords:** bioindication; hydrobionts; saprobity of water; Pantle–Bucca method in V. Sladeček's modification; Mayer's method; integral assessment of the quality of aquatic ecosystems.

**Abstract:** The paper considers bioindication methods for assessment of water saprobity in the Bolshoy Lomovis river. The chemical analysis of water samples was performed according to the main indicators characterizing the ecological state of the river. The application of various habitat studies provides an integral assessment of the quality of the ecosystem.

---

© Е. В. Малышева, И. В. Якунина,  
Т. Н. Киселева, 2017

## ОБ ОЦЕНКАХ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ В ПРИРОДО-ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

Н. С. Попов, О. В. Пещерова, А. Э. Стрельникова

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

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

**Ключевые слова:** неоклассическая теория роста; метод абсолютной устойчивости; природо-промышленные системы; сходимость последовательностей; устойчивое развитие; устойчивость по вероятности.

**Аннотация:** Проанализировано понятие «устойчивое развитие» с позиций замкнутой системы управления. Проведено обсуждение особенностей выполнения условий «строгой», «слабой» и «критической» устойчивости, используемых в неоклассической теории роста. В классе природо-промышленных макросистем формализована задача управления устойчивым развитием по критерию «критической» устойчивости. Предложены два подхода к анализу природо-промышленных макросистем: по «внешнему» описанию с применением метода абсолютной устойчивости; по «внутреннему» описанию, основанному на результатах анализа решений системы стохастических дифференциальных уравнений. Предложен вариант решения проблемы устойчивости на основе анализа сходимости эмпирических временных рядов индикаторов состояния системы.

Анализ поведения интересующих объектов на устойчивость является ключевой задачей проектирования систем управления, поскольку в случае неустойчивости объектов внешние или внутренние возмущения порождают качественные изменения в траектории их движения, ведущие к нежелательным последствиям. Управлять такими объектами не представляется возможным. Только соответствующим образом организованная устойчивая система управления способна формировать предсказуемую (нужную)

---

Попов Николай Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: esco@nnn.tstu.ru; Пещерова Ольга Викторовна – ассистент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия; Стрельникова Алина Эдуардовна – экономист ООО «Известняк», г. Тамбов, Россия.

реакцию объекта на сигналы управления и, тем самым, выполнять свою целевую задачу.

Несмотря на то, что термин «устойчивость» перегружен и не имеет четко определенного содержания, на его основе создана математическая теория устойчивости, объединяющая «совокупность взглядов, представлений, идей, понятий, рассуждений, методов и обобщений, возникших и возникающих с целью изучения устойчивости движения» [1]. Устойчивость движения системы означает, что малые изменения входных воздействий, начальных условий или параметров не приводят к значительным отклонениям выходных переменных состояния. В свою очередь знание условий устойчивости системы позволяет определить допустимые диапазоны изменения регулировочных параметров, в пределах которых возможно улучшение качества ее работы.

В последние десятилетия проблема устойчивости стала темой для интенсивной дискуссии в сфере социально-экономических и экологических отношений, развернутой в результате проведения ряда международных форумов: Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию (1987 г.), Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 г.), Конференции ООН по устойчивому развитию Рио +20 (2012 г.), Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 г. с повесткой дня по Целям устойчивого развития до 2030 года.

На этих встречах проблема устойчивости впервые была осознана на глобальном (биосферном) уровне, в аспекте выживания человечества при условиях небывалого роста антропогенной нагрузки на природу. Тогда же в докладе «Наше общее будущее» (Конференция ООН, 1987 г.) понятие «устойчивое развитие» (sustainable development) было определено как «такое развитие, при котором удовлетворяются потребности настоящего времени, но не ставится под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности». В этом словосочетании «устойчивость» ассоциируется с предельными хозяйственными нагрузками на экосистемы, а «развитие» отождествляется с ростом экономики [2]. Примечательно, что в английском языке слово «sustain» означает удержание чего-либо от падения или провала или, по крайней мере, неухудшение существующего положения, не отрицая и возможности его улучшения. К сожалению реалистичность концепции устойчивого развития экономики, природы и общества в современном мире пока остается под вопросом, поскольку запасы невозобновляемых природных ресурсов на Земле ограничены, а необходимость их жесткой экономии обществом ради будущих поколений людей в целом недооценивается.

Очевидная расплывчатость определения «устойчивое развитие», вкупе с множеством разработанных в математической теории устойчивости методов анализа технических систем, побудили представителей научных школ различного профиля рассматривать данную проблему под своим углом зрения и предлагать возможные подходы к ее решению, основываясь на идее перераспределения приростов благосостояния в пользу стран третьего мира и будущих поколений. Главной задачей исследователей проблемы при этом является определение набора технологических, экономических и социальных инструментов, способных сделать долгосрочное развитие экономики устойчивым.

Наиболее развитая на сегодня неоклассическая экономическая теория имеет дело с долгосрочными аспектами экономического развития в рамках теории роста, использующей равновесные сбалансированные траектории движения экономических систем<sup>1</sup>. В ее арсенале такие научные термины как «слабая» и «сильная» устойчивость, понятия «глобальной» и «локальной» устойчивости: система считается «глобально» устойчивой, если свойство устойчивости выполняется для всех возможных траекторий движения системы внутри всей области, в которой она исследуется и является «локально» устойчивой, если свойство устойчивости установлено только для траектории, находящейся «вблизи» равновесной [3].

В качестве критерия выбора оптимальной траектории роста неоклассическая теория принимает максимизацию общественного благосостояния, которое ассоциируется в основном с потреблением производимых товаров. При этом почти игнорирует природную компоненту, от которой во многом зависит достижение экономических, экологических и социальных целей.

Другие современные экономические концепции отличаются от неоклассической теории роста тем, что в качестве критериев благосостояния общества рассматривают все источники, из которых оно образуется: труд, капитал (имущество) и природные богатства, а различие ряда концепций объясняется, в основном, интерпретацией понятия капитал. В таком варианте устойчивое развитие можно рассматривать более широко, в аспекте роста благосостояния, капитала и сохранности естественных условий жизни людей, включая и биоразнообразие.

В работе [4] приведены условия «строгой» устойчивости роста в форме следующих ограничений:

$$x_{t+1} \geq x_t; \quad (1)$$

$$EQ_{t+1} \geq EQ_t; \quad (2)$$

$$\forall t \in \{1, \dots, \infty\},$$

где  $x_t$  – объем выпуска агрегированной продукции в экономическом секторе хозяйства в период времени  $t$ ;  $EQ_t$  – индикатор состояния экологического сектора в этом же периоде.

Выполнение условий (1), (2) означает, во-первых, раздельное рассмотрение секторов экономики и экологии, во-вторых, требование по неухудшению их новых состояний в  $(t+1)$ -м периоде времени.

Поводов для критики концепции «строгой» устойчивости несколько. Они связаны, в частности, с требованием постоянства во времени природного капитала, невозможностью развития экономики без ухудшения «миллионов индикаторов» состояния экологического сектора, отсутствием критериев выбора в случае появления различных вариантов развития экономической системы и т.д.

В отличие от концепции «строгой» устойчивости другая концепция – «слабой» устойчивости роста [4], исходит из понимания необходимости объединения экономических и экологических ценностей в единую конст-

<sup>1</sup> Равновесный сбалансированный рост – развитие, при котором все пропорции экономики остаются стационарными.

рукцию благосостояния, с возможностью их взаимного замещения. В этом случае условием устойчивого роста является требование

$$U(x_{t+1}, EQ_{t+1}) \geq U(x_t, EQ_t), \quad \forall t \in \{1, \dots, \infty\}, \quad (3)$$

где  $U$  – векторная функция благосостояния, включающая агрегированные показатели экономического  $x$  и экологического  $EQ$  секторов хозяйства в  $t$ -м и  $(t+1)$ -м периодах времени. Сложность использования (3) возникает при сопоставлении (замещении) природного и экономического капитала.

Еще одна концепция – «критической» устойчивости роста [4], занимает промежуточное положение между двумя вышеназванными. С одной стороны, она принимает принцип совмещения антропогенного и экологического капитала в общественном благосостоянии, а с другой, – не допускает потребления природных ресурсов свыше минимально-допустимого для них уровня. Условие «критической» устойчивости выглядит следующим образом:

$$U(x_{t+1}, EQ_{t+1}) \geq U(x_t, EQ_t); \quad (4)$$

$$EQ_t \geq \overline{EQ}, \quad \forall t \in \{1, \dots, \infty\}, \quad (5)$$

где  $\overline{EQ}$  – «критический» уровень качества окружающей среды.

Заметим, что условия (1) – (5) имеют важное смысловое значение прежде всего для экономистов, поскольку символизируют возможные цели развития экономических систем со множеством сопутствующих нюансов, обсуждаемых в работах [5, 6]. Соответствующие этим условиям траектории устойчивого роста представляют собой монотонно неубывающие временные последовательности (1), (2) или монотонно неубывающие функции многих переменных (3), (4), в которых последующие значения оказываются «лучше» предыдущих в результате эффективной работы системы управления. То есть условия устойчивости (1) – (5) следует понимать не только по отношению к объекту управления, но и к замкнутой системе управления. При этом в ситуации с конкретным объектом управления вопрос о переводе его из состояния  $x_t$  в  $x_{t+1}$  обязательно потребует проверки объекта на устойчивость теми методами теории устойчивости, которые наилучшим образом отвечают решаемой задаче [7].

Однако на современном этапе понимания проблемы устойчивого развития контроль эколого-экономических и социальных процессов, как и принятие по ним управленческих решений, осуществляется на основе экспертного подхода, использующего системы индексов и индикаторов, разработанных ведущими международными организациями: ООН, Всемирным банком, Организацией стран экономического сотрудничества и развития, Европейской комиссией и другими [8].

Приведем недостатки такого подхода с позиций управления:

- неоднозначность получаемых оценок состояния хозяйственной системы от множества одновременно воздействующих на нее возмущений и управлений;

- неспособность эффективно управлять чрезвычайно сложными объектами без использования для этого их математических моделей;

- отсутствие методики анализа устойчивости развития системы по эмпирическим данным.

По этим причинам реальные показатели развития в контрольные моменты времени могут показать и улучшение состояний экологических и экономических секторов хозяйства, и внезапные их ухудшения, связанные с ошибками управления. Поскольку управление всегда основывается на понимании возможностей объекта, в каждой конкретной ситуации необходимо иметь его формализованное описание, а затем методом имитационного исследования математической модели определить особенности поведения объекта во всем диапазоне изменений начальных условий, параметров и управлений.

Целью данной работы является перенос проблемы устойчивого развития с абстрактно-смыслового уровня анализа, на котором объекты управления представлены весьма неопределенно, на описательный уровень, способный отображать реальные особенности поведения экономических и экологических секторов хозяйства. При этом в качестве научной платформы для описательного подхода воспользуемся классом природо-промышленных систем (ППС), структура которого показана на рис. 1.

Условные обозначения:  $S_{\Pi}$ ,  $S_{\mathcal{E}}$  – промышленная и экологическая подсистемы;  $X_{\Pi}$ ,  $X_{\mathcal{E}}$  – множества внешних воздействий  $S_{\Pi}$  (сырье, энергия, инвестиции и т.д.) и  $S_{\mathcal{E}}$  (солнечная энергия, влага, примеси и т.д.);  $Y_{\Pi}$ ,  $Y_{\mathcal{E}}$  – множества выходных воздействий  $S_{\Pi}$  (целевые и побочные продукты производства) и  $S_{\mathcal{E}}$  (биологические виды, влага, экологические блага и т.д.);  $Z_{Y\Pi} \equiv Z_{X\mathcal{E}}$  и  $Z_{Y\mathcal{E}} \equiv Z_{X\Pi}$  – связующие переменные. В составе  $Z_{X\mathcal{E}}$  – отходы производства, а в составе  $Z_{X\Pi}$  – ресурсы.

Природо-промышленную систему можно представить в виде отношения на декартовом произведении

$$S_{\text{ППС}} \subset (X_{\Pi} \times X_{\mathcal{E}}) \times (Y_{\Pi} \times Y_{\mathcal{E}}), \quad (6)$$

определяемого по формуле  $S_{\text{ППС}} = \Omega(S_{\Pi} \circ S_{\mathcal{E}})$ , где  $\circ$  означает операцию последовательного соединения  $S_{\Pi}$  с  $S_{\mathcal{E}}$ , а  $\Omega$  – знак замыкания обратной связи;  $\times$  – знак декартова произведения.

Связующие переменные  $Z_{X\mathcal{E}}$  и  $Z_{X\Pi}$  формально выражают уровень экономической активности в  $S_{\Pi}$  и качество природной среды в  $S_{\mathcal{E}}$  соответственно. Характер поведения  $S_{\text{ППС}}$  во времени зависит от действия всех положительных и обратных связей, существующих между  $S_{\Pi}$  и  $S_{\mathcal{E}}$ .

Природо-промышленная система относится к классу термодинамически открытых макросистем с иерархической структурой соединения элементов, детерминировано-стохастической природой процессов, нелинейным характером их поведения и запаздыванием сигналов в каналах связи.

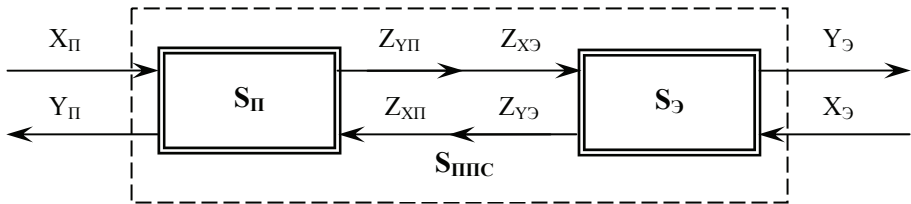


Рис. 1. Структурная схема природо-промышленной системы [9]

Пусть  $X_{\Pi} = U_{\Pi} \times R_{\Pi}$ , а  $Z_{X\Pi} = Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A \times Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B$ . Обозначим  $u_{\Pi} \in U_{\Pi}$  и  $r_{\Pi} \in R_{\Pi}$  – соответственно управляемые и наблюдаемые переменные в  $S_{\Pi}$ , а  $z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A \in Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A$  и  $z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B \in Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B$  – соответственно абиотические и биотические компоненты  $S_{\mathfrak{Z}}$ . И пусть  $X_{\mathfrak{Z}} = U_{\mathfrak{Z}} \times R_{\mathfrak{Z}}$ ,  $Y_{\mathfrak{Z}} = Y_{\mathfrak{Z}}^A \times Y_{\mathfrak{Z}}^B$ ,  $Z_{X_{\mathfrak{Z}}} = Z_{Y_{\Pi}}$ . Обозначим  $u_{\mathfrak{Z}} \in U_{\mathfrak{Z}}$  и  $r_{\mathfrak{Z}} \in R_{\mathfrak{Z}}$  – соответственно управляемые и наблюдаемые переменные в  $S_{\mathfrak{Z}}$ , а  $y_{\mathfrak{Z}}^A \in Y_{\mathfrak{Z}}^A$  и  $y_{\mathfrak{Z}}^B \in Y_{\mathfrak{Z}}^B$  – соответственно абиотические и биотические переменные в  $S_{\mathfrak{Z}}$ .

Постановку задачи выбора оптимальной траектории развития ППС на основе концепции «критической» устойчивости сформулируем следующим образом.

Будем считать, что  $U_{\mathfrak{Z}}^T, R_{\mathfrak{Z}}^T, U_{\Pi}^T, R_{\Pi}^T, Y_{\mathfrak{Z}}^{TA}, Y_{\mathfrak{Z}}^{TB}, Z_{Y_{\Pi}}^T, Y_{\Pi}^T, Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^{TA}, Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^{TB}$  есть множества всех возможных отображений из множества моментов времени  $T$  соответственно в  $U_{\mathfrak{Z}}, R_{\mathfrak{Z}}, U_{\Pi}, R_{\Pi}, Y_{\mathfrak{Z}}^A, Y_{\mathfrak{Z}}^B, Z_{Y_{\Pi}}, Y_{\Pi}, Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A, Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B$ , являющихся конечномерными векторными евклидовыми пространствами. При этом  $y_{\Pi} \in Y_{\Pi}^T \subseteq Y_{\Pi}$ ,  $z_{Y_{\Pi}} \in Z_{Y_{\Pi}}^T \subseteq Z_{Y_{\Pi}}$ ,  $y_{\mathfrak{Z}}^A \in Y_{\mathfrak{Z}}^{TA} \subseteq Y_{\mathfrak{Z}}^A$ ,  $y_{\mathfrak{Z}}^B \in Y_{\mathfrak{Z}}^{TB} \subseteq Y_{\mathfrak{Z}}^B$ ,  $z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A \in Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^{TA} \subseteq Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A$ ,  $z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B \in Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^{TB} \subseteq Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B$  являются функциями, определенными на  $[0, T]$ .

Значения функций в момент времени  $t$  обозначим соответственно  $y(t), z_{Y_{\Pi}}(t), y_{\mathfrak{Z}}^A(t), y_{\mathfrak{Z}}^B(t), z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A(t), z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B(t)$ . Кроме интервала времени  $T$  воспользуемся отрезками  $\bar{T}^t = \{t' \mid t' \leq t\}$  и  $T^t = \{t' \mid t' < t\}$ . Обозначим сужения соответствующих функций  $y_{\Pi} \in Y_{\Pi}^T$ ,  $z_{Y_{\Pi}} \in Z_{Y_{\Pi}}^T$ ,  $y_{\mathfrak{Z}}^A \in Y_{\mathfrak{Z}}^{TA}$ ,  $y_{\mathfrak{Z}}^B \in Y_{\mathfrak{Z}}^{TB}$ ,  $z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A \in Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^{TA}$ ,  $z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B \in Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^{TB}$  на отрезок времени  $\bar{T}^t$  или  $T^t$  следующим образом  $x^t = x|_{T^t}, x^t = x|_{\bar{T}^t}$ , где  $x$  – одна из функций  $(y_{\mathfrak{Z}}^A, y_{\mathfrak{Z}}^B, z_{Y_{\Pi}}, y_{\Pi}, z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A, z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B)$ .

Определим сужение множеств  $Y_{\Pi} = \{y_{\Pi}^t : y_{\Pi}^T = y_{\Pi} \mid T^t \& y_{\Pi} \in Y_{\Pi}^T\}$ ,  $\bar{Y}_{\Pi}^t = \{y_{\Pi}^t : y_{\Pi}^T = y_{\Pi} \mid \bar{T}^t \& y_{\Pi} \in Y_{\Pi}^T\}$  и т.д. для  $Y_{\mathfrak{Z}}^{TA}, Y_{\mathfrak{Z}}^{TB}, Z_{Y_{\Pi}}^T, Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^{TA}, Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^{TB}$ .

Определим для любого множества, например,  $Y_{\Pi}^T$ , множество  $\tilde{Y}_{\Pi}$  всех возможных сужений элементов из  $Y_{\Pi}^T$ :

$$\tilde{Y}_{\Pi} = \left\{ y_{\Pi}^t : \left( y_{\Pi}^T = y_{\Pi} \vee y_{\Pi}^t = y_{\Pi}^T \vee y_{\Pi}^t \right) \& \left( y_{\Pi} \in Y_{\Pi}^T \& t \in [0, T] \right) \right\}.$$

Аналогично определим множества  $\tilde{Y}_{\mathfrak{Z}}^A, \tilde{Y}_{\mathfrak{Z}}^B, \tilde{Z}_{Y_{\Pi}}, \tilde{Z}_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A, \tilde{Z}_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B$ .

Математическую модель представим теперь системой операторов:

$$\begin{aligned} F_1 : \Gamma_{r_{\Pi}, u_{\Pi}, z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A, z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B} &\rightarrow \Gamma_{Y_{\Pi}}; & F_2 : \Gamma_{r_{\Pi}, u_{\Pi}, z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A, z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B} &\rightarrow \Gamma_{Z_{Y_{\Pi}}}; \\ \Phi_1 : \Gamma_{r_{\mathfrak{Z}}, u_{\mathfrak{Z}}, z_{Y_{\Pi}}, y_{\mathfrak{Z}}^B} &\rightarrow \Gamma_{Y_{\mathfrak{Z}}^A}; & \Phi_2 : \Gamma_{r_{\mathfrak{Z}}, u_{\mathfrak{Z}}, z_{Y_{\Pi}}, y_{\mathfrak{Z}}^A} &\rightarrow \Gamma_{Y_{\mathfrak{Z}}^B}; \\ \Phi_3 : \Gamma_{r_{\mathfrak{Z}}, u_{\mathfrak{Z}}, z_{Y_{\Pi}}, z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A} &\rightarrow \Gamma_{Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^A}; & \Phi_4 : \Gamma_{r_{\mathfrak{Z}}, u_{\mathfrak{Z}}, z_{Y_{\Pi}}, z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B} &\rightarrow \Gamma_{Z_{Y_{\mathfrak{Z}}}^B}, \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned}
&\text{где } \Gamma_{\Pi} \subseteq \tilde{Y}_{\Pi}, \quad \Gamma_{z_{\Pi}} \subseteq \tilde{Z}_{\Pi}, \quad \Gamma_{y_{\mathfrak{Z}}^A} \subseteq \tilde{Y}_{\mathfrak{Z}}^A, \quad \Gamma_{y_{\mathfrak{Z}}^B} \subseteq \tilde{Y}_{\mathfrak{Z}}^B, \quad \Gamma_{z_{y_{\mathfrak{Z}}^A}} \subseteq \tilde{Z}_{y_{\mathfrak{Z}}^A}, \quad \Gamma_{z_{y_{\mathfrak{Z}}^B}} \subseteq \tilde{Z}_{y_{\mathfrak{Z}}^B}, \\
&\Gamma_{r_{\Pi}, u_{\Pi}, z_{y_{\mathfrak{Z}}^A}, z_{y_{\mathfrak{Z}}^B}} \subseteq \tilde{R}_{\Pi} \times \tilde{U}_{\Pi} \times \tilde{Z}_{y_{\mathfrak{Z}}^A} \times \tilde{Z}_{y_{\mathfrak{Z}}^B}, \quad \Gamma_{r_{\mathfrak{Z}}, u_{\mathfrak{Z}}, z_{\Pi}, y_{\mathfrak{Z}}^B} \subseteq \tilde{R}_{\mathfrak{Z}} \times \tilde{U}_{\mathfrak{Z}} \times \tilde{Z}_{\Pi} \times \tilde{Y}_{\mathfrak{Z}}^B, \\
&\Gamma_{r_{\mathfrak{Z}}, u_{\mathfrak{Z}}, z_{\Pi}, y_{\mathfrak{Z}}^A} \subseteq \tilde{R}_{\mathfrak{Z}} \times \tilde{U}_{\mathfrak{Z}} \times \tilde{Z}_{\Pi} \times \tilde{Y}_{\mathfrak{Z}}^A, \quad \Gamma_{r_{\mathfrak{Z}}, u_{\mathfrak{Z}}, z_{\Pi}, z_{y_{\mathfrak{Z}}^B}} \subseteq \tilde{R}_{\mathfrak{Z}} \times \tilde{U}_{\mathfrak{Z}} \times \tilde{Z}_{\Pi} \times \tilde{Z}_{y_{\mathfrak{Z}}^B}; \\
&\Gamma_{r_{\mathfrak{Z}}, u_{\mathfrak{Z}}, z_{\Pi}, z_{y_{\mathfrak{Z}}^A}} \subseteq \tilde{R}_{\mathfrak{Z}} \times \tilde{U}_{\mathfrak{Z}} \times \tilde{Z}_{\Pi} \times \tilde{Z}_{y_{\mathfrak{Z}}^A}.
\end{aligned}$$

Будем полагать, что для любого  $r_{\Pi}$  задана система планово-технологических требований, часть которых должна удовлетворяться на интервале  $[0, T]$ , другая часть в каждый момент времени, третья часть – на некотором множестве  $\{T^t\}$  отрезков времени  $T^t$ :

$$\Psi(r_{\Pi}, y_{\Pi}, u_{\Pi}) \geq 0; \quad (8)$$

$$\tilde{F}(r_{\Pi}^t, y_{\Pi}^t, u_{\Pi}^t) \geq 0, \quad t \in T_{\tilde{F}}; \quad (9)$$

$$\dot{F}(r_{\Pi}(t), y_{\Pi}(t), u_{\Pi}(t)) \geq 0, \quad t \in T_{\dot{F}}; \quad (10)$$

$$\Xi(z_{\Pi}^t) \geq 0, \quad t \in T_{\Xi}, \quad (11)$$

$$\tilde{G}(z_{\Pi}(t)) \geq 0, \quad t \in [0, T], \quad (12)$$

где  $\Psi$ ,  $\Xi$  и  $\tilde{F}$  – векторы функционалов вида  $\Psi = (\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_k)$ ;  $\Xi = (\Xi_1, \Xi_2, \dots, \Xi_k)$ ;  $\tilde{F}_i: \Gamma_{r_{\Pi}, y_{\Pi}, u_{\Pi}} \rightarrow E, i = \overline{1, k_{\tilde{F}}}$ ;  $\Gamma_{r_{\Pi}, y_{\Pi}, u_{\Pi}} \subseteq \tilde{R}_{\Pi} \times \tilde{Y}_{\Pi} \times \tilde{U}_{\Pi}$ ;  $\Xi_j: \Gamma_{z_{\Pi}} \rightarrow E, j = \overline{1, k_{\Xi}}$ .

Здесь  $E$  – числовая ось;  $\dot{F}$ ,  $\tilde{G}$  – векторные функции;  $T_{\tilde{F}}, T_{\dot{F}}, T_{\Xi}$  – множества моментов времени, принадлежащие  $[0, T]$ . Систему ограничений на экологические показатели зададим в виде:

$$H_1(y_{\mathfrak{Z}}^A, y_{\mathfrak{Z}}^B, r_{\mathfrak{Z}}) \geq 0; \quad (13)$$

$$H_2\left(\left(y_{\mathfrak{Z}}^A\right)^t, \left(y_{\mathfrak{Z}}^B\right)^t, r_{\mathfrak{Z}}^t\right) \geq 0; \quad (14)$$

$$H_3\left(y_{\mathfrak{Z}}^A(t), y_{\mathfrak{Z}}^B(t), r_{\mathfrak{Z}}(t)\right) \geq 0, \quad (15)$$

где  $H = (H_1, H_2, \dots, H_k)$  – вектор функционалов

$$H_i: \Gamma_{y_{\mathfrak{Z}}^A, y_{\mathfrak{Z}}^B, r_{\mathfrak{Z}}} \rightarrow E, i = \overline{1, k_H}; \quad \Gamma_{y_{\mathfrak{Z}}^A, y_{\mathfrak{Z}}^B, r_{\mathfrak{Z}}} \subseteq \tilde{Y}_{\mathfrak{Z}}^A \times \tilde{Y}_{\mathfrak{Z}}^B \times \tilde{R}_{\mathfrak{Z}}. \quad (16)$$

Целевую функцию  $Q$  представим в виде отображения

$$Q: Y_{\Pi}^T \times U_{\Pi}^T \times R_{\Pi}^T \times Y_{\mathfrak{Z}}^{AT} \times Y_{\mathfrak{Z}}^{BT} \times U_{\mathfrak{Z}}^T \rightarrow \chi, \quad (17)$$

где  $\chi$  – множество, в общем случае частично упорядоченное отношением « $\geq$ ». Задача при этих обозначениях формулируется следующим образом.

Для определенных на  $[0, T]$  функциях  $r_{\Pi}$  и  $r_{\mathfrak{Z}}$  найти такие управляющие воздействия  $u_{\Pi}^* \in U_{\Pi}^T(r_{\Pi}) \subseteq U_{\Pi}^T$  и  $u_{\mathfrak{Z}}^* \in U_{\mathfrak{Z}}^T(r_{\mathfrak{Z}}) \subseteq U_{\mathfrak{Z}}^T$ , при которых

условия и ограничения (7) – (15) и для всех  $u_{\Pi}^* \in U_{\Pi}^T(r_{\Pi})$ ,  $u_{\Xi}^* \in U_{\Xi}^T(r_{\Xi})$ , при которых справедливы (7) – (15), имеем

$$Q(y_{\Pi}, u_{\Pi}^*, r_{\Pi}, y_{\Xi}^A, y_{\Xi}^B, u_{\Xi}^*) \geq Q(y_{\Pi}, u_{\Pi}, r_{\Pi}, y_{\Xi}^A, y_{\Xi}^B, u_{\Xi}).$$

По аналогии с (4) критерием оптимальности  $Q$  в задаче (7) – (17) является функция благосостояния, а «критический» уровень качества окружающей среды (5) включен в ограничения (13) – (15). К особенностям поставленной задачи относятся условия вида (9), (11), (14) и (15), учитывающие влияние естественных сезонных изменений на качество функционирования ППС.

Заметим также, что постановка задачи (7) – (17) априори предполагает наличие управляемости в ППС, то есть возможность улучшения значений  $Q$  на интервале времени  $[0, T]$ , вне зависимости от того – будут или нет эколого-экономические взаимодействия реальных подсистем  $S_{\Pi}$  и  $S_{\Xi}$  устойчивыми в «каноническом» смысле. Таким образом, проблему устойчивого развития рассмотрим в аспекте устойчивости системы оптимального управления, а именно в совокупности и объектов, и органов административного управления. При этом выбор методов оценки устойчивости функционирования ППС оказывается зависимым от характеристик  $S_{\Pi}$  и  $S_{\Xi}$  (таких как линейность, детерминированность, связность и других), и интересующего типа устойчивости (например, в «малом», «большом», асимптотической и т.п.).

Существуют два принципиально разных подхода к определению устойчивости процессов управления сложными системами: по «внешнему» и «внутреннему» описаниям [10]. В первом из них исследуемая система может быть представлена в виде «черного» ящика, операторы которого при ограниченных входных воздействиях продуцируют ограниченные по уровню выходные реакции, а во втором, система описывается дифференциальными уравнениями, на исследовании которых основаны все классические результаты А. Ляпунова. Оба подхода представлены в работах [1, 7]. Рассмотрим их применение к двум практически важным вариантам описания ППС.

*Вариант 1.* Согласно одному из правил менеджмента устойчивого развития эмиссии промышленных предприятий всегда должны быть меньше уровня ассимиляционной способности окружающей среды [4]. Из этого следует, что природа эффективно справляется только с небольшими объемами загрязнений, свыше которых возникают значительные экологические ущербы. Компенсировать эти ущербы должно предприятие в соответствии с принципом «загрязнитель платит».

Указанное обстоятельство можно использовать как эколого-экономический регулятор, встроенный в систему управления хозяйственной деятельностью ППС. Работу регулятора представим в виде нелинейной функции на рис. 2, где  $f$  – предельное значение антропогенной нагрузки на экосистему, за которым наблюдается рост потерь в окружающей среде от исчезновения видов, деструкций, заболеваний и т.п. Интервал  $[0, f]$  – зона «нечувствительности» регулятора. Семейство кривых на рис. 2 отождествим с нелинейным звеном типа «клапан», известным в теории автоматического управления.

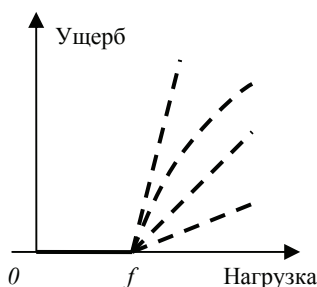


Рис. 2. Семейство кривых роста экологического ущерба от величины нагрузки

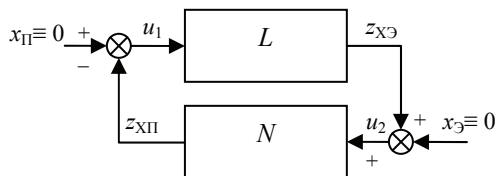


Рис. 3. Структура системы управления ППС

С учетом этого систему управления ППС представим в виде встречно-параллельного соединения двух операторов:  $L$  – линейного, описывающего работу подсистемы  $S_{\Pi}$ , и  $N$  – нелинейного звена (регулятора) в обратной связи, описывающего реакцию подсистемы  $S_{\Xi}$  на антропогенные воздействия. Векторные переменные  $x_{\Pi}$ ,  $x_{\Xi}$  соответствуют обозначениям на рис. 1;  $u_1$  и  $u_2$  – переменные, характеризующие отклонения в работе системы управления:

$$u_1 = x_{\Pi} - N_1 u_2; \quad (18)$$

$$u_2 = x_{\Xi} - L u_1. \quad (19)$$

Для системы, приведенной на рис. 3 воспользуемся понятием абсолютной устойчивости, характеризующим движение системы при любых начальных возмущениях и любой нелинейности, подчиняющейся определенным условиям. Если  $x(t)$  – вектор состояния рассматриваемой системы, записанный в отклонениях от невозмущенного состояния, тогда для абсолютной устойчивости требуется, чтобы норма  $\|x(t)\| \rightarrow 0$ , при  $t \rightarrow \infty$  при любых начальных состояниях.

Целью исследования (18), (19) в аспекте устойчивости по «внешнему» описанию является определение условий, которые необходимо наложить на операторы  $L$  и  $N$  с тем, чтобы гарантировать получение ограниченных выходов системы при ограниченных входах. В противном случае выходной сигнал может неограниченно возрастать. Такими условиями являются [11]:

$$\mu_1 \leq \frac{u_1(t)}{u_2(t)} \leq \mu_2, \text{ при } u_2(t) \neq 0; \quad (20)$$

$$u_1(t) = 0, \text{ при } u_2(t) = 0, \quad (21)$$

из которых следует, что точка  $[u_2(t), u_1(t)]$  должна всегда находиться в двухполосном секторе  $M[\mu_1, \mu_2]$  между прямыми  $u_1 = \mu_1 u_2$  и  $u_1 = \mu_2 u_2$  на плоскости  $\{u_1, u_2\}$ , включая и данные прямые (рис. 4). Для ППС это крайне важно, так как вид нелинейности не всегда может быть хорошо известен, а поэтому лучше знать заранее «диапазоны» ее возможных значений.

Заметим, что нелинейность может обладать характеристиками типа пассивного или активного гистерезиса и может быть нестационарной. Тогда как линейный оператор должен иметь устойчивый выходной сигнал с коэффициентом затухания  $\alpha$ , то есть при  $\alpha > 0$  выходная реакция на им-

пульс или начальные условия должна стремиться к нулю быстрее, чем функция  $\exp(-\alpha t)$ . Данный метод управления позволяет также анализировать устойчивость функционирования ППС с распределенными переменными и запаздыванием.

Для описания линейного звена (подсистемы  $S_{\Pi}$ ) применима модель вида

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad (22)$$

а для нелинейных (подсистемы  $S_{\Sigma}$ ) – модель в форме

$$z = Hx, \quad (23)$$

где  $u \equiv u_1 = u_1(t)$  – векторный вход линейной части (выход нелинейной), а  $z \equiv u_2 = u_2(t)$  – векторный выход линейной части (вход нелинейной),  $A$ ,  $B$  и  $H$  – матрицы размерностью  $n \times n$ ,  $n \times k$  и  $1 \times n$  соответственно. Заметим, что в совокупности (22) и (23) представляют собой систему нелинейных дифференциальных уравнений.

Природо-промышленная система в варианте описаний (22) и (23) управляема, если ранг  $(n \times nk)$  матрицы  $(B|AB|\dots|A^{n-1}B)$  будет равен  $n$ , а  $\det(A - i\omega E) \neq 0$  для всех вещественных  $\omega$ , где  $E$  – единичная матрица и  $i^2 = -1$ .

**Вариант 2.** Пусть ППС находится под административным управлением, нацеленным на решение региональной задачи устойчивого социально-экономического и экологического развития. Анализ устойчивости по «внутреннему» описанию предполагает наличие репрезентативных моделей интересующих процессов в форме дифференциальных уравнений. Под репрезентативностью здесь следует понимать включение в модель вероятностных аспектов поведения ППС, поскольку экосистемы, входящие в ее состав, обладают существенной неопределенностью по входным воздействиям и по операторам их преобразования в выходные сигналы [9].

С учетом этого обстоятельства модели ППС должны строиться на основе стохастических дифференциальных уравнений типа

$$\frac{dx}{dt} = F[x, t, \xi(t, \omega)], \quad (24)$$

а их решение рассматриваться с позиций устойчивости стохастических систем.

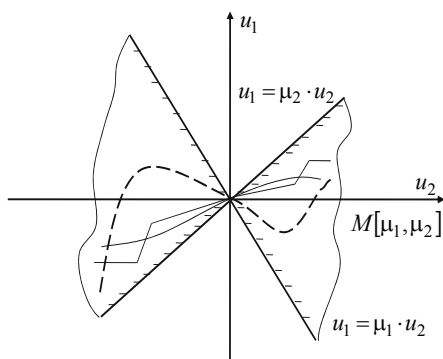


Рис. 4. Семейство нелинейностей в  $M[\mu_1, \mu_2]$

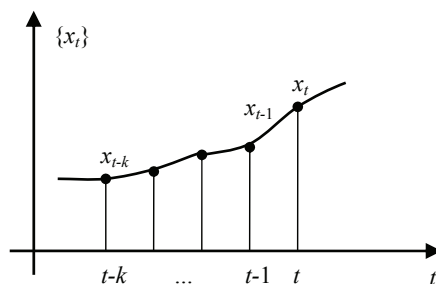


Рис. 5. Динамический ряд индикатора состояния ППС

В формуле (24)  $x = x(t)$  – вектор переменных состояний,  $\omega \in \Omega$  – множество элементарных событий, определенных на вероятностном пространстве  $(\Omega, \mathcal{A}, P)$ , где  $\mathcal{A}$  –  $\sigma$ -алгебра подмножеств событий в  $\Omega$ , а  $P$  – вероятностная мера, определенная на элементах множества  $\mathcal{A}$ ;  $\xi(t) = \xi(t, \omega)$ ,  $t \in T$ ,  $\omega \in \Omega$  – функция со значениями в  $E_n$ , представляющая собой случайный процесс, если  $\xi(t, \omega)$  при каждом  $t$  является случайной величиной, а при фиксированном  $\omega$  является его траекторией; множество моментов времени  $T = \{t : a \leq t < b\}$ , где  $a < b \leq \infty$ ;  $F$  – оператор преобразования  $\xi(t, \omega)$  в случайный процесс  $x(t)$ .

С помощью новых переменных, равных отклонениям координат возмущенного движения от невозмущенного, задачу об устойчивости решения (24) удастся свести к задаче устойчивости по вероятности тривиального решения  $x(t) \equiv 0$ . Решение называют устойчивым по вероятности [12], если для любых  $\varepsilon > 0$ ,  $\rho > 0$  можно найти такое  $\delta(\varepsilon, \rho) > 0$ , что

$$\|x_0\| < \delta \Rightarrow P \left\{ \sup_{t_0 < t < \infty} \|x(t)\| < \varepsilon \right\} > 1 - \rho, \quad (25)$$

где  $P$  – символ вероятности,  $\|\cdot\|$  – норма в пространстве  $E_n$ ;  $\rho$ ,  $\varepsilon$  и  $\delta$  – достаточно малые положительные числа.

Смысл данного выражения в том, что при устойчивом решении  $x(t) \equiv 0$  начальные возмущения всегда можно выбрать такими, при которых вероятность больших отклонений системы при  $t > t_0$  от начала координат будет меньше любого наперед заданного значения  $\rho > 0$ .

При отсутствии моделей ППС в форме (24) приходится пользоваться регулярными данными статистической отчетности о состоянии подсистем, либо значениями индексов и индикаторов устойчивого развития, используемыми аналитическими службами органов административного управления. То есть анализ решения уравнений модели на устойчивость заменяется анализом поведения эмпирических дискретных последовательностей, полученных в системе реального управления ППС.

В качестве примера на рис. 5 показан фрагмент динамического поведения одного из условных показателей развития экономического сектора ППС, обозначенного  $\{x_t\}$  и зафиксированного через промежутки времени  $t, t-1, t-2, \dots$ . Если последовательность сходящаяся, то процесс  $x(t)$  будет стационарным, находящимся в статистическом равновесии относительно постоянного среднего уровня. В действительности  $\{x_t\}$  являются выборочными реализациями, генерируемыми порождающим процессом  $\xi(t, \omega)$ , и в случае равноотстоящих по времени значений  $x_t, x_{t-1}, x_{t-2}, \dots$  конкретная последовательность является динамическим или временным рядом, по характеристикам которого можно судить об устойчивости процессов в ППС, считая их вероятностными. Основанием к такому выводу является то, что проблема устойчивости по своей сути является проблемой сходимости.

Однако при изучении процессов роста в экономике, промышленности или экологии временные ряды часто оказываются нестационарными, то есть не имеющими собственного среднего значения. Справедливо от-

мечено [13], что «уровни таких рядов формируются под совокупным влиянием множества длительно и кратковременно действующих факторов и в том числе различного рода случайностей. Изменение условий развития явления приводит к более или менее интенсивной смене самих факторов, к изменению силы и результативности их воздействия и в конечном счете к вариации уровня изучаемого явления во времени». Если исключить из временного ряда тренд, порождающий нестационарность, тогда вновь образованный ряд станет стационарным и колебания его значений будут связаны с действием случайных факторов, а устойчивость поведения экономических, социальных и других процессов оцениваться по сходимости остаточного ряда. Заметим при этом, что отсутствие тренда в исходных данных означает неизменность среднего уровня ряда, а значит и отсутствие условий для эволюции процессов в ППС.

Представим исходный ряд в виде суммы двух составляющих

$$x_t = \hat{x}_t + \varepsilon_t, \quad (26)$$

где  $\hat{x}_t$ ,  $\varepsilon_t$  – систематическая и случайная составляющие соответственно. Требуется произвести преобразование процесса  $\{x_t\}$  в другой процесс  $\{y_t\}$

$$y_t = G(x_t), \quad (27)$$

где  $G(\cdot)$  – некоторая мгновенная функция от  $x$ .

Одним из простейших методов реализации такого преобразования является метод последовательных разностей величин  $x_t$ , основанный на предположении, что некоторая подходящая разность процесса стационарна, то есть последовательные разности величин  $x_t$  стремятся к некоторому пределу, каким является дисперсия случайных составляющих  $\varepsilon_t$ .

Для задач устойчивого развития практически полезным является метод, основанный на сравнении характеристик изменения приростов значений исследуемого динамического ряда, представленного в виде  $y_t, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots$ , где  $y_t = (x_t - x_{t-1})/x_t$ ,  $y_{t-1} = (x_{t-1} - x_{t-2})/x_{t-1}$ ,  $y_{t-2} = (x_{t-2} - x_{t-3})/x_{t-2}$  и т.д.

Проверка сходимости ряда  $y_t$  возможна в нескольких вариантах:

а) сходимости «в среднем квадратическом» (ск)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|y_n - y\| = 0;$$

б) «по вероятности» (пв)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\{|y_n - y| > \varepsilon\} = 0;$$

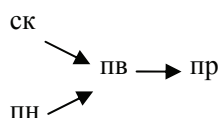
в) «почти наверное» (пн)

$$P\left\{\lim_{n \rightarrow \infty} |y_n - y| > \varepsilon\right\} = 0;$$

г) «по распределению» (пр)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} F_{Y_n}(y) = F_Y(y).$$

Связь между а) – г) выглядит следующим образом



В данной схеме «сильной» сходимостью обладает вариант в), так как он базируется на центральной предельной теореме и «законе больших чисел», а «слабой» сходимостью – вариант г). Выбор вида сходимости полностью зависит от свойств ряда  $y_t$ , результат его применения определяет тип устойчивости процессов управления в ППС.

#### Список литературы

1. Математическая энциклопедия / гл. ред. И. М. Виноградов. – М. : Сов. энцикл., 1985. – Т. 5. – 1248 с.
2. Попов, Н. С. Реакторный подход к моделированию эколого-экономических взаимодействий в задачах устойчивого развития / Н. С. Попов [и др.] // *Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского*. – № 1(63), 2017. – С. 92 – 105. doi: 10.17277/voprosy.2017.01.pp.092-105
3. Ланкастер, К. Математическая экономика : пер. с англ. / К. Ланкастер. – М. : Сов. радио, 1972. – 464 с.
4. Эндрес, А. Экономика природных ресурсов : учеб. пособие / А. Эндрес, И. Квернер. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2004. – 256 с.
5. Bowers, J. *Sustainability and Environmental Economics* / J. Bowers. – Harlow, 1997.
6. Dubourg, R. Paradigms for Environmental Choice-Sustainability Versus Optimality / R. Dubourg, D. Pearce // *Models of Sustainable Development* / S. Fancheux, D. Pearce, J. Proops (eds). – Cheltenham, 1997. – P. 21 – 36.
7. Фельдбаум, А. А. Методы теории автоматического управления / А. А. Фельдбаум, А. Г. Бутковский. – М. : Наука, 1971. – 744 с.
8. Тарасова, Н. П. Индексы и индикаторы устойчивого развития [Электронный ресурс] / Н. П. Тарасова, Е. Б. Кручинина. – Режим доступа : [www.mnr.gov.ru/files/part/8048\\_indikator.doc](http://www.mnr.gov.ru/files/part/8048_indikator.doc) (дата обращения: 13.09.2017)
9. Повышение энергоэффективности природно-промышленных систем : учеб. пособие / Н. С. Попов [и др.] ; под общ. ред. Н. С. Попова. – Тамбов : Изд-во Першина Р.В., 2014. – 146 с.
10. Касти, Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы : пер. с англ. / Дж. Касти. – М. : Мир, 1982. – 216 с.
11. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 712 с.
12. Вибрации в технике. Справочник в 6-ти т. Т. 1. Колебания линейных систем / под ред. В. В. Болотина. – М. : Машиностроение, 1978. – 352 с.
13. Четыркин, Е. М. Статистические методы прогнозирования / Е. М. Четыркин. – М. : Статистика, 1975. – 184 с.

#### References

1. Vinogradov I.M. (Ed.) *Matematicheskaya entsiklopediya* [Mathematical Encyclopedia], Moscow: Sovetskaya entsiklopediya, 1985, vol. 5, 1248 p. (In Russ.)
2. Popov N.S., Peshcherova O.V., Luzgachev V.A., Strelnikova A.E. [The Reactor Approach to Modeling Environmental and Economic Interactions in Sustainable Development Problems], *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], no. 1(63), 2017, pp. 92-105, doi: 10.17277/voprosy.2017.01.pp.092-105 (In Russ., abstract in Eng.)

3. Lancaster K. *Mathematical Economics*, Macmillan, 1968.
4. Endres A., Querner I. *Die Okonomie natuerlicher Ressourcen*, Verlag W. Kohlhammer.
5. Bowers J. *Sustainability and Environmental Economics*, Harlow, 1997.
6. Dubourg R., Pearce D. Paradigms for Environmental Choice-Sustainability Versus Optimality, *Models of Sustainable Development*, Cheltenham, 1997, pp. 21-36.
7. Fel'dbaum A.A., Butkovskii A.G. *Metody teorii avtomaticheskogo upravleniya* [Methods of the theory of automatic control], Moscow: Nauka, 1971, 744 p.
8. [www.mnr.gov.ru/files/part/8048\\_indikator.doc](http://www.mnr.gov.ru/files/part/8048_indikator.doc) (accessed 13 Oktouber 2017) (In Russ.)
9. Popov N.S., B'yanko V., Lysenko I.O. *Povyshenie energoeffektivnosti prirodno-promyshlennykh sistem* [Increase of energy efficiency of natural-industrial systems], Tambov: Izdatel'stvo Pershina R.V., 2014, 146 p. (In Russ.)
10. Casti J. *Connectivity*, New York University, a Wiley-Interscience Publication International Institute for Applied Systems Analysis, *Complexity, and Catastrophe in Large-Scale Systems*, New York - Brisbane - Toronto: John Wiley & Sons, 1979.
11. Krasovskogii A.A. (Ed.) *Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya*, Moscow: Nauka. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoi literatury, 1987, 712 p. (In Russ.)
12. Bolotina V.V. (Ed.) *Vibratsii v tekhnike. Spravochnik v 6-ti t. T. 1. Kolebaniya lineinykh sistem* [Vibrations in technology. A reference book in 6 volumes. Vol. 1. Oscillations of linear systems], Moscow: Mashinostroenie, 1978, 352 p. (In Russ.)
13. Chetyrkin E.M. *Statisticheskie metody prognozirovaniya* [Statistical methods of forecasting], Moscow: Ctatistika, 1975, 184 p. (In Russ.)

## **Evaluation of Sustainable Development Processes in Natural-Industrial Systems**

**N. S. Popov, O. V. Peshcherova, A. E. Strelnikova**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia;  
OOO "Izvestnyak", Tambov, Russia*

**Keywords:** convergence of sequences; method of absolute stability; natural-industrial systems; neoclassical growth theory; stability in probability; sustainable development.

**Abstract:** The article explores the concept of "sustainable development" from the standpoint of closed-loop control system. The nature of fulfilling the conditions of "stringent", "weak" and "critical" sustainability used in neoclassical growth theory is discussed. In the class of the nature of the industrial macro-systems the task of managing sustainable development by the criterion of "critical" of sustainability is formalized. We propose two approaches to the analysis of environmental-industrial macro-systems: the "external" description using the method of absolute stability; the "internal" description based on the results of the analysis of solutions of the system of stochastic differential equations. A solution to the problems of sustainability based on the analysis of the convergence of the empirical time series of indicators of the state of the system is also proposed.

© Н. С. Попов, О. В. Пещерова, А. Э. Стрельникова, 2017

## **Теория и практика устойчивого экономического развития**

УДК 006 (075.8)

DOI: 10.17277/voprosy.2017.03.pp.075-083

### **СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ**

**Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов, В. В. Гудошников,  
А. А. Стреха, С. П. Спиридонов**

*ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации», г. Москва, Россия;*

*ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», г. Москва, Россия;*

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

*Рецензент д-р экон. наук, доцент Р. Р. Толстяков*

**Ключевые слова:** документы по стандартизации; качество; качество жизни; социальный институт; стандартизация.

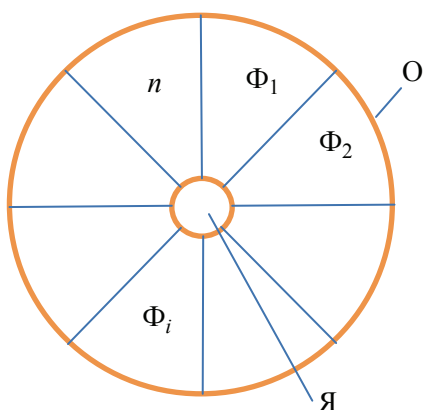
**Аннотация:** Выявлены направления гармонизации процессов качества жизни индивидуумов по критерию стандартизации процессов качества жизни.

Поле феноменов по Э. Гуссерлю для обеспечения качества социальных процессов качества жизни населения – индивидуумов (критерии информативности (связности), точности (осмысленности) и надежности (сохранности) во времени социальной практики стандартизации) дискретно актуализируют процессы стандартизации феноменов как объектов стандартизации. При этом процессы стандартизации на базе обоснованной теории стандартизации (синтетической теории стандартизации) «конструируют» феномен стандартизации в виде гибкой оболочки поля феноменов (рис. 1) [1].

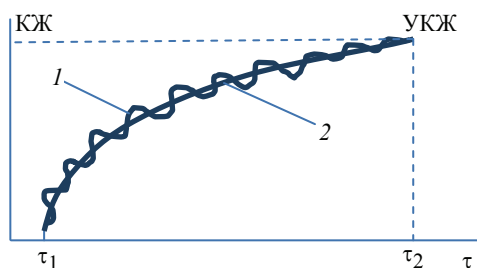
Наблюдаемость феноменов (рис. 1) обеспечивается терминосистемой концепт-терминов объектов стандартизации, а управляемость – оптимальным информационным регулятором (информационной системой), функционирующим по законам «дорожной» карты.

---

Герасимова Елена Борисовна – доктор экономических наук, профессор департамента учета, анализа и аудита, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва, Россия; Герасимов Борис Иванович – доктор экономических наук, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник департамента «Научные исследования и образовательная деятельность»; Гудошников Владимир Васильевич – начальник отдела «Учебно-консультативный центр» департамента «Научные исследования и образовательная деятельность»; Стреха Анатолий Александрович – кандидат экономических наук, директор департамента «Научные исследования и образовательная деятельность», ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», г. Москва, Россия; Спиридонов Сергей Павлович – доктор экономических наук, доцент, директор института экономики и качества жизни, e-mail: spiridonov\_sp@bk.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.



**Рис. 1. Схема сценарного моделирования поля феноменов:**  
 Я – ядро качества;  
 О – оболочка (феномен стандартизации);  
 $\Phi_i$  –  $i$ -й феномен,  $i = 1, n$ ,  
 $n$  – число феноменов

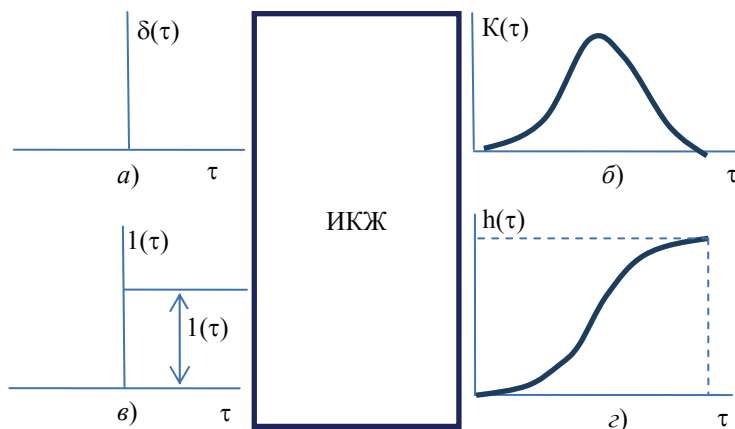


**Рис. 2. Геометрический образ непрерывной актуализации оптимальных процессов стандартизации феноменов процессов качества жизни:**  
 КЖ – качество жизни; УКЖ – уровень качества жизни; 1 – институциональные процессы качества жизни индивидуумов; 2 – оптимальные процессы стандартизации;  $\tau$  – время;  $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$  – временной интервал статического состояния функционирования институциональных процессов качества жизни

Непрерывная актуализация процессов стандартизации феноменов вызвана в первую очередь качеством (живучестью) социальной институциональной среды, в которой и удовлетворяются потребности, и «функционируют» индивидуумы (рис. 2).

Данный упорядоченный рост качества ценности процессов качества жизни индивидуумов обеспечивается в первую очередь актуализацией оптимальных по Парето процессов стандартизации кластерного множества феноменов социального института качества жизни индивидуумов.

Более того, актуализация институциональных процессов качества жизни индивидуумов под воздействием вызовов социальных норм окружающей турбулентной институциональной среды (рис. 3) выявляет не-



**Рис. 3. Предельные вызовы (социальные нормы) окружающей турбулентной институциональной среды:**  
 ИКЖ – институт качества жизни; а – вызов в виде дельта-функции  $\delta(\tau)$ ;  
 б – реакция ИКЖ на вызовы  $\delta(\tau)$ ,  $K(\tau)$  – функция качества в виде импульсной переходной характеристики; в – вызов в виде единичной функции  $l(\tau)$ ;  
 з – реакция ИКЖ на вызов  $l(\tau)$ ,  $h(\tau)$  – функция качества в виде переходной характеристики

формализованные эксклюзивные знания по ценности (пригодности) процессов качества жизни для подтверждения эффективности социальной практики института качества жизни индивидуумов.

Экспоненциальный экономический рост функции качества  $I$  (см. рис. 2) целесообразно выразить в виде формулы

$$\frac{d \text{КЖ}}{d\tau} = K * \text{КЖ}, \quad (1)$$

где  $K^*$  – коэффициент нормы.

Вызовы окружающей институциональной среды социальных процессов качества жизни (см. рис. 3, а) характерны объективным (реальным) кризисным явлениям процессов качества жизни, вызывающих снижение уровня качества жизни индивидуумов.

Вызовы (см. рис. 3, в) создаются, как правило, синтетическим (искусственным) путем институтами власти посредством управленческих воздействий институциональных регуляторов процессов качества жизни по социальным нормам (стандартам) качества жизни индивидуумов (рис. 4).

Эффективность процессов качества жизни института качества жизни социальным образом, целесообразно, оценивать как институциональную эффективность по формуле Хофстеда [2] в редакции Б. И. Герасимова [3]:

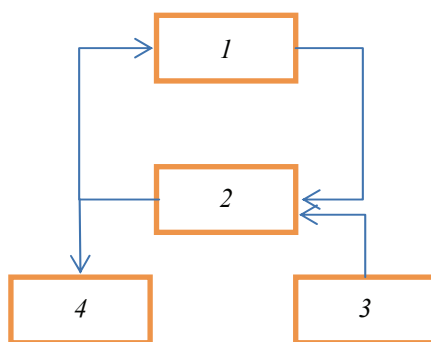
$$I_{\text{И}} = \frac{\Pi_{1*} + \Pi_{2*} + \Pi_{3*} + \Pi_{4*} + \Pi_{5*} + \Pi_{6*}}{\Pi_1^* + \Pi_2^* + \Pi_3^* + \Pi_4^* + \Pi_5^* + \Pi_6^*} = \frac{\sum_{i=1}^6 \Pi_{i*}}{\sum_{i=1}^6 \Pi_i^*},$$

$$I_{\text{И}} \in [0, 1]; \Pi_1 \in [0, 120]; \Pi_2 \in [0, 120]; \Pi_3 \in [0, 120];$$

$$\Pi_4 \in [0, 120]; \Pi_5 \in [0, 120]; \Pi_6 \in [0, 120];$$

$I_{\text{И}}$  – индикатор институциональной эффективности процессов качества жизни;  $I_{\text{И}} \in [0, 1]$ ;  $\Pi_{i*}$  –  $i$ -й действительный (реальный) показатель институциональной эффективности процессов качества жизни;  $i = \overline{1, n}$ ;  $\Pi_i^*$  –  $i$ -й номинальный (гарантированный) показатель эффективности процессов качества жизни;  $i = \overline{1, n}$ ;  $n$  – количество показателей;  $\Pi_1 - \Pi_6$  – показатели ценности, точности, надежности, дифференциации, миссии и видения, а также кредо процессов качества жизни соответственно.

Социальная институционализация процессов стандартизации качества жизни заявила о себе в полный рост в период научной революции в сфере

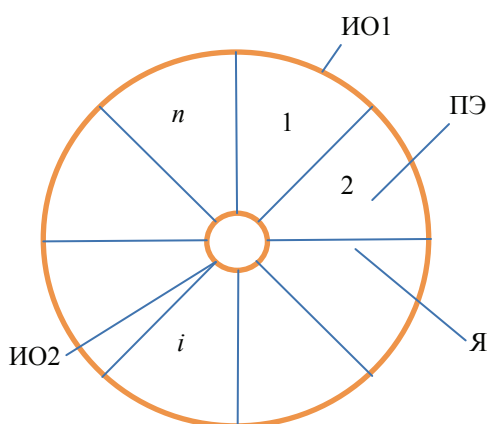


**Рис. 4. Структура управления процессами качества жизни индивидуумов:**

$I$  – институт качества жизни;

$2$  – институциональный регулятор;

$3$  – оптимальные по Парето стандарты качества жизни по законам «дорожной» карты качества жизни;  $4$  – индикаторы оптимальных процессов качества жизни



**Рис. 5. Схема сценарного моделирования эффективности процессов качества жизни и процессов стандартизации:**

ПЭ – поле эффективности феноменов процессов качества жизни индивидуумов;  
 Я – ядро – поле эффективности процессов стандартизации; ИО1, ИО2 – институциональные оболочки;  
*i* – *i*-й феномен, обеспечивающий процессы качества жизни индивидуумов;  $i = \overline{1, n}$ ;  
*n* – число феноменов

качества и стандартизации, связанной с формированием информационной парадигмы качества и информационной парадигмы стандартизации.

В информационной парадигме дифференцированы и интегрированы формализованные научные знания по предшествующим философской, механистической, кибернетической и системной парадигмам и неформализованные научные знания по информационной парадигме качества и стандартизации. При этом качество жизни идентифицируется как синтетическое качество – феноменологическая информация отображения собственных характеристик качества индивидуумов, удовлетворяющих социальным требованиям рыночной конъюнктуры – стандартам качества жизни, а стандар-

тизация как социальный институт качества жизни индивидуумов в соответствии с рекомендациями ИСО/МЭК – информация, «направленная на достижение оптимальной схемы упорядочения в области качества жизни индивидуумов посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач» (концепция ИСО/МЭК) в сфере качества жизни индивидуумов.

Насыщенность (плотность) поля эффективности институциональных процессов качества жизни индивидуумов, сосредоточенных в кластере необходимых и достаточных феноменов для обеспечения качества жизни индивидуумов, обеспечивает качеством поле эффективности процессов стандартизации как социальных институциональных процессов качества жизни (рис. 5).

Поле эффективности институциональных процессов стандартизации существенным образом снижает потери эффективности института качества жизни от институциональных ловушек института качества жизни индивидуумов и стандартизации как социального института качества жизни индивидуумов.

Ожидаемый интегральный эффект состояния функционирования стандартизации как социального института качества жизни индивидуумов идентифицируется по критерию качества – критерий «оптимизма – пессимизма» Л. Гурвица [4]:

$$\mathcal{E}_{\text{ожд}} = \lambda \mathcal{E}_{\text{max}} - (1 - \lambda) \mathcal{E}_{\text{min}},$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ожд}}$  – ожидаемый интегральный эффект;  $\lambda$  – норматив упорядочения процессов качества жизни индивидуумов, отражающий предпочтения индивидуумов в процессах стандартизации процессов качества жизни в условиях неопределенности вызовов внешней и внутренней институциональной среды института качества жизни индивидуумов и социального института стандартизации;  $\mathcal{E}_{\text{мах}}, \mathcal{E}_{\text{мин}}$  – эффекты от реализации оптимистического и пессимистического сценариев качества социальных процессов стандартизации институциональных процессов качества жизни индивидуумов соответственно.

При этом перспектива обеспечения качества процессов стандартизации института качества жизни целесообразно по Л. Гурвицу [4] оценить по модели

$$P_{\text{ОК}} = 1 - \frac{\left| P_{\text{факт}} - P_{\text{ожд}} \right|}{P_{\text{факт}} + P_{\text{ожд}}},$$

где  $P_{\text{ОК}}$  – перспектива обеспечения качества процессов стандартизации как социального института качества жизни индивидуумов;  $P_{\text{факт}}, P_{\text{ожд}}$  – фактическая и ожидаемая полезность процессов стандартизации соответственно.

Эффективность состояния функционирования института стандартизации как социального института процессов качества жизни индивидуумов целесообразно настраивать на гарантированное выполнение ряда постулатов.

**Постулат перспективы.** «Маршрутной картой» динамического состояния функционирования стандартизации как социального института качества жизни выступает миссия института качества жизни индивидуумов – улучшение качества жизни населения страны [5, ст. 3, п. 1.3].

**Постулат наблюдаемости.** Наблюдаемость стандартизации как социального института качества жизни обеспечивает состояние функционирования национальной системы стандартизации в соответствии с федеральным законом [5, ст. 2, п. 4].

**Постулат управляемости.** Управляемость в сфере стандартизации как социального института качества жизни обеспечивают нормы и нормативы процессов качества жизни индивидуумов института качества жизни в соответствии с федеральным законом [5, ст. 3, п. 2.2] и технические регламенты, введенные Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184 – ФЗ «О техническом регулировании».

**Постулат объектности.** Объектное поле институциональных процессов качества жизни индивидуумов наблюдается и управляется кластерными процессами упорядочения стандартизации как социального института качества жизни индивидуумов.

**Постулат субъектности.** Состояние функционирования круга (субъектов) стандартизаторов, вступающих в процессе деятельности в социально-экономические отношения институциональных объектов (процессов) качества жизни индивидуумов устойчиво и эффективно, если оно не противоречит концептам состояния функционирования технических комитетов стандартизации в соответствии с федеральным законом [5, ст.ст. 11, 12].

**Постулат отношений.** Регуляция отношений в сфере состояния функционирования стандартизации как социального института процессов качества жизни индивидуумов не противоречит отношениям состояния функционирования института согласно федерального закона [5], «регулирующего отношения в сфере стандартизации, включая, отношения, возникающие при разработке (ведении), утверждении, изменении (актуализации) отмене, опубликовании и применении документов по стандартизации» – оптимальных стандартов обеспечения качества жизни индивидуумов.

**Постулат научности.** Стандартизация институциональных процессов качества жизни индивидуумов как наука формирует ценность социальной практики стандартизации как социального института качества жизни.

**Постулат качества.** Качество стандартизации как социального института процессов качества жизни индивидуумов нормируется по институциональной эффективности стандартизации как социального института стандартизации.

Качество персонала стандартизации как социального института качества жизни индивидуумов нормируется по информативности, точности, надежности и быстродействию оптимальных стандартов обеспечения качества жизни индивидуумов – качеству социальной практики стандартизации.

**Постулат устойчивости.** Стандартизация как социальный институт качества жизни индивидуумов идентифицируется по критерию полезности как целостная социальная система устойчивого состояния функционирования процессов стандартизации, вырабатываемых оптимальными стандартами качества жизни индивидуумов при их минимальной структурной сложности ресурсов живучести стандартов.

**Постулат социальности.** Социальная сущность стандартизации процессов качества жизни индивидуумов проявляется в реализации миссии (предназначения), видения (целеполагание) и кредо (корпоративная культура) стандартизации как социального института качества жизни через достижения личностных миссий, видений и кредо профессиональных и любительских стандартизаторов институциональных процессов обеспечения и повышения качества жизни населения.

Институциональное поле качества федерального закона [5] с помощью проектных технических комитетов по стандартизации процессов качества жизни индивидуумов порождает (разрабатывает) спектр документов по стандартизации на различных уровнях социально-экономического развития Российской Федерации (табл. 1).

МакроQ-тест стандарт на базе индекса человеческого развития (ИЧР) [до 2013 г. «Индекс развития человеческого потенциала»] идентифицирует уровень жизни, грамотность, образованность и долголетие индивидуумов страны с целью межстранового конкурентного сравнения и измерения качества (полезности) процессов качества жизни. Так согласно [6] Индекс человеческого развития Российской Федерации за 2015 год находится в группе стран с высоким индексом человеческого развития: ИЧР = 0,798, при этом среднегодовой прирост ИЧР составляет 0,81 %. Данный размах колебаний ИЧР (волатильность) гарантирует оптимальность по Парето

Таблица 1

**Документы по стандартизации процессов  
качества жизни индивидуумов**

| Уровень социально-экономического развития индивидуумов | Документы по стандартизации процессов качества жизни индивидуумов | Уровень проектирования – информативность | Наличие |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------|
| Макрокачественный уровень                              | Основополагающий национальный стандарт                            | 0                                        | –       |
|                                                        | Предварительный национальный стандарт                             | 0                                        | –       |
|                                                        | Национальный стандарт                                             | 0                                        | –       |
|                                                        | Правила стандартизации                                            | 0                                        | –       |
|                                                        | Свод правил                                                       | 0                                        | –       |
|                                                        | МакроQ-тест стандарты                                             | 1                                        | +       |
| Мезокачественный уровень                               | Региональные стандарты                                            | 0                                        | –       |
|                                                        | МезоQ-тест стандарты                                              | 1                                        | +       |
| Микрокачественный уровень                              | Отраслевые стандарты                                              | 0                                        | –       |
|                                                        | Стандарты организаций                                             | 0                                        | –       |
|                                                        | Стандарты предприятий                                             | 0                                        | –       |
|                                                        | МикроQ-тест стандарты                                             | 1                                        | +       |

Примечание: Q (Quality) – качество.

процессов качества жизни при турбулентных кризисных вызовах внешней институциональной среды института жизни индивидуумов.

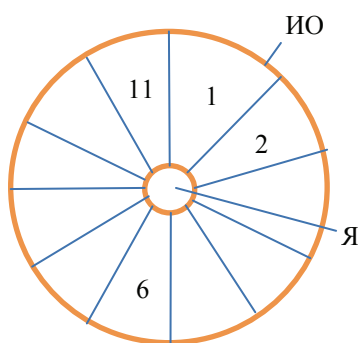
МезоQ-тест стандарт востребован в задачах межрегионального конкурентного рейтинга качества жизни регионов Российской Федерации. Ядром мезоQ-тест стандарта качества жизни регионов служат 11 кластеров 73 показателей качества жизни (рис. 6).

На рисунке 7 по данным мезоQ-тест стандарта – 2015 экспертов Рейтингового агентства «РИА-рейтинг» на основе официальной статистики Росстата, Минздрава, Минфина, ЦБ РФ и Минтранса за 2015 г. [7] приведен график волатильности индекса качества жизни регионов  $I_{КЖР}$  от рейтинга с минимальным  $I_{КЖР}$  (12,6 – Республика Тыва) до региона с max  $I_{КЖР}$  (76,2 – г. Москва).

Анализ рисунка 7 показывает, что при проектировании мезоQ-тест стандарта качества жизни как информационной системы целесообразно представление данного документа по стандартизации процессов качества жизни индивидуумов в виде модели динамической колебательной системы с передаточной функцией вида

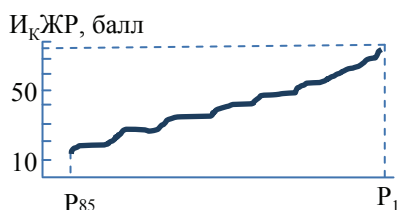
$$W(p) = \frac{K}{T^2 p^2 + 2\xi TP + 1},$$

$$0 < K < 1; 0 < \xi < 1; T_{\min} < T < T_{\max}$$



**Рис. 6. Схема сценарного моделирования кластеров показателей качества жизни индивидуумов:**

Я – ядро качества процессов качества жизни индивидуумов; ИО – институциональная оболочка (законы, нормативы, требования и т.д.; 1–11 – кластеры показатели качества жизни индивидуумов: 1 – уровня доходов; 2 – занятости и рынка труда; 3 – жилищных условий; 4 – безопасности проживания; 5 – демографической ситуации; 6 – экологических и климатических условий; 7 – здоровья индивидуумов и уровня образования; 8 – обеспечения индивидуумов объектами социальной инфраструктуры; 9 – уровня экономического развития; 10 – уровня развития малого бизнеса; 11 – освоенности территории и развития транспортной структуры



**Рис. 7. Волатильность индекса  $I_{кЖР}$  регионов за 2015 г.:**

$P_{85}$  – минимальный  $I_{кЖР} = 12,6$  баллов;  
 $P_1$  – максимальный  $I_{кЖР} = 76,2$  баллов

где  $K$  – безразмерный коэффициент усиления процессов качества жизни;  $T$  – постоянная времени процессов качества жизни;  $\xi$  – коэффициент демпфирования процессов качества жизни;  $P$  – комплексный параметр функции качества жизни;  $[T_{min}, T_{max}]$  – временной диапазон процессов качества жизни.

При этом находит свое подтверждение живучесть концепции Ю. Н. Фихмана [8] – Б. И. Герасимова [9] формирования качества  $K(\omega)$  объекта (жизни) как комплексной функции в условиях состояния функционирования информационной парадигмы качества жизни вида

$$K(\omega) = \text{Re}[K(\omega)] + i \text{Im}[K(\omega)],$$

где  $\text{Re}[K(\omega)]$  – действительная часть комплексной функции качества жизни;  $i \text{Im}[K(\omega)]$  – мнимая (имиджмейкерская) часть комплексной функции качества жизни,  $i = \sqrt{-1}$ ;  $\omega$  – импульсы качества.

Данная концепция, в свою очередь, гарантирует легитимность документов по стандартизации качества жизни индивидуумов, а также наблюдаемость институциональных процессов качества жизни и их оптимальную саморегуляцию.

#### *Список литературы*

1. Гуссерль, Э. Избранные работы : пер. с нем. / Э. Гуссерль ; сост. В. А. Куренной. – М. : Территория будущего, 2005. – 464 с.
2. Сагинова, О. В. Кросскультурный маркетинг / О. В. Сагинова, И. И. Скоробогатых, Ж. Бюлитц. – М. : Инфра-М, 2011. – 356 с.
3. Герасимова, Е. Б. Метрология, стандартизация и сертификация / Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов. – М. : Форум: ИНФРА-М, 2008. – 224 с.
4. Измалков, С. Теория экономических механизмов (Нобелевская премия по экономике 2007 года) / С. Измалков, К. Сонинка, М. Юдкевич // Вопр. экономики. – 2008. – № 1. – С. 4 – 26.

5. О стандартизации в Российской Федерации : федер. закон от 29 июня 2015 г. № 162 – ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2015. – № 27. – Ст. 3953.

6. Индекс развития человеческого потенциала [Электронный ресурс] // Гуманитарные технологии : аналит. портал. – 2016. – Режим доступа : <http://gtmarket.ru/ratings/human-development-index/human-development-index-info> (дата обращения: 17.06.2017).

7. Качество жизни в российских регионах – рейтинг 2015 [электронный ресурс] // РИА РЕЙТИНГ : офиц. сайт агентства. – Режим доступа : [riarating.ru/infografika/20160225/630010958.html](http://riarating.ru/infografika/20160225/630010958.html) (дата обращения: 17.06.2017).

8. Фихман, Ю. Н. Система менеджмента качества на промышленном предприятии / Ю. Н. Фихман. – М. : НТК Трек, 2005 – 216 с.

9. Управление качеством: гибкие системы менеджмента качества / Б. И. Герасимов [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015 – 160 с.

### *References*

1. Husserl, E. *Izbrannye raboty* [Selected Works], Moscow: Territoriya budushchego, 2005, 464 p. (In Russ.)

2. Saginova O.V., Skorobogatikh I.I., Byulitts Zh. *Krosskul'turnyi marketing* [Cross-cultural marketing], Moscow: Infra-M, 2011, 356 p. (In Russ.)

3. Gerasimova E.B., Gerasimov B.I. *Metrologiya, standartizatsiya i sertifikatsiya* [Metrology, standardization and certification], Moscow: Forum: INFRA-M, 2008, 224 p. (In Russ.)

4. Izmalkov S., Soninka K., Yudkevich M. [The theory of economic mechanisms (Nobel Prize in Economics 2007)], *Voprosy Ekonomiki* [Issues of economics], 2008, no. 1, pp. 4-26. (In Russ.)

5. <http://base.garant.ru/71108018/> (accessed 17 June 2017). (In Russ.)

6. <http://gtmarket.ru/ratings/human-development-index/human-development-index-info> (accessed 17 June 2017). (In Russ.)

7. [riarating.ru/infografika/20160225/630010958.html](http://riarating.ru/infografika/20160225/630010958.html) (accessed 17 June 2017). (In Russ.)

8. Fikhman Yu.N. *Sistema menedzhmenta kachestva na promyshlennom predpriyatii* [Quality management system in an industrial enterprise], Moscow: NTK Trek, 2005, 216 p. (In Russ.)

9. Gerasimov B.I., Gerasimova E.B., Evseichev A.I. i dr. *Upravlenie kachestvom: gibkie sistemy menedzhmenta kachestva* [Quality management: flexible quality management systems], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO «TGTU», 2015, 160 p. (In Russ.)

---

### **Standardization as a Social Institution for the Quality of Life**

**E. B. Gerasimova, B. I. Gerasimov, V. V. Gudoshnikov,  
A. A. Strekha, S. P. Spiridonov**

*Financial University under the Government of the Russian Federation,  
Moscow, Russia; FSUE "STANDARTINFORM", Moscow, Russia;  
Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** documents for standardization; quality; quality of life; social institution; standardization.

**Abstract:** The directions for harmonization of the quality of life of individuals by the criterion of standardization of the quality of life processes are proposed.

---

© Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов, В. В. Гудошников,  
А. А. Стреха, С. П. Спиридонов, 2017

## ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТАМБОВСКИХ МОНАСТЫРЕЙ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВЕКОВ

Игумен Пимен (Семилетов)

*Тамбовская духовная семинария, г. Тамбов, Россия*

*Рецензент д-р экон. наук, доцент С. П. Спиридонов*

**Ключевые слова:** духовенство; монастыри; монахи; Тамбовская епархия; хозяйственная деятельность.

**Аннотация:** Представлена хозяйственная деятельность тамбовских монастырей в пореформенный период. Подробно разобраны особенности ведения данной деятельности в указанный период, влияние реформ, проводимых в стране на монастырское хозяйство.

В 1876 году увидела свет книга Д. И. Ростиславова «Опыт исследования об имуществах и доходах наших монастырей», в которой указаны следующие источники монастырских доходов: «От правительства в виде, так называемых, угодьев, другие в виде денежного вспоможения, также от правительства, третьи состоят из пожертвований и приношений православного народа, четвертые из денег, выручаемых отдачею в наймы домов, принадлежащих монастырям, наконец пятые в виде процентов с капиталов в банковых учреждениях» [1, с. 69–70].

Выяснено, действительно ли монастыри настолько богаты, что ни в чем не нуждаются и в таком случае могут помогать, например, беднейшему духовенству, или же монастырям настолько не хватает доходов, что им самим нужно помогать. В своем сочинении Ростиславов приходит к выводу, что монастырские доходы «громадны», они сравнимы с «доходами некоторых не очень больших европейских государств», и их можно назвать «неисчислимыми и неоценимыми» [1, с. 351 – 354].

В данной статье не ставим задачу определения числа доходов тамбовских монастырей, а исследуем их хозяйственную деятельность, которая имела несколько задач: содержание братии или сестер монастыря; поддержку всех монастырских построек и строительство новых храмов; благотворительную деятельность, содержание монастырских школ, приютов, богаделен и больниц.

---

Игумен Пимен (Игорь Александрович Семилетов) – преподаватель, аспирант Московской духовной академии, e-mail: semilgor@gmail.com, Тамбовская духовная семинария, г. Тамбов, Россия.

Только шесть тамбовских монастырей имели казенное жалование, и оно не составляло основного источника дохода. Монастыри, лишившиеся после секуляризации церковных земель в 1764 г. земельных угодий, снова стали ими обрещать в XIX веке, особенно в его второй половине. Всего тамбовские монастыри на начало XX века владели около 42 650 десятин земли, общая площадь Тамбовской губернии составляла 5 944 226 десятин, т.е. монастырское землевладение не было сколько-нибудь крупным и не было товарным: почти все, что произрастало на монастырских землях, использовалось на нужды монашествующих, хотя какая-то часть шла и на продажу. Земли имелись у всех монастырей Тамбовской епархии. Самым крупным землевладельцем была Саровская пустынь (23 298 десятин 1 458 квадратную сажень разной земли, в большей части леса) [2, с. 816]. Меньше всего земель было у Спасской женской общины [2, с. 816]. Преимущественно земли монастырям дарились, покупки совершались редко, еще реже монастыри продавали свои земли. К примеру, Трегудяевский мужской монастырь в 1866 г. приобрел у Тамбовской палаты государственных имуществ 26 десятин 661 квадратную сажень земли, в 1892 г. было приобретено еще 23 десятины леса [2, с. 843].

Монастырские земли чаще всего сдавались в аренду. Распространенным явлением было, когда земельные участки находились не при самой обители, а в разных местах, порой на большом расстоянии. Как раз такие дачи выгодно было сдавать в аренду. Так делал Тамбовский Вознесенский женский монастырь, который сдавал Абаносимовскую дачу за 550 р. в год, другую дачу, Комаровскую, – за 350 р. в год [2, с. 855].

Для Оржевского монастыря арендная плата была «главным источником доходов, на которые содержался монастырь» [3, с. 28]. У данной обители был самый большой участок земли среди женских монастырей Тамбовской епархии – 2 742 десятины 700 квадратных саженей [4, с. 870]. Однако для Оржевской обители земля стала не только источником дохода, но и проблем. Сами монахини не могли обрабатывать такой огромный участок земли. Периодически ее сдавали в аренду. И каждый раз начинались мучительные поиски арендаторов, долгие переговоры с ними об условиях аренды, которые не всегда были выгодны монастырю. Кроме того, землю удавалось сдать не всю (для себя обрабатывали 388 десятин). Самый большой участок находился в деревне Воронцовке (2 137 десятин). У крестьян деревни в личном пользовании было всего 207 десятин (на 208 душ). Их наделы со всех сторон были окружены монастырской землей. Крестьяне постоянно терпели притеснения от арендаторов. Отношения были напряженными как с арендаторами, так и с крестьянами и всегда грозили перерасти в конфликт. Выход из положения можно было найти, продав часть земли крестьянам. Но прежние настоятельницы на это не шли, хотя духовное начальство было не против [5, л. 29].

В 1902 году архиерей разрешил монастырю обрабатывать часть земли собственными силами, не прибегая к услугам арендаторов. В резолюции по этому поводу говорилось: «Лучше самим обрабатывать часть земли, чем терпеть прижимки со стороны арендаторов» [5, л. 30].

Ситуация стала критической во время аграрных волнений 1904–1905 гг. В 1904 году земля была сдана в аренду на 6 лет крестьянам Кирсановского уезда братьям Соболевым. В 1905 году монастырь оказался в самом эпицентре аграрных беспорядков. Арендаторы, испугавшись рас-

правы со стороны крестьян, отказались от аренды. На следующий год арендаторов не нашлось. Крестьяне грозили всякому, кто посмеет взять землю в аренду, расправой. Монастырь оказался без средств к существованию. В этих условиях новая игуменья Агния обратилась к архиерею с просьбой разрешить продажу крестьянам части земли (1 000 десятин). Игуменья указывала на то, что крестьяне «с большим вожделением взирают на нашу землю и ждут не дождутся, когда она перейдет в их руки» [5, л. 20]. Данная просьба поступила 11 марта 1906 г., но уже в апреле 1907 г. Святейший Синод разрешил продать землю. Дело завершилось быстро, благодаря помощи товарища министра финансов, ведающего делами Крестьянского поземельного банка. Игуменья обратилась к нему лично, о чем свидетельствует письмо товарища министра к матушке Агнии от 22 мая 1907 г.: «Позвольте мне принести Вам душевную благодарность за душевное письмо Ваше ко мне и за прекрасно исполненное рукоделие, которым Вы меня почтили. Я счастлив, если мог оказать Вашему делу поддержку и тем самым присоединил и свою лепту к Вашим заботам к благоустройству св. обители на благо окрестного населения» [5, л. 94].

Такие конфликты с крестьянами были и в других монастырях. Так, Сезеновский женский монастырь в 1902 г. судился с крестьянами села Сезеново по поводу 110 десятин земли, подаренной обители в 1866 г. помещицей Несвицкой, – на эту землю претендовали и бывшие крепостные крестьяне Несвицкого [6, л. 8].

Но в целом в женских монастырях старались обрабатывать часть имеющейся земли своими силами. В Усманском Софийском женском монастыре на полевом хуторе производились следующие работы: скотоводство, посев разного хлеба, жатвенные и молотильные работы машиной, просорушкой и мельницей. Там же был плодовый сад и небольшая пасека. Земли Сухотинского Знаменского женского монастыря обрабатывали: «В летнее время сестры монастыря занимаются уборкой сена для монастырского хозяйства, уходом за огородными овощами для общей трапезы и уборкой полевых монастырских посевов разного рода, в количестве 120 десятин ежегодно» [4, с. 859].

Характерной формой монастырского землевладения был хуторской тип хозяйства, когда на хуторе, расположенном в центре какой-либо дачи, полевой или лесной, сосредотачивалась сельскохозяйственная техника, скот, постройки для хранения собранного урожая. Здесь жили работники или сестры, проходившие послушание на хуторе. Помимо этого, на хуторах заводились пасеки и фруктовые сады.

Крупнейшим землевладельцем среди тамбовских монастырей была Саровская пустынь. Она владела 23 225 десятинами 950 квадратными саженьями земли [4, с. 817], из них более 20 000 десятин занимал лес. Торговля лесом и его производными составляли немалую часть доходов Сарова. Около 1850 г. даже был устроен смолокурный завод – от него «значительная доходность получалась в продолжении 3,5 десятков лет» [6, л. 182]. И даже после закрытия завода монастырь продолжал производить смолу и уголь, но теперь хозяйственным способом.

Монастыри владели также лавками, подворьями, которые могли сдаваться под квартиры, рыбными ловлями, – все это, как правило, сдавалось в аренду. Отдельным пунктом стоит вопрос о денежных капиталах монастырей. Ростиславов пишет об их происхождении следующее: «Многие

из православных христиан, при жизни своей, вносят в монастырские кассы деньги и на помин своей души после смерти, и за моление о своем здравии при жизни. Во всех почти этих случаях деньги вносятся в кредитные учреждения на вечные времена и составляют неприкосновенный капитал, которым только пользуются братия. Наконец ревнители монастырей жертвуют более или менее значительные суммы в банковских билетах не на один помин своей души, но и на поддержание монастыря, на содержание братии и т.п. При таком настроении православного общества, с давних уже пор начали составляться в монастырях капиталы в процентных бумагах» [1, с. 75]. Очевидна основная причина, по которой монастыри кляли в банки под проценты деньги: жертвы благотворителей, чаще всего вклады при основании монастыря, и жертвы на помин. Данные капиталы могли содержаться только в банковских учреждениях, так как проценты с них шли на содержание братии (сестер) и на саму обитель. Монастыри фактически инвестировали свои средства в экономику страны.

На начало XX в. сумма денежных вкладов тамбовских монастырей составляла 2 953 876 р. (1 004 351 р. у женских монастырей и 1 949 525 р. у мужских). Мужские монастыри были богаче женских. Больше средств было у Саровской пустыни – 861 749 р., из женских монастырей Оржевский Боголюбский – 308 550 р. [4, с. 799 – 878]. Данные капиталы, хранящиеся в процентных бумагах, были неприкосновенны, и использоваться могли только проценты, натекающие в течение года.

Подробности хозяйственной жизни монастырей раскрывают приходно-расходные книги – некоторые из них сохранились в Государственном архиве Тамбовской области. По их данным составим табл. 1 доходов одного мужского и двух женских монастырей на рубеже веков. Для Троекуровского монастыря главным источником дохода действительно были пожертвования, если к жертве также отнести средства, собираемые в кружку с кошельком, и деньги, получаемые во время сбора.

Однако этого не скажешь о Вознесенском женском монастыре и Козловском Троицком – оба жили не на пожертвования: первый – от платы за обучение в Свято-Ольгинской церковно-приходской школе, продаже просфор, свечей и проценты с капитала; для второго доля процентов с капитала еще больше выросла и составила почти половину от годового дохода; кроме того, важны были статьи аренды и продажи (в основном лес). Надо отметить характерные для городских монастырей источники доходов – сдача под жилье квартир и предоставление места на кладбище. Однако можно сказать и так, что благосостояние данных монастырей опосредованно зависело от пожертвований, которые составляли основу неприкосновенного капитала.

Сведения приходно-расходных книг дают следующую картину еще об одном монастыре. Штатный Трегуляевский мужской монастырь в 1877 г. имел доход 1 392 р.: 548 – проценты с капитала в 500 р. пожертвований, остальные деньги получены за проданные свечи [10, л. 1 – 25]. Таким образом, пожертвования составляли существенную часть монастырских доходов, но доходы от продажи скота, леса, аренды земли, проценты с капитала (которые также можно считать косвенными пожертвованиями), а для некоторых женских монастырей продажа просфор, также играли немалое значение в бюджете монастырей.

Таблица 1

**Доходы монастырей по данным приходно-расходных книг, р.**

| Вид дохода        | Троекуровский<br>женский, 1892 г.<br>[7, л. 1 – 24] | Тамбовский<br>Вознесенский<br>женский, 1898 г.<br>[8, л. 1 – 73] | Козловский<br>Троицкий<br>мужской, 1901 г.<br>[9, л. 1 – 81] |
|-------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Жертва            | 3 863                                               | 2 060                                                            | 1 000                                                        |
| Аренда            | 233                                                 | 778                                                              | 1 485                                                        |
| Просфоры          | 1 062                                               | 3 056                                                            | 53                                                           |
| Свечи             | 823                                                 | 1 793                                                            | 823                                                          |
| Кружка и кошелек  | 87                                                  | 456                                                              | 238                                                          |
| Псалтирь          | 114                                                 | –                                                                | –                                                            |
| Продажа           | 373                                                 | –                                                                | 1 294                                                        |
| Сдача жилья       | 240                                                 | 876                                                              | 300                                                          |
| Сбор              | 1 753                                               | –                                                                | –                                                            |
| Казна             | –                                                   | 336                                                              | –                                                            |
| Проценты          | –                                                   | 2 798                                                            | 4 733                                                        |
| Плата за обучение | –                                                   | 4 475                                                            | –                                                            |
| Страховые         | –                                                   | –                                                                | 500                                                          |
| Место на кладбище | –                                                   | –                                                                | 300                                                          |
| Итого:            | 8 548                                               | 16 628                                                           | 10 726                                                       |

В таблице 2 представлены данные о расходах указанных монастырей. Здесь видны их особенности: Вознесенский был особножительным, соответственно, много денег выдавалось непосредственно сестрам (2 218 р.), которые на эти средства содержали себя. В такой же мере и Козловский монастырь, являясь штатным, много тратил на братию (2 191 р.).

И наоборот, в Троекуровском монастыре, который был общежительным, львиная доля доходов уходила на продукты питания для сестер. Во всех трех монастырях большие суммы тратились на жалование работникам, выполнявшим различные работы по монастырскому хозяйству. Козловский Троицкий монастырь ежемесячно нанимал от 17 до 23 чел. (при этом в самом монастыре было не больше 20 насельников). Кроме того, ежегодно монастырь нанимал поденщиц и поденщиков из крестьян окрестных сел: для обработки огорода, косьбы, стогования и перевозки сена. Таким образом, обитель становилась работодателем для немалого числа крестьян, которые имели в ней дополнительный заработок.

Очень небольшие суммы тратились монастырями на благотворительность и совсем мало на покупку книг и периодических изданий духовно-нравственного содержания.

Еще одна сторона хозяйственной жизни тамбовских обителей, в особенности женских, – это наличие рукодельных мастерских, которые также приносили доход. В Кирсановском Тихвино-Богородицком женском монастыре таких мастерских было 17. Автор историко-статистического описания монастыря священник Василий Архангельский пишет: «Золотая,

Таблица 2

**Основные расходы монастырей, р.**

| Вид расходов        | Троекуровский<br>женский, 1892 г. | Тамбовский<br>Вознесенский<br>женский, 1894 г. | Козловский<br>Троицкий<br>мужской, 1901 г. |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Благотворительность | 83                                | 32                                             | 333                                        |
| Книги и журналы     | 4                                 | 25                                             | 11                                         |
| Продукты            | 4637                              | 884                                            | 1710                                       |
| Для скота           | 828                               | 453                                            | 449                                        |
| Вино                | 88                                | 100                                            | 45                                         |
| Налоги и сборы      | 549                               | 1 980                                          | 1003                                       |
| Рабочим             | 1120                              | 2 394                                          | 2448                                       |
| Свечи               | 196                               | 412                                            | 208                                        |
| Стройматериалы      | 1046                              | 1274                                           | 680                                        |
| Сестрам             | –                                 | 2218                                           | –                                          |
| Братии              | –                                 | –                                              | 2191                                       |

в которой занимаются сестры золотошвейной работой: вышивают ризы, воздухи, иконы, митры и другие ценные вещи. Пуховая <...> здесь прядут пух, из которого вяжут платки, шарфы, рубашки и т.п. Живописная, где пишут иконы. Образная, где убирают иконы цветами и работают ризы для них из фольги. Гладильная, где шьют гладью по полотну. Шелкошвейная – вышивают шелками салфетки, подушки. Бельевая, где шьют разного рода белье, строчат простыни, полотенца. Ткальная, – прядут лен, а из него ткут полотно. Башмачная, где шьют разного рода обувь, как для сестер, так и по другим заказам. Школа шитья и кройки, где принимают заказы на шитье модного светского платья по современным журналам. Ковровая, в которой ткут из шерсти ковры по разным канвовым теневым рисункам. Канвовая – здесь работает 10 сестер по канве разными шерстями салфетки, ковры, подушки. Портная, где шьют верхнее платье для сестер. Просфорная» [11, с. 25–26]. Это одна из самых больших рукодельных мастерских среди всех тамбовских монастырей, и видно, что она была рассчитана как на обеспечение внутренних потребностей монастыря, так и на выполнение церковных и светских заказов (вплоть до пошива модных нарядов).

Оценивая общее состояние хозяйства тамбовских монастырей в смысле их доходности, нужно признать, что большая часть могла обеспечить лишь свои нужды. По словам современников Вышенская, Успенская и Саровская пустыни были не правилом, а скорее исключением. Священник И. Кобяков в своем очерке о Кадомском Милостиво-Богородицком женском монастыре пишет в 1875 г.: «Доходы эти, впрочем, каждый год бывают весьма не высокие; так что их не достаёт на удовлетворение самых вопиющих нужд обители» [12, с. 264]. Проведенная в 1909 г. ревизия приходно-расходных книг по ряду монастырей дала неутешительные результаты. Например, в Трегуляевском монастыре, в котором, «как за многие предыдущие годы, так и за отчетный 1909 год приходится констатировать тот факт, что монастырь живет в долг». Такое

же положение было и у Сухотинского Знаменского женского монастыря, и даже Оржевский женский монастырь, «несмотря на свое богатство, живет в долг» [13, 2–3 об.]. Относительно первого монастыря тамбовские архиереи еще в 1881 г. сделали попытку присоединить его к архиерейскому дому. В ходатайстве в Святейший Синод помимо прочего говорилось: «Имея в виду малочисленность братии и близость расстоянием Трегуляева монастыря от архиерейского дома, а равно скудость средств последнего к содержанию его с немалочисленной братиею его, принимаю смелость смиреннейше ходатайствовать пред Святейшим Синодом о присоединении Предтечева Трегуляева монастыря к Тамбовскому архиерейскому дому» [14, 1 – 3 об.]. Даже богатая Саровская пустынь в начале века испытывала финансовые затруднения. В 1912 году епархиальные власти решили учредить стипендию для Тамбовского ремесленно-воспитательного приюта и предложили обители выдать 200 р., но получили отказ – настоятель сослался «на скудость средств». Правивший тогда Тамбовской епархией епископ Кирилл (Смирнов) вынес резолюцию: «Если Саровская обитель испытывает такую скудость средств, что затрудняется взносом 200 рублей на стипендию, то это свидетельствует прежде всего об оскудении старшей братии хозяйственными способами, что не может не вызывать тревоги за дальнейшее благосостояние монастыря. Предлагаю Консistorии выработать программу всесторонней ревизии хозяйственного состояния и внутренней жизни монастыря» [15, л. 1154]. Но, несмотря на такое финансовое положение, почти все монастыри, так или иначе, участвовали в социальной и благотворительной деятельности: открывали школы, богадельни, странноприимные дома, приюты и прочее.

#### *Список литературы*

1. Ростиславов, Д. И. Опыт исследования об имуществе и доходах наших монастырей / Д. И. Ростиславов. – СПб. : Типография морского министерства, 1876. – 396 с.
2. Сборник-календарь Тамбовской губернии 1903. – Тамбов : Типо-лит. Губ. правл., 1903. – 192 с.
3. Архангельский, В. Боголюбский Тишениновский Оржевский женский монастырь / В. Архангельский. – Тамбов : [б.и.], 1909.
4. Историко-статистическое описание Тамбовской епархии / изд. канц. Тамб. Духов. Консistorии под ред. А. Е. Андриевского. – Тамбов : [б.и.], 1911. – 909 с.
5. Государственный архив Тамбовской области (ГАТО). – Ф. 211. – Оп. 1. – Д. 5.
6. ГАТО. – Ф. 181. – Оп. 1. – Д. 1951.
7. ГАТО. – Ф. 181. – Оп. 1. – Д. 2245.
8. ГАТО. – Ф. 181. – Оп. 1. – Д. 2341.
9. ГАТО. – Ф. 212. – Оп. 1. – Д. 659.
10. ГАТО. – Ф. 893. – Оп. 1. – Д. 43.
11. Архангельский, В. Тихвино-Богородицкий общежительный женский монастырь в городе Кирсанове : исторический очерк / В. Архангельский // Тамбовские епархиальные ведомости. – 1907. – № 1. – С. 22–23.
12. Кобяков, И. Историко-статистическое описание Кадомского женского Милостиво-Богородицкого монастыря / И. Кобяков // Тамбовские епархиальные ведомости. – 1875. – № 10.
13. ГАТО. – Ф. 181. – Оп. 1. – Д. 2134.

14. Российской государственной исторический архив. – Ф. 796. – Оп. 162. – Д. 858.  
15. ГАТО. – Ф. 181. – Оп. 1. – Д. 2153.

### References

1. Rostislavov D.I. *Opyt issledovaniya ob imushchestvakh i dokhodakh nashikh monastyrei* [Experience in researching the property and income of our monasteries], St. Petersburg, 1876, 396 p. (In Russ.)
2. *Sbornik-kalendar' Tambovskoi eparkhii*. Tambov, 1903, 192 p. (In Russ.)
3. Arkhangel'skii V. *Bogolyubskii Tisheninovskii Orzhevskii zhenskii monastyr'* [Bogolyubsky Tisheninovsky Orzhevsky Convent]. Tambov, 1909. (In Russ.)
4. *Istoriko-statisticheskoe opisanie Tambovskoi eparkhii* [Istoriko-statisticheskoe opisanie Tambovskoi eparkhii] / pod. red. A.E. Andrievskogo. Tambov, 1911. (In Russ.)
5. *Gosudarstvennyi arkhiv Tambovskoi oblasti (GATO)* [The State Archives of the Tambov Region (GATO)], fund 211, inventory 1, case 5. (In Russ.)
6. *GATO*, fund 181, inventory 1, case 1951. (In Russ.)
7. *GATO*, fund 181, inventory 1, case 2245. (In Russ.)
8. *GATO*, fund 181, inventory 1, case 2341. (In Russ.)
9. *GATO*, fund 212, inventory 1, case 659. (In Russ.)
10. *GATO*, fund 893, inventory 1, case 43. (In Russ.)
11. Arkhangel'skii V. [Tikhvin-Bogoroditsky hostel nunnery in the city of Kirsanov], *Tambovskie eparkhial'nye vedomosti* [Tambov diocesan lists], 1907, no. 1, p. 22-23. (In Russ.)
12. Kobayakov I. [Historical and statistical description of the Kadomsky Women's Milostovo-Bogoroditsky Monastery], *Tambovskie eparkhial'nye vedomosti* [Tambov diocesan lists], 1875, no. 10. (In Russ.)
13. *GATO*, fund 181, inventory 1, case 2134. (In Russ.)
14. *Rossiiskoi gosudarstvennyi istoricheskii arkhiv* [Russian State Historical Archive], fund 796, inventory 162, case 858. (In Russ.)
15. *GATO*, fund 181, inventory 1, case 2153. (In Russ.)

---

## Economic Activities of Tambov Monasteries in the Second Half of 19th Early 20th Centuries

Hegumen Pimen (Semiletov)

*Tambov Theological Seminary, Tambov, Russia*

**Keywords:** business activities; clergy; monks; monasteries; Tambov diocese.

**Abstract:** The article deals with economic activities of the Tambov monasteries in the post-reform period. The peculiarities of this activity in this period, the influence of reforms conducted in the country on the monastery farm are studied in detail.

---

© Игумен Пимен (Семилетов), 2017

## ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА И ОТЧЕТНОСТИ В РОССИИ

**Е. А. Кириченко, Хоанг Дык Хань**

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

*Рецензент д-р экон. наук, доцент Т. А. Бондарская*

**Ключевые слова:** международные стандарты финансовой отчетности; рамочная Концепция разработки стандартов; системный подход; федеральные стандарты бухгалтерского учета.

**Аннотация:** Проведен анализ проблем, связанных с разработкой системы согласованных и качественных федеральных стандартов бухгалтерского учета и отчетности, на основе которых должна формироваться достоверная, надежная и сопоставимая финансовая отчетность. Установлено, что основная проблема – отсутствие рамочной Концепции стандартов, определяющей общую политику в отношении их содержания и степени согласованности разрабатываемых федеральных стандартов учета и международных стандартов финансовой отчетности. Отмечено, что ввиду значительной пассивности профессионального сообщества ведущую роль в разработке системы стандартов учета и отчетности должно взять на себя Министерство финансов РФ.

Реформирование российского бухгалтерского учета начато еще в 90-е годы прошлого века. Необходимость реформирования объективно обусловлена сменой экономического строя, переходом к рыночной экономике. Через два десятка лет, наблюдая современное состояние бухгалтерского учета, можно прийти к выводу, что мы находимся еще в самом начале пути. Рассмотрим процесс реформирования бухгалтерского учета в России через призму изменения и разработки стандартов учета и отчетности (положений по бухгалтерскому учету).

В статье 8 Конституции РФ указано, что в Российской Федерации гарантируется единство экономического пространства. Одним из необходимых условий поддержания единства экономического пространства являет-

---

Кириченко Елена Александровна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика», e-mail: Kiriya.elena@gmail.com; Хоанг Дык Хань – аспирант кафедры «Экономика», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

ся наличие общепринятых правил или стандартов бухгалтерского учета и отчетности, применяемых на территории государства. В данных стандартах содержатся нормы, определяющие порядок признания и оценки различных видов активов и обязательств хозяйствующих субъектов. Руководствуясь ими, предприятия и организации ведут текущий учет и составляют финансовую (бухгалтерскую) отчетность общего назначения. Основываясь на финансовой (бухгалтерской) отчетности, участники экономических отношений (инвесторы, кредиторы, контрагенты) принимают решения о тех или иных действиях. Бухгалтерский учет является фундаментом для учета налогового, и следовательно для исчисления и уплаты налогов и страховых сборов. Информация бухгалтерского учета требуется для составления форм статистической отчетности.

Можно предположить, что качественные стандарты учета и отчетности будут способствовать повышению эффективности экономической деятельности как отдельного хозяйствующего субъекта, так и экономики государства в целом. Достаточно трудно сформулировать четкие критерии качества для стандартов учета и финансовой отчетности. Пользуясь качественными стандартами, профессиональный бухгалтер будет иметь возможность сформировать отчетность, дающую ясное и достоверное представление о финансовом положении и результатах хозяйственной деятельности экономического субъекта. Так как объем любого документа ограничен, стандарт (или комплекс стандартов) не может охватить все многообразие возможных ситуаций, условий которые возникают в реальности. Поэтому стандарт не является сборником готовых рецептов, а должен быть руководством для выработки профессионального суждения по спорным и неоднозначным вопросам.

В официальном отчете Financial Accounting Standards Board «Международные стандарты финансовой отчетности. Взгляд в будущее» [1] подчеркивается, что каждый из стандартов, входящих в систему, должен соответствовать направлениям, концептуально обозначенным при его разработке. Соответствие первоначально разработанной концепции позволит обеспечить непротиворечивость стандартов.

Естественно, стандарты должны быть понятны. Нормы стандартов необходимо сформулировать таким образом, чтобы их однозначно понимали как бухгалтеры, составляющие отчетность, так и заинтересованные пользователи данной отчетности, ищущие необходимую информацию, и аудиторы, в обязанности которых входит подтверждение достоверности финансовой отчетности. Стандарты учета и бухгалтерской отчетности, не отвечающие реалиям современного уровня развития экономики, содержащие противоречивые, неясные нормы, явно препятствуют нормальной хозяйственной деятельности. Однако качественные стандарты бухгалтерского учета являются только необходимым, но не достаточным условием для составления высококачественной финансовой отчетности. Без профессионалов, способных правильно применять нормы и правила, стандарты останутся лишь стопкой бумаги.

Обычно сфера нормативного регулирования охватывает те объекты, связи и явления, которые существуют на момент формулирования данных норм. С учетом времени, необходимого для разработки и утверждения

нормативного документа, нормы часто несколько запаздывают. В ряде случаев разработчик нормативного документа пытается опередить процесс и включить некоторые правила с опережением, ориентируясь на свои представления о будущем. Такие действия оправданы в том случае, когда общество (и экономика, в частности) переходит от этапа последовательных незначительных изменений к этапу кардинальных перемен. Существует опасность неправильной оценки темпов и направления данных перемен. Соответственно, есть сторонники решительных изменений и сторонники осторожных, взвешенных действий. Например, А. С. Бакаев еще в 2001 г. писал: «Как свидетельствует мировая практика, переход к использованию МСФО должен быть постепенным и целенаправленным процессом. Невозможность такого перехода “в один день” (и даже в один год) обусловлена необходимостью реализации широкого круга мероприятий, делающих этот переход реальным» [2].

Если правила и нормы стандартов бухгалтерского учета намного опережат возможности и потребности общества, то они окажутся не только бесполезными, но и вредными. *Во-первых*, весьма вероятно, что возникнет серьезное недовольство среди многочисленных работников бухгалтерии, которые просто не будут знать как работать в новых условиях. *Во-вторых*, возрастет вероятность существенных искажений финансовой отчетности, увеличатся издержки на ее подготовку. *А в третьих*, с таким трудом подготовленная информация о финансовой отчетности окажется невостребованной, не нужной пользователям.

Можно сделать вывод, что и слишком медленные, запоздалые изменения, и слишком поспешные изменения одинаково опасны. Чтобы оценить современное положение дел, сделаем краткий обзор процесса реформы бухгалтерского учета в России.

В 1998 г. принято Постановление Правительства № 283 [3], в котором отмечено, что процесс реформирования бухгалтерского учета обусловлен изменениями системы общественных отношений и гражданско-правовой среды, экономические реформы в России опережают соответствующую трансформацию учета.

Чтобы исправить данную ситуацию, разработана Программа реформирования бухгалтерского учета в соответствии с международными стандартами финансовой отчетности (МСФО). Утверждены Меры по реализации в 2001 – 2005 гг. Программы реформирования бухгалтерского учета. За период с 1998 по 2004 гг. в соответствии с программой Министерство финансов РФ (далее Минфин РФ) разработало и утвердило 20 положений по бухгалтерскому учету, также опубликованы методические указания и рекомендации, в частности, по учету основных средств и материально-производственных запасов. Таким образом, количественные параметры данной программы в значительной степени выполнены, хотя некоторые положения по бухгалтерскому учету так и не были разработаны (например, Положения по бухгалтерскому учету (ПБУ) «Аренда основных средств»). Следует отметить, что на данном этапе отправной точкой являлась концепция соответствия (то есть непротиворечивости) российских ПБУ и МСФО. Тогда же предполагалось, что российские стандарты учета и отчетности будут меняться вслед за МСФО. В то же время каких-либо

критериев оперативности внесения изменений в российские стандарты определено не было.

В 2004 г. принята Концепция развития бухгалтерского учета и отчетности в РФ на среднесрочную перспективу [4], которая подтвердила, что МСФО используются в качестве основного инструмента реформирования бухгалтерского учета и отчетности.

В Концепции были отмечены проблемы реформирования, в частности:

- пассивность лиц, имеющих отношение к созданию отчетности или ее использованию, разработке новых российских стандартов;
- перегруженность хозяйственных субъектов работой по представлению различных видов отчетности во множество регулирующих и контролирующих органов.

В Концепции еще раз подтверждено мнение, что изменения в бухгалтерском учете и отчетности, в частности переход на МСФО, должны происходить постепенно с учетом возможностей, потребностей и готовности профессиональной и другой заинтересованной общественности, а также органов государственной власти. На среднесрочную перспективу бухгалтерская отчетность разделена на индивидуальную и консолидированную отчетности. *Индивидуальную бухгалтерскую отчетность* требуется составлять по российским стандартам бухгалтерского учета и отчетности, разрабатываемым на основе МСФО, *консолидированную* – по МСФО. Сравним определения данных видов отчетности, сопоставив их для наглядности в табл. 1.

Таблица 1

**Сравнение назначения индивидуальной  
и консолидированной отчетностей**

| Индивидуальная отчетность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Консолидированная отчетность                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Предназначена для выявления конечного финансового результата деятельности хозяйствующего субъекта – чистой прибыли (убытка) и распределения ее между собственниками                                                                                                                                                                                                                   | Предназначена для характеристики финансового положения и финансового результата деятельности группы хозяйствующих субъектов, основанной на отношениях контроля                       |
| Представляется в надзорные органы.<br>Служит: <ul style="list-style-type: none"> <li>– для выявления признаков банкротства хозяйствующих субъектов;</li> <li>– формирования единой государственной базы статистического наблюдения и макроэкономических показателей;</li> <li>– использования в управлении хозяйствующим субъектом, судопроизводстве и при налогообложении</li> </ul> | Выполняет исключительно информационную функцию и представляется заинтересованным внешним пользователям                                                                               |
| Главная задача заключается в обеспечении гарантированного доступа заинтересованным пользователям к качественной, надежной и сопоставимой персонализированной информации о хозяйствующих субъектах                                                                                                                                                                                     | Главная задача заключается в обеспечении гарантированного доступа заинтересованным пользователям к качественной, надежной и сопоставимой информации о группе хозяйствующих субъектов |

Отметим следующее:

1) и индивидуальная, и консолидированная отчетности должны давать заинтересованным пользователям доступ к качественной, надежной и сопоставимой информации. Другими словами, и российские стандарты учета, и МСФО в равной степени должны обеспечивать составление отчетности, содержащей качественную, надежную и сопоставимую информацию;

2) в Концепции развития 2004 г. отмечено, что вместо принципа **соответствия** российских стандартов учета и отчетности МСФО использован принцип «разработан **на основе**»;

3) основное отличие индивидуальной от консолидированной отчетности заключается в ее предназначении – индивидуальную отчетность предполагается использовать для целей надзора и контроля, а консолидированную – исключительно в информационных целях.

Принцип соответствия (непротиворечивости) предполагает, что отдельная норма российского стандарта в отношении одного объекта учета будет совпадать с нормой МСФО. Различия могут возникнуть по следующим причинам:

– части норм МСФО нет аналогов в российских стандартах (наиболее вероятная причина, так как объем российских документов существенно меньше, чем объем МСФО);

– части специфических норм российских стандартов нет аналогов в МСФО (например, какие-то объекты учета не попали в поле зрения разработчиков).

Если же предполагается разрабатывать федеральные стандарты бухгалтерского учета **«на основе»** МСФО, то требования соответствия (непротиворечивости) явно не прослеживаются. Нет препятствий для того, чтобы в российский стандарт, разработанный **«на основе»** МСФО, например, МСФО 17 «Аренда», включить нормы, противоречащие нормам международного стандарта. Интересная коллизия возникает в том случае, если один хозяйствующий субъект одновременно составляет отчетность по российским стандартам и МСФО. Допустим, в отчетности отражается стоимость некоторого актива хозяйствующего субъекта. Как было отмечено, ожидается, что и в первом, и во втором случаях информация в отчетности должна быть в равной степени качественной, надежной и сопоставимой. Если нормы, регулирующие правила оценки актива по российским стандартам и МСФО, совпадут, то в индивидуальной и консолидированной отчетности получим одну и ту же величину показателя.

Если нормы, регулирующие правила оценки актива по российским стандартам и МСФО будут различаться, то величины показателей в отчетности тоже будут отличаться, возможно, на существенную величину. Возникает вопрос: в какой отчетности информация будет считаться более качественной, надежной и сопоставимой? Неизбежно придется какую-то отчетность признать менее точной, достоверной и надежной, следовательно, отчетностью второго сорта. Ситуацию, когда различные правила оценки актива позволяют получить одну и ту же величину показателя в индивидуальной и консолидированной отчетности, можно считать маловероятной.

В период с 2004 по 2011 гг. выпущены новые редакции по восьми ПБУ и два новых ПБУ. Консолидированная бухгалтерская отчетность составляется в соответствии с МСФО, причем организации не освобождают-

ся от обязанности составлять отчетности по российским стандартам [5]. Одним из принципов регулирования бухгалтерского учета является применение МСФО как основы разработки федеральных и отраслевых стандартов, где описан порядок разработки федеральных стандартов учета [6].

В действующие ПБУ вносились только отдельные поправки. Новые федеральные стандарты, предусмотренные законом «О бухгалтерском учете», так и не появились до настоящего момента (по состоянию на март 2017 г.). После 2011 г. процесс реформирования бухгалтерского учета в России существенно затормозился. Программа разработки федеральных стандартов утверждена приказом Минфина РФ [7]. В таблице 2 приведена информация о намеченных сроках разработки федеральных стандартов.

Таблица 2

**План разработки новых федеральных стандартов**

| Наименование стандарта                                     | Срок предоставления проекта по бухгалтерскому учету | Предполагаемый срок вступления в силу, год | Разработчик                   |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Запасы                                                     | 3 квартал 2016 г.                                   | 2018                                       | Фонд «НРБУ «БМЦ» <sup>1</sup> |
| Основные средства                                          |                                                     |                                            | Минфин РФ                     |
| Документы и документооборот в бухгалтерском учете          |                                                     |                                            |                               |
| Бухгалтерская отчетность                                   | 4 квартал 2016 г.                                   |                                            | СРО НП МоАП <sup>2</sup>      |
| Нематериальные активы                                      |                                                     |                                            | Фонд «НРБУ «БМЦ»              |
| Аренда                                                     | 1 квартал 2017 г.                                   | 2019                                       | Минфин РФ                     |
| Доходы                                                     | 2 квартал 2017 г.                                   |                                            | НП «ИПБ России»               |
| Расходы                                                    |                                                     |                                            |                               |
| Финансовые активы и обязательства                          | 3 квартал 2017 г.                                   |                                            | Фонд «НРБУ «БМЦ»              |
| Участие в зависимых организациях и совместная деятельность | 4 квартал 2017 г.                                   |                                            | Минфин РФ                     |
| Реорганизация юридических лиц                              | 1 квартал 2018 г.                                   |                                            |                               |
| Вознаграждение работникам                                  |                                                     |                                            |                               |
| План счетов бухгалтерского учета                           | 2 квартал 2018 г.                                   | 2020                                       |                               |
| Некоммерческая деятельность                                |                                                     |                                            | Фонд «НРБУ «БМЦ»              |

<sup>1</sup> Фонд развития бухгалтерского учета «Национальный негосударственный регулятор бухгалтерского учета «Бухгалтерский методологический центр».

<sup>2</sup> Саморегулируемая организация аудиторов некоммерческое партнерство «Московская аудиторская палата».

Также в ряд положений ведения бухгалтерского учета предполагается внести изменения (табл. 3). Разработчиком изменений во всех случаях является Минфин РФ. Исходя из сроков, установленных данным приказом, можно сделать вывод, что к концу 2016 г. в Совет по стандартам учета должны быть представлены для экспертизы пять новых стандартов и два документа, содержащих изменения. В соответствии с требованиями закона о бухгалтерском учете (статья 27) до данного момента должно быть проведено публичное обсуждение проектов стандартов или изменений к ним.

Как видно из информации, размещенной на сайте Минфина РФ [8], в установленные сроки внесены изменения в нормативные правовые акты по бухгалтерскому учету (в части введения упрощенных способов ведения бухгалтерского учета для отдельных категорий экономических субъектов).

Обсуждение изменений в ПБУ 1/2008 «Учетная политика организации» продлено до 15 января 2017 г. Завершение обсуждения нового ПБУ «Запасы» сдвинуто до конца марта 2017 г. К обсуждению некоторых запланированных стандартов еще не приступали. Например, отсутствует какая-либо информация о ПБУ «Документы и документооборот в бухгалтерском учете». Результаты публичного обсуждения можно найти на официальном сайте только одного разработчика – Фонд «НРБУ «БМЦ».

На сайте Московской аудиторской палаты какая-либо информация о разработке федерального стандарта «Бухгалтерская отчетность» отсутствует. Можно прийти к неутешительному выводу, что Минфин РФ также является нарушителем требований закона о бухгалтерском учете. Закон указывает, что проект должен быть размещен на официальном сайте разработчика и быть доступен для ознакомления, срок публичного обсуждения стандарта – не менее трех месяцев. Если сроки будут соблюдены, в чем есть серьезные сомнения, то более-менее согласованная система федеральных стандартов будет применяться с 2020 г.

Таблица 3

**План внесения изменений в существующие документы  
по бухгалтерскому учету**

| Наименование стандарта                                                                                                                                                            | Срок предоставления проекта по бухгалтерскому учету | Предполагаемый срок вступления в силу, год |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Изменения в нормативные правовые акты по бухгалтерскому учету (в части введения упрощенных способов ведения бухгалтерского учета для отдельных категорий экономических субъектов) | 2 квартал 2016 г.                                   | 2017                                       |
| Изменения:                                                                                                                                                                        |                                                     |                                            |
| ПБУ 1/2008                                                                                                                                                                        | 3 квартал 2016 г.                                   | 2018                                       |
| ПБУ 3/2006                                                                                                                                                                        | 1 квартал 2017 г.                                   | 2019                                       |
| ПБУ 18/02                                                                                                                                                                         | 4 квартал 2017 г.                                   | 2019                                       |
| ПБУ 13/2000                                                                                                                                                                       | 2 квартал 2018 г.                                   | 2020                                       |
| ПБУ 16/02                                                                                                                                                                         | 3 квартал 2018 г.                                   | 2020                                       |

*Основной проблемой* в процессе разработки федеральных стандартов бухгалтерского учета и отчетности считается отсутствие цельной концепции данных стандартов, и, как следствие, системного подхода к решению задачи. Стандарты должны быть связаны единой идеологией и рассматриваться как система, а не разрозненные документы. Каждый отдельный стандарт – часть интегрированного и непротиворечивого множества стандартов. Такое множество должно быть достаточно полным, чтобы охватывать весь диапазон хозяйственных операций и событий, подлежащих включению в финансовую отчетность. Если набор стандартов бухгалтерского учета будет не достаточно полным или противоречивым, то финансовая информация, возникающая на его основе, не будет соответствовать целям составления отчетности в целом [1].

Отсутствие концептуальных рамок и некоторая хаотичность приводят к следующим проблемам. Например, в замечаниях к проекту стандарта «Учет основных средств» обсуждается вопрос о том, как учитывать затраты на перемещение, удаление или ликвидацию основных средств, ранее находившихся в эксплуатации, или других активов. Авторы проекта (Фонд «НРБУ «БМЦ») указывают, что данный вопрос может быть решен только после создания другого федерального стандарта «Учет расходов», который будет разрабатываться позже. Причем федеральный стандарт «Учет расходов» поручено разработать Московской Аудиторской палате, но координация между данными разработчиками полностью отсутствует.

Как результат, бухгалтерское сообщество получит через несколько лет некоторое число несогласованных документов, которые либо потребуются доработать, либо невозможно будет корректно применять.

*Вторая проблема* – отсутствие согласованности действий разработчиков стандартов. *Третья проблема* связана с пассивным отношением профессионального сообщества к обсуждению проектов стандартов.

Рассмотрим перечень замечаний, сформированный по результатам обсуждения проектов стандартов, разработанных фондом «НРБУ «БМЦ» [9]. Очевидно, что подавляющее число замечаний поступило от лиц крупных корпораций (ПАО «Роснефть», ПАО «КАМАЗ», ОАО «РЖД» и др.). В обсуждении участвовали аудиторские организации (ООО «Эрнст и Янг», «Энерджи консалтинг/Аудит»), Центральный Банк РФ. Вызывает удивление тот факт, что практически не участвовали в обсуждении научные и образовательные учреждения (за исключением ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет»), не участвовали профессиональные объединения бухгалтеров и аудиторов (кроме Института профессиональных бухгалтеров Московского региона в лице его председателя И. Н. Ложникова).

Общее число замечаний составило 42 на один проект федерального стандарта. Как правило, обсуждение изменений или новой редакции по международным стандартам финансовой отчетности проходит намного активнее. Кроме того, для обсуждения изменений в международном стандарте отводится намного больше времени. По итогам обсуждения обязательно публикуется документ, в котором обобщаются все замечания и предложения. У нас, например, завершено обсуждение проекта федерального стандарта «Основные средства», но какая-либо обобщающая информация по данному проекту отсутствует.

Есть вопросы по набору стандартов, которые будут разработаны в первую очередь. Как и прежде, значительное внимание уделяется формальной стороне дела. Если первоочередное принятие документа, определяющего примерную структуру федерального стандарта (протокол № 3 Совета по стандартам бухгалтерского учета) выглядит вполне обоснованным, то в отношении перечня стандартов для разработки есть серьезные сомнения. Например, как было сказано выше, нет общей Концепции стандартов учета (аналога концептуальных основ финансового учета и отчетности), которая бы определила общую идеологию системы федеральных стандартов.

Имеются серьезные сомнения в необходимости создания и утверждения федерального стандарта «Документы и документооборот в бухгалтерском учете». В законе о бухгалтерском учете [6] нет прямого указания на то, что федеральным стандартом будет регулироваться сфера документирования фактов хозяйственной жизни и документооборот в бухгалтерском учете. В то же время, в законе (статьи 9 и 10) установлены понятные и обоснованные требования к первичным учетным документам и регистрам учета. Можно предположить, что стандарт повторит нормы, уже имеющиеся в федеральном законе. Если же разработчики установят более конкретные и детальные требования к организации документирования и документооборота, то трудно представить, как их будут соблюдать большие и малые предприятия, относящиеся к разным отраслям экономической деятельности. Стремление разработать такой федеральный стандарт во многом объясняется традиционной для нашей страны ориентацией бухгалтерского учета на интересы государства, контролирующих и надзирающих органов.

Аналогичные сомнения вызывает необходимость разработки федерального стандарта «План счетов бухгалтерского учета». Достаточно сложно разработать документ, который бы в одинаковой степени подходил всем хозяйствующим субъектам. Например, при переходе от «старого» плана счетов к плану счетов 2000 г., потерял счет 61 «Расчета по авансам, уплаченным поставщикам» и счет 64 «Расчеты по авансам полученным». Вместо них учет таких расчетов бухгалтер ведет на отдельных субсчетах соответственно счета 60 и 62. Если учесть, что сворачивать сальдо таких расчетов запрещено, кроме того, есть строгие правила относительно начисления НДС с авансов, то ликвидация двух синтетических счетов не выглядит оправданной. То есть, бухгалтер, ведущий учет разнохарактерных расчетов на двух смежных субсчетах, рискует совершить ошибку. Риск ошибки в таком случае повышается.

Аналогичные выводы можно сделать относительно всех активно-пассивных счетов для учета расчетов. Риск ошибки намного выше, чем в том случае, когда бухгалтер может открыть достаточное число счетов для учета расчетов с различными контрагентами таким образом, чтобы они были исключительно активными или пассивными.

Понятно, что применение хозяйствующими субъектами своих планов счетов может затруднить контроль со стороны различных государственных органов. Квалификации, возможно, не хватит именно сотрудникам надзирающих органов.

На основании вышеизложенного отметим, что первоочередной задачей является разработка рамочной концепции федеральных стандартов бухгалтерского учета и отчетности. Данную задачу, ввиду значительной пассивности профессионального сообщества, должно взять на себя Министерство финансов РФ. На основе рамочной концепции необходимо перейти к системной разработке федеральных стандартов финансового учета. Необходимо обсудить, какое содержание вкладывается в принцип разработки федеральных стандартов бухгалтерского учета **«на основе»** международных стандартов финансовой отчетности.

Подразумевает ли требование разработать российский стандарт на основе Международного стандарта то, что между данными документами не должно быть противоречий? Или эти противоречия все-таки допускаются?

Следует провести широкое обсуждение необходимости разработки федеральных стандартов «Документы и документооборот в бухгалтерском учете» и «План счетов бухгалтерского учета». Необходимо уточнить перечень стандартов, предлагаемых к разработке, и расширить их список. В частности, на настоящий момент есть несколько ПБУ, которые регулируют учет расходов в отдельных случаях, например, ПБУ 15/2008 «Учет расходов по займам и кредитам»; ПБУ 17/2002 «Учет расходов на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы».

#### *Список литературы*

1. Международные стандарты бухгалтерского учета: взгляд в будущее. Приложение В. Качество стандартов бухгалтерского учета. Официальный отчет Financial Accounting Standards Board [Электронный ресурс]. – URL : [http:// consulting.ru/econs\\_art\\_369821093/cons\\_printview](http://consulting.ru/econs_art_369821093/cons_printview) (дата обращения: 11.09.2017).
2. Бакаев, А. С. Нормативное обеспечение бухгалтерского учета. Анализ и комментарии [Электронный ресурс] / А. С. Бакаев. – URL : <http://fin-buh.ru/text/84406-4.html> (дата обращения: 11.09.2017).
3. Об утверждении программы реформирования бухгалтерского учета в соответствии с международными стандартами финансовой отчетности [Электронный ресурс] : постановление Правительства № 283. – URL : [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_18125](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18125) (дата обращения: 11.09.2017).
4. Концепция развития бухгалтерского учета и отчетности в Российской Федерации на среднесрочную перспективу [Электронный ресурс] / одобрена приказом Минфина РФ от 01.07.2004 г. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_48508](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48508) (дата обращения: 11.09.2017).
5. О консолидированной финансовой отчетности [Электронный ресурс] : федер. закон РФ № 208-ФЗ от 27.07.2010. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103021/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103021/) (дата обращения: 11.09.2017).
6. О бухгалтерском учете [Электронный ресурс] : федер. закон РФ № 402-ФЗ от 06.12.2011. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122855/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/) (дата обращения: 11.09.2017).
7. Об утверждении программы разработки федеральных стандартов бухгалтерского учета на 2016 – 2018 годы [Электронный ресурс] : приказ Минфина РФ № 70н от 23 мая 2016 г. – URL : <http://base.garant.ru/71410266/> (дата обращения: 11.09.2017).
8. Сводная информация о ходе разработки федеральных стандартов бухгалтерского учета [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.minfin.ru> (дата обращения: 11.09.2017).

9. Запасы [Электронный ресурс] : перечень полученных в письменной форме замечаний заинтересованных лиц и результаты их обсуждения по проекту ФСБУ. – URL : [http://bmcenter.ru/Zamechaniya\\_Zapaci\\_2015-2016](http://bmcenter.ru/Zamechaniya_Zapaci_2015-2016) (дата обращения: 11.09.2017).

### *References*

1. [http://consulting.ru/econs\\_art\\_369821093/cons\\_printview](http://consulting.ru/econs_art_369821093/cons_printview) (accessed 11 September 2017).
2. <http://fin-buh.ru/text/84406-4.html> (accessed 11 September 2017).
3. [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_18125](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18125) (accessed 11 September 2017).
4. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_48508](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48508) (accessed 11 September 2017).
5. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103021/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103021/) (accessed 11 September 2017).
6. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122855/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/) (accessed 11 September 2017).
7. <http://base.garant.ru/71410266/> (accessed 11 September 2017).
8. <http://www.minfin.ru> (accessed 11 September 2017).
9. [http://bmcenter.ru/Zamechaniya\\_Zapaci\\_2015-2016](http://bmcenter.ru/Zamechaniya_Zapaci_2015-2016) (accessed 11 September 2017).

---

## **Problems of Development of Federal Accounting and Reporting Standards in Russia**

**E. A. Kirichenko, Hoang Duc Khanh**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** Federal standards of accounting; International Financial Reporting Standards; system approach; frame concept of development of standards.

**Abstract:** The article analyzes the problems related to the development of the system of consistent and high-quality federal standards of accounting and reporting on the basis of which the authentic, reliable and comparable financial statements have to be formed. The main problem is the lack of the frame concept of standards, defining the general policy for their contents and degree of coherence between the developed federal accounting standards and IFRS. The conclusion is drawn that the Ministry of Finance of the Russian Federation has to undertake the leading role in development of the system of accounting and reporting standards due to considerable passivity of professional community.

---

© Е. А. Кириченко,  
Хоанг Дык Хань, 2017

## ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**В. М. Никоноров**

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия*

*Рецензент д-р экон. наук, профессор И. Н. Гаврильчак*

**Ключевые слова:** алгоритм; интерполяция; аппроксимация; производственная функция; розничная торговля; экономико-математическая модель.

**Аннотация:** Исследована производственная функция розничной торговли. Предложено уточненное мультипликативно-степенное уравнение для построения производственной функции. Проведена оценка полученного уравнения производственной функции. Указано дальнейшее направление исследования – применение регрессионной дифференциальной модели.

Производственная функция – математическая модель сложной экономической системы. Данная модель отражает зависимость выпуска розничной торговли (розничный товарооборот (**РТО**)) Российской Федерации (**РТ РФ**) от ряда наиболее существенных факторов (например, занятость в розничной торговле, основные фонды розничной торговли и др.). Соответственно, производственная функция (**ПФ**) розничной торговли позволяет спрогнозировать поведение РТ РФ в зависимости от изменения факторов.

Розничная торговля, в свою очередь, обеспечивает конечное потребление населения страны и, соответственно, расширенное его воспроизводство. Производственная функция учитывает верные предпосылки (действительно важные факторы) и может дать адекватный прогноз будущего поведения системы. Если в основу метода построения производственной функции заложены неверные представления, то проверка ее на точность показывает некорректность выбранного пути и предполагает рассмотрение другого метода построения.

---

Никоноров Валентин Михайлович – кандидат экономических наук, доцент Высшей школы внутренней и внешней торговли, e-mail: nikanorv@mail.ru, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия.

Цель исследования – предложить метод построения производственной функции розничной торговли Российской Федерации и провести ее оценку.

Обратимся к модели РТ РФ в виде ПФ. Производственную функцию в разное время изучали как зарубежные, так и российские ученые [1 – 7]. Розничная торговля обеспечивает продажу товаров населению для личного потребления или использования в домашнем хозяйстве, объем розничного товарооборота определяется производственной функцией. Наиболее существенные факторы производственной функции РТ РФ – рабочая сила  $L$  (занятые в розничной торговле), капитал  $K$  (основные фонды розничной торговли), оптовая торговля  $T$  (товары, закупленные у оптовой торговли), импорт  $Im$  (поступление импортных товаров). Наряду с ключевыми факторами (капиталом и трудом) добавлен фактор – товары, закупленные у оптовой торговли. Так как данная стоимость оборотных фондов, то есть часть капитала. Предположим, что по аналогии с производственной функцией Кобба–Дугласа, зависимость розничного товарооборота от значимых факторов также носит мультипликативно-степенной характер

$$Y = CxL^{\alpha}xK^{\beta}xT^{\gamma}xIm^{\delta}, \quad (1)$$

где  $Y$  – розничный товарооборот, млрд р. в год;  $C$  – константа;  $\alpha$  – показатель степени при факторе «труд»;  $\beta$  – показатель степени при факторе «капитал»;  $\gamma$  – показатель степени при факторе «оптовая торговля»;  $\delta$  – показатель степени при факторе «импорт».

Соответственно, логарифмируя  $Y$ , получим выражение приемлемое для эконометрического исследования

$$\ln Y = \ln C + \alpha \ln L + \beta \ln K + \gamma \ln T + \delta \ln Im. \quad (2)$$

Возможно оценить исследуемую зависимость, применив данные по розничной торговле РФ (табл. 1), прологарифмировав которые составим табл. 2.

Проанализируем данные за период 2005 – 2014 гг. Регрессионная зависимость выглядит следующим образом:

$$\ln Y = 4,3664 - 0,1609 \ln L + 0,5067 \ln K + 0,1626 \ln T + 0,0838 \ln Im; \quad (3)$$

$$Y = e^{4,3664} xL^{-0,1609} xK^{0,5067} xT^{0,1626} xIm^{0,0838}. \quad (4)$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,9825, что указывает на сильную связь всех факторов с результатом.

Нормированный коэффициент множественной детерминации указывает на весьма высокую (более 97 %) детерминированность результата  $Y$  в модели с факторами  $L$ ,  $K$ ,  $T$ ,  $Im$ .

Фактическое значение критерия Фишера, равное 34,8, существенно превосходит табличное значение критерия Фишера, равное 5,19

Статистическая значимость уравнения (4) подтверждается. Зависимость нелинейная, что указывает на сложность экономической системы. Отрицательное значение  $\alpha$  может быть интерпретировано следующим образом

$$Y = \frac{e^{4,3664} xK^{0,5067} xT^{0,1626} xIm^{0,0838}}{L^{0,1609}}. \quad (5)$$

Таблица 1

**Данные о розничной торговле РФ за 2005 – 2015 гг.\***

| Год  | РТО,<br>млрд р. | Занятость,<br>тыс. чел. | Основные<br>фонды,<br>млрд р. | Оптовая<br>торговля,<br>млрд р. | Импорт,<br>млн долл.<br>США |
|------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 2005 | 2659,7          | 1808,4                  | 110,7                         | 10271,7                         | 21049                       |
| 2006 | 3127,3          | 1872,5                  | 134,1                         | 14651,9                         | 27103                       |
| 2007 | 4371,4          | 2254,3                  | 190,1                         | 18948,8                         | 36257                       |
| 2008 | 4528,5          | 2398,7                  | 337,2                         | 24273,6                         | 46830                       |
| 2009 | 5184,6          | 2376,7                  | 361,8                         | 21104,4                         | 39559                       |
| 2010 | 6337,6          | 2366,6                  | 429,5                         | 23848,6                         | 50546                       |
| 2011 | 7492,7          | 2440,8                  | 506,9                         | 29099,3                         | 59270                       |
| 2012 | 7869,3          | 2500,9                  | 634,1                         | 33928,3                         | 58702                       |
| 2013 | 8536,2          | 2634,6                  | 733,8                         | 29556,7                         | 61295                       |
| 2014 | 9935,3          | 2725,8                  | 889,2                         | 35206,9                         | 56275                       |
| 2015 | 10926,4         | 2748,3                  | 916,8                         | 39264                           | 37425                       |

\* Составлено по данным Росстата.

Таблица 2

**Промежуточные данные для анализа ПФ РТ РФ**

| Год  | lnY     | lnL         | lnK       | lnT     | lnIm   |
|------|---------|-------------|-----------|---------|--------|
| 2005 | 7,88597 | 7,500197755 | 4,7068238 | 9,23715 | 9,955  |
| 2006 | 8,04793 | 7,535029715 | 4,8985858 | 9,59233 | 10,207 |
| 2007 | 8,38284 | 7,720594782 | 5,2475502 | 9,84950 | 10,498 |
| 2008 | 8,41815 | 7,782682203 | 5,8206762 | 10,0971 | 10,754 |
| 2009 | 8,55345 | 7,773468250 | 5,8910916 | 9,95724 | 10,586 |
| 2010 | 8,75426 | 7,769209605 | 6,0626217 | 10,0795 | 10,831 |
| 2011 | 8,92168 | 7,800081133 | 6,2283137 | 10,2785 | 10,990 |
| 2012 | 8,97072 | 7,824405946 | 6,4522067 | 10,4320 | 10,980 |
| 2013 | 9,05207 | 7,876486647 | 6,5982365 | 10,2941 | 11,023 |
| 2014 | 9,20385 | 7,910517242 | 6,7903222 | 10,4690 | 10,938 |

Из формулы (5) следует, что рост занятых в розничной торговле будет снижать розничный товарооборот. Современные тенденции в ритейле направлены на оптимизацию численности занятых в розничной торговле. В частности, вместо кассиров устанавливаются кассы самообслуживания (кассы без кассиров).

Для оценки полученной зависимости применим данные за 2015 г. (табл. 3).

Подставляя данные за 2015 г., получим расчетное значение РТО, равное 9 422 млрд р. Расхождение с фактическим значением РТО, равным 10 296,4 млрд р., существенное.

Можно предположить несущественность фактора «импорт» и просчитать получившиеся данные (табл. 4). Импорт продовольственных товаров попадает в розничную торговлю через оптовую торговлю. Так как фактор «оптовая торговля» учтен, то, тем самым, учтен и фактор «импорт». Во избежание двойного счета и для повышения точности модели розничной торговли РФ устраним из (4) фактор «импорт».

Регрессионная зависимость выглядит следующим образом:

$$\ln Y_1 = 4,4267 - 0,1336 \ln L + 0,5114 \ln K + 0,2219 \ln T; \quad (6)$$

$$Y_1 = \frac{e^{4,4267} x K^{0,5114} x T^{0,2219}}{L^{0,1336}}. \quad (7)$$

Очевидно, что рост занятости в розничной торговле снижает розничный товарооборот, в то время как рост факторов «капитал» и «оптовая торговля» его увеличивают. По мнению автора, производственная функция конкретной отрасли должна учитывать специфику рассматриваемой отрасли. Зависимость (7) учитывает подобную специфику розничной торговли.

Таблица 3

**Данные о розничной торговле РФ за 2015 г.**

| Год  | Y, млрд р. | L, тыс. чел. | K, млрд р. | T, млрд р. | Im, млн долл. США |
|------|------------|--------------|------------|------------|-------------------|
| 2015 | 10926,4    | 2748,3       | 916,8      | 39264      | 37425             |

Таблица 4

**Промежуточные данные для анализа ПФ РТ РФ без импорта**

| Год  | lnY     | lnL         | lnK       | lnT     |
|------|---------|-------------|-----------|---------|
| 2005 | 7,88597 | 7,500197755 | 4,7068238 | 9,23715 |
| 2006 | 8,04793 | 7,535029715 | 4,8985858 | 9,59233 |
| 2007 | 8,38284 | 7,720594782 | 5,2475502 | 9,84950 |
| 2008 | 8,41815 | 7,782682203 | 5,8206762 | 10,0971 |
| 2009 | 8,55345 | 7,773468250 | 5,8910916 | 9,95724 |
| 2010 | 8,75426 | 7,769209605 | 6,0626217 | 10,0795 |
| 2011 | 8,92168 | 7,800081133 | 6,2283137 | 10,2785 |
| 2012 | 8,97072 | 7,824405946 | 6,4522067 | 10,4320 |
| 2013 | 9,05207 | 7,876486647 | 6,5982365 | 10,2941 |
| 2014 | 9,20385 | 7,910517242 | 6,7903222 | 10,4690 |

Подставляя данные за 2015 г., получим расчетное значение РТО 9 945 млрд р. Расхождение с фактическим значением РТО, равным 10 296,4 млрд р., составляет 3,4 %, что также является существенным отклонением. На рисунке 1 приведены фактические значения РТ РФ за период 2005 – 2015 гг. и расчетные значения розничного товарооборота РФ за данный период, полученные по формуле (7). Сходимость есть, но для 2015 г. отклонение 3,4 %, что является существенным.

Предварительные расчеты показывают, что десяти точек недостаточно для корректной аппроксимации предложенного степенного уравнения ПФ РТ РФ. Один из путей повышения точности модели – увеличение числа рассматриваемых точек (проанализировать квартальные данные, месячные данные).

Недостаток формулы (1) – отсутствие фактора времени, то есть динамики. Предложим новое уравнение ПФ РТ РФ с учетом фактора времени

$$\frac{dY}{dt} = a_0 + a_1 xL(t) + a_2 xK(t) + a_3 xT(t) + a_4 xIm(t) + a_5 xY(t). \quad (8)$$

Во избежание ошибочного толкования отметим, что (8) это не результат дифференцирования (1); зависимость (1) – мультипликативно-степенная; зависимость (8) – обыкновенное дифференциальное уравнение.

Для аппроксимации решения (8) можно применить как усовершенствованный метод Эйлера, так и более точный метод Рунге–Кутты, что может послужить направлением следующего исследования.

Результаты исследования:

1) предложен метод построения производственной функции РТ РФ в виде мультипликативно-степенной функции. Указаны наиболее существенные факторы, влияющие на розничный товарооборот – товары, закупленные у оптовой торговли; занятость в розничной торговле; основные фонды розничной торговли; импорт, который попадает в розничную торговлю. Соответственно, производственной функцией задается одна из моделей РТ РФ. Дана оценка полученной производственной функции РТ РФ;

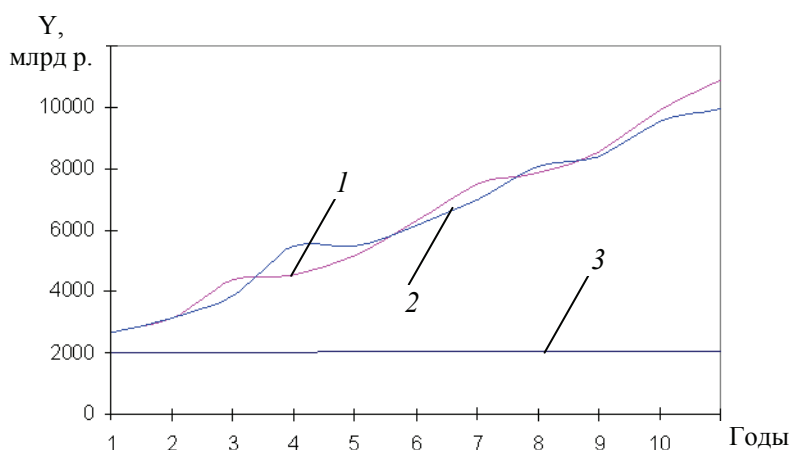


Рис. 1. Аппроксимация ПФ РТ РФ степенной функцией:

1 – РТО<sub>факт</sub>; 2 – РТО<sub>расч</sub>; 3 – год

2) по результатам оценки ПФ РТ РФ предложено дальнейшее направление исследования – построение производственной функции РТ РФ в виде обыкновенного дифференциального уравнения.

#### *Список литературы*

1. Cobb, W. A Theory of Production / W. Cobb, P. H. Douglas // *The American Economic Review*. – 1928. – Vol. 18., No. 1. – 139 – 165 p.
2. Клейнер, Г. Б. Производственные функции: теории, методы, применение / Г. Б. Клейнер. – М. : Финансы и статистика, 1986. – 239 с.
3. Макаров, В. Л. Вычислимая модель российской экономики (RUSEC): препринт № wp/99/069 / В. Л. Макаров. – М. : ЦЭМИ РАН, 1999. – 93 с.
4. Ильин, И. В. Управление проектами. Основы теории, методы, управление проектами в области информационных технологий / И. В. Ильин, С. В. Широкова, М. Эссер. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 311 с.
5. Формирование проекта по интеграции технологий обработки больших данных в архитектуру предприятия / И. В. Ильин и др. // Неделя науки СПбПУ: мат-лы науч. форума с Междунар. участием. Междисциплинарные секции и пленарные заседания ин-в. – СПб., 2015. – С. 92 – 102.
6. Ильин, И. В. Вопросы формирования архитектуры инжиниринговых компаний / И. В. Ильин, Ю. Л. Левченко, А. И. Лёвина // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Сер. Экономические науки. – 2013. – № 1-2 (163). – С. 48 – 54.
7. Ильин, И. В. Кредитование посреднической деятельности предприятия / И. В. Ильин, Н. А. Соколицына // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Сер. Экономические науки. – 2009. – № 2-1 (75). – С. 209 – 214.

#### *References*

1. Cobb W., Douglas P.H., A Theory of Production, *The American Economic Review*, 1928, vol. 18, no. 1, pp. 139-165.
2. Kleiner G.B., *Proizvodstvennye funktsii: teorii, metody, primenenie* [Production functions: theories, methods, application], Moscow: Finansy i statistika, 1986, 239 p. (In Russ.)
3. Makarov V.L., *Vychislimaya model' rossiiskoi ekonomiki (RUSEC)* [Computable model of the Russian economy (RUSEC)], Moscow: TsEMI RAN, 1999, 93 p. (In Russ.)
4. Il'in I.V., Shirokova S.V., Esser M., *Upravlenie proektami. Osnovy teorii, metody, upravlenie proektami v oblasti informatsionnykh tekhnologii* [Project management. Fundamentals of theory, methods, project management in the field of information technology], St. Petersburg: Izd-vo Politekh. un-ta, 2015, 311 p. (In Russ.)
5. Il'in I.V., Il'yashenko O.Yu., Levina A.I., Shirokova S.V., Dubgorn A.S. [Forming a project to integrate large data processing technologies into enterprise architecture], *Nedelya nauki SPbPU* [Science Week SPbPU], mat-ly nauch. foruma s Mezhdunar. uchastiem. Mezhdistsipl. sektsii i plenarnye zasedaniya in-v, St. Petersburg, 2015, pp. 92-102. (In Russ.)
6. Il'in I.V., Levchenko Yu.L., Levina A.I., *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universite-ta. Ser. Ekonomicheskie nauki* [Scientific and technical lists of the St. Petersburg State Polytechnic University. Ser. Economic sciences], 2013, no. 1-2 (163), pp. 48-54. (In Russ.)

7. Il'in I.V., Sokolitsyna N.A., *Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ser. Ekonomicheskie nauki* [Scientific and technical lists of the St. Petersburg State Polytechnic University. Ser. Economic sciences], 2009, no. 2-1 (75), pp. 209-214. (In Russ.)

---

## **Evaluation of the Production Function of Retail Trade in the Russian Federation**

**V. M. Nikanorov**

*St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great,  
St. Petersburg, Russia*

**Keywords:** approximation; differential equation; factor; model; production function; system.

**Abstract:** The author investigates the production function of retail trade. Sedate equation and the ordinary differential equation are proposed to construct a production function. One of options of production function is evaluated. The specifics of the further direction of the research is the description of retail trade as a control system.

---

© В. М. Никоноров, 2017

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. Л. Попова, Т. А. Бондарская, О. В. Бондарская

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

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

**Ключевые слова:** валовой региональный продукт; демография; естественный прирост населения; регион; рождаемость; смертность; устойчивое развитие.

**Аннотация:** Исследовано влияние демографических процессов, связанных с естественным движением населения, на развитие региона. На примере Тамбовского региона проведено исследование за период с 1990 г. по 2015 г. с использованием статистических методов анализа, включающих построение регрессионных уравнений, таблиц и графиков. Дан сравнительный анализ динамики численности населения Тамбовской области и Российской Федерации. Сделаны прогнозные оценки численности населения. Проведен расчет потерь экономики региона от высокого уровня смертности населения и низкого значения коэффициента рождаемости.

### Введение

Вопросы устойчивого экономико-социально-экологического развития территорий рассмотрены во многих научных публикациях. Данная тема неоднократно обсуждалась на конференциях различного уровня. Среди факторов, оказывающих как позитивное, так и негативное влияние на процесс развития, особая роль отводится демографическим процессам.

В соответствии со Стратегией социально-экономического развития Центрального федерального округа (ЦФО) на период до 2020 г. одним из направлений развития территории является рациональная организация, сохранение и воспроизводство человеческого потенциала [1]. К факторам,

---

Попова Галина Львовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономический анализ и качество», e-mail: galina2011.porova@yandex.ru; Бондарская Татьяна Анатольевна – доктор экономических наук, доцент кафедры «Экономический анализ и качество»; Бондарская Оксана Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономический анализ и качество», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

сдерживающим развитие территории, относятся сокращение численности населения, долговременные кризисные демографические процессы, недостаток квалифицированных кадров, значительная дифференциация плотности населения по регионам и районам области, рост потребности в трудовых ресурсах.

Наблюдаемые процессы стали результатом такого явления, как депопуляция (низкая рождаемость, массовое распространение малодетности в семьях, высокая смертность), которое наблюдалось в России в 1990 – 2000 гг. Особенностью тенденций данного периода стало значительное сокращение населения трудоспособного возраста, как следствие – изменения в структуре спроса и предложения рабочей силы на рынке труда [2].

Традиционно в экономической литературе анализируется влияние демографических процессов на экономико-социально-экологическое развитие территорий. Однако существует и обратная связь между этими процессами. В данном случае можно говорить о существовании непрерывного цикла воспроизводства: население – трудовая деятельность – экономическое развитие – новое население [3].

#### Анализ динамики естественного движения населения Тамбовской области

Демоэкономические процессы изучены в настоящее время гораздо менее детально, чем экономико-демографические [2]. Отличительной особенностью демоэкономических процессов от экономико-демографических является величина временного лага между влияющим фактором и последующей реакцией объекта воздействия. Демографические процессы, протекающие в регионе, реализуются через естественное и миграционное изменения численности населения.

Примером реализации экономико-демографических процессов является естественный прирост населения, который в сложные для населения периоды жизни принимал отрицательные значения (рис. 1) [4]. Например, резкое снижение коэффициента естественного прироста населения наблюдалось с 1991 г., а в 1992 г. – впервые достигнуто отрицательное значение. В кризис 1998 г. не наблюдалось увеличения отрицательного прироста,

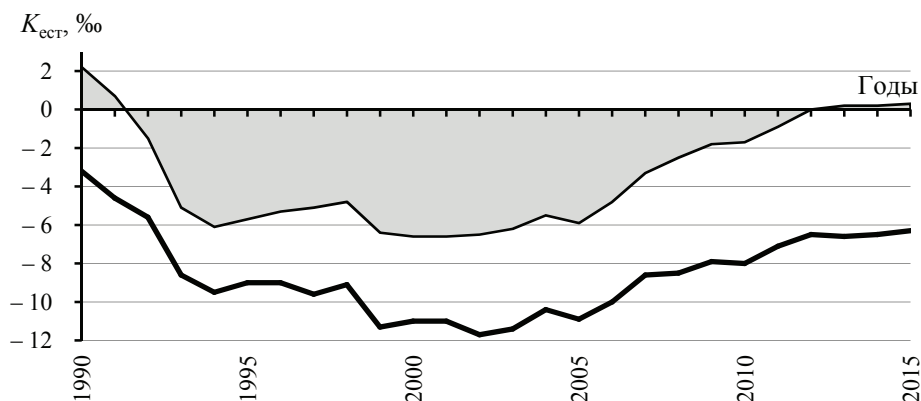


Рис. 1. Динамика коэффициента естественного прироста населения  $K_{\text{ест}}$ :  
 – Российская Федерация;  – Тамбовская область

которое наступило через год. Таким образом, временной лаг для экономико-демографических событий является небольшим. Поэтому взаимовлияние факторов может быть легко выявлено.

Влияние демоэкономических процессов проявляется с гораздо большим лагом, поэтому не так очевидно. Данная особенность затрудняет процесс исследования.

Тенденции естественного прироста населения в регионах представлены в научных исследованиях [2, 5 – 9] и др. Демографические процессы протекают в регионах по-разному. Наиболее благополучно ситуация складывается в Ингушетии, Дагестане, Чечне и Туве [5].

В Тамбовской области демографическая ситуация является неблагоприятной и требует пристального внимания со стороны региональных органов власти. Демографические процессы в регионе рассмотрены в научных трудах [10 – 12], где отмечена сложившаяся негативная ситуация и необходимость принятия мер, направленных на ее улучшение, однако, не проведено исследование взаимосвязи между демографическими процессами и их влиянием на развитие региона. Целью данной работы является анализ естественного движения населения в Тамбовском регионе и его влияние на экономическое развитие территории. Под естественным движением населения подразумевается совокупность произошедших за определенный период рождений и смертей, оказавших влияние на изменение численности населения, проживающего на определенной территории.

По состоянию на 1 января 2016 г. в регионе проживало 1050,3 тыс. человек. За период с 1990 по 2015 гг. среднегодовая численность населения региона сократилась на 259,94 тыс. человек или на 19,75 %. Наиболее существенное сокращение наблюдалось с 2001 по 2006 гг. и составляло в среднем 1,4 % ежегодно. В последующий период сокращение численности населения региона составляло в среднем 0,77 % (рис. 2). Однако общий характер наблюдаемых тенденций за анализируемый период не изменился.

На основе статистических данных по среднегодовой численности населения Тамбовской области  $\hat{y}$  за период с 1990 по 2015 гг. [4] построено линейное уравнение регрессии:

$$\hat{y} = 1363,11 - 12,50t; \quad (1)$$

(159,6)      (-22,6)

$$F(1; 24) = 510,80, \quad R^2 = 0,9551,$$

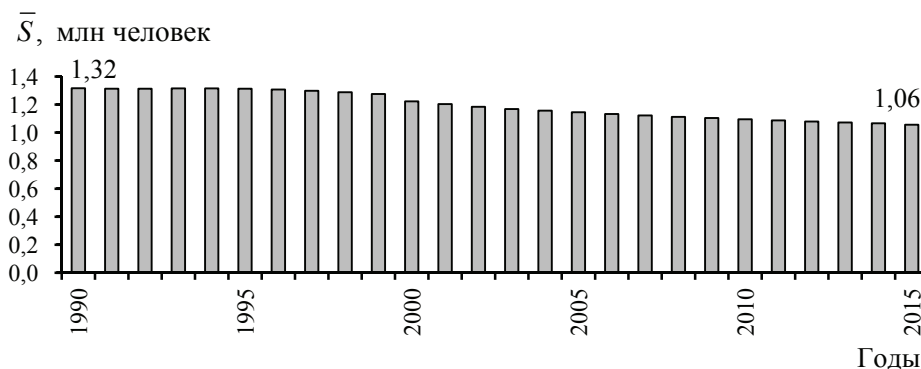


Рис. 2. Динамика среднегодовой численности населения Тамбовской области

где  $t$  – время, годы,  $t = 1, \dots, 26$ ;  $F(k_1; k_2)$  – критерий Фишера,  $k_1, k_2$  – числа степеней свободы;  $R^2$  – коэффициент детерминации.

Данное уравнение регрессии (1) является статистически значимым ( $p = 0,95$ ), так как расчетное значение критерия Фишера превышает табличное. Значимыми также являются и коэффициенты уравнения регрессии, так как расчетные значения  $t$ -критерия Стьюдента ( $t_{b_0} = 159,6$  и  $t_{b_1} = -22,6$ ) превышают табличное ( $t_{кр}(24; 0,05) = 2,064$ ).

Коэффициент детерминации составил 0,9551, то есть 95,51 % вариации независимой переменной «Среднегодовая численность населения региона, тыс. человек» объясняются влиянием фактора времени  $t$ . Из уравнения регрессии следует, что в среднем ежегодно численность населения региона за анализируемый период сокращалась на 12,50 тыс. человек. Согласно прогнозу, в 2016 г. ожидалась численность населения  $(1025,61 \pm 17,63)$  тыс. человек, а в 2017 г. –  $(1013,11 \pm 18,63)$  тыс. человек. На сложившуюся тенденцию анализируемого показателя оказали влияние процессы естественного и миграционного движения населения.

В данном исследовании особый интерес вызывает динамика естественного движения населения. За период с 1990 по 2015 гг. в Тамбовской области наблюдался отрицательный естественный прирост населения. Наибольших значений он достигал в 1999 – 2003 гг. и составлял в среднем 11,28 ‰, то есть ежегодное сокращение численности населения составляло 11,28 человек на 1000 человек населения.

За период с 1995 по 2015 гг. наблюдался постепенный рост коэффициента рождаемости с 8,5 до 9,5 ‰ (рис. 3). Рост анализируемого показателя был неравномерным. Сначала наблюдалось его сокращение, которое достигло минимального уровня в 1999 г. (7,4 ‰), а затем – постепенный рост.

Для коэффициента смертности характерно отсутствие явно выраженной тенденции. До 2003 г. наблюдалось колебание анализируемого показателя. Например, 1999 г. характеризовался резким ростом коэффициента смертности, который увеличился с 1995 по 1999 гг. на 1,2 ‰ и составил

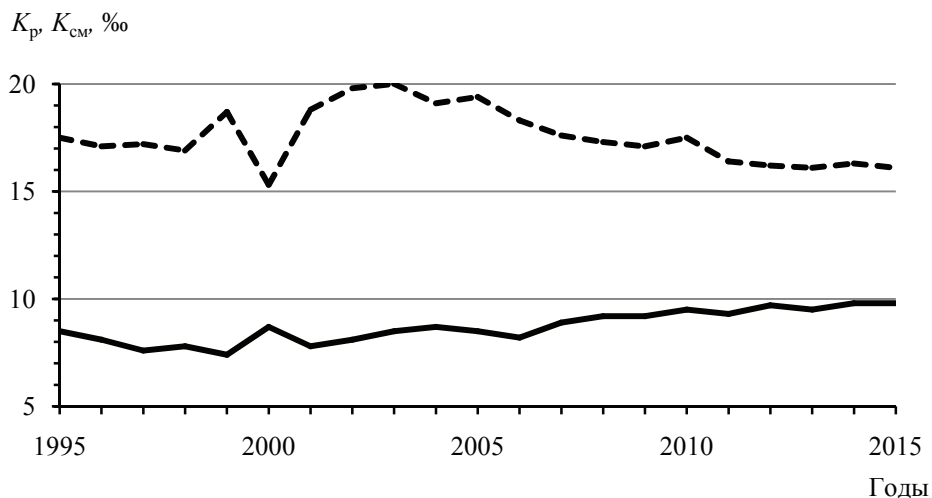


Рис. 3 Динамика коэффициента рождаемости  $K_p$  (—) и коэффициента смертности  $K_{см}$  (---) в Тамбовской области

18,7 %. С 2000 года произошла смена тенденции: значение данного коэффициента резко упало (на 3,2 %), достигнув уровня 15,3 %. В последующие годы коэффициент смертности вновь вырос до пикового максимума в 2003 г. (20,0 %), а затем наблюдался постепенный спад анализируемого показателя, который к 2015 году достиг уровня 16,1 %.

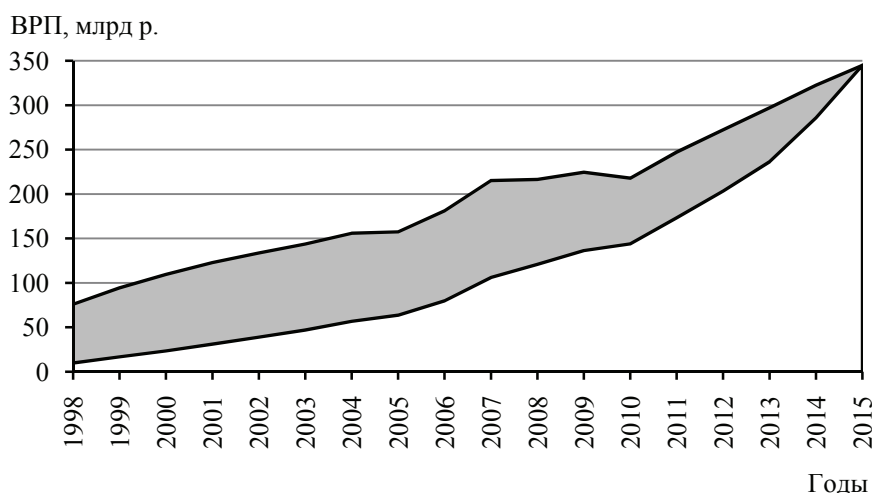
Анализируя динамику коэффициентов смертности и рождаемости, следует отметить, что на рост первого и спад последнего показателей в 2000 г. оказал влияние финансовый кризис 1999 г. В год, следующий за мировым финансовым кризисом 2008 – 2009 гг., наблюдался незначительный рост коэффициента смертности – на 0,4 %. В 2010 году он составил 17,5 %, а затем последовало его плавное снижение. На динамику коэффициента рождаемости последующие кризисы явно выраженного влияния не оказали. Снижение чувствительности коэффициента рождаемости к неблагоприятным финансово-экономическим факторам связано с действующими в регионе государственными программами по поддержке рождаемости среди населения. Положительный эффект на динамику коэффициента рождаемости оказала Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года [13]. В рамках данной концепции осуществляется реализация дополнительных мер, направленных на оздоровление сложившейся демографической ситуацией, в форме предоставления материального (семейного) капитала. Эти меры реализуются с 2007 г. в рамках Федерального закона «О мерах дополнительной поддержки семей, имеющих детей» [14].

С 2016 года на территории Тамбовской области действует программа регионального материнского капитала, который выплачивается при рождении третьего и последующих детей. В настоящее время на территории области реализуется государственная программа Тамбовской области «Социальная поддержка граждан» на 2014 – 2020 гг. [15], целью которой является создание условий для роста благосостояния граждан, пользующихся социальной поддержкой; повышение доступности социального обслуживания населения. В состав государственной программы входит подпрограмма «Совершенствование социальной поддержки семьи и детей».

Действие социальных программ, направленных на изменение демографической ситуации в сторону положительной динамики, является важнейшей составляющей демографической политики. Столь пристальное внимание к сложившейся демографической ситуации имеет под собой и экономическую основу, так как сокращение численности постоянного населения, проживающего на территории Тамбовской области, создает ограничения в развитии экономики региона.

#### **Анализ тенденций формирования валового регионального продукта в регионе**

За период с 1998 по 2015 гг. валовой региональный продукт (ВРП) Тамбовской области возрос в текущих ценах на 275,8 млрд р. или в 28,9 раза, а в сопоставимых – на 246,6 млрд р. или в 4,2 раза (рис. 4). Мировой финансовый кризис 2008 – 2009 гг. существенного влияния на экономику Тамбовской области не оказал. Тенденция роста анализи-



**Рис. 4. Динамика ВРП Тамбовской области:**  
 – сопоставимые цены;  – текущие цены

руемого показателя была не равномерной. Значительный прирост ВРП, по сравнению с предыдущим годом, наблюдался в 2007 г. и составил в текущих ценах 26,3 млрд р. или 33,0 %, а в сопоставимых – 34,1 млрд р. или 18,8 %. Таким образом, в 2007 году ВРП достиг уровня 106,0 млрд р. в текущих ценах или 215,2 млрд р. в сопоставимых ценах 2015 г.

В 2010 году наблюдался спад ВРП (в сопоставимых ценах), который сократился по сравнению с предыдущим годом на 6,65 млрд р. или 2,96 %. В текущих ценах, наоборот, наблюдалось увеличение анализируемого показателя на 7,58 млрд р. или 5,56 %. Несмотря на положительную динамику, темп прироста ВРП Тамбовской области в текущих ценах оказался значительно ниже среднего уровня в 2008 – 2012 гг. (14,02 %). Снижение темпов роста ВРП в 2010 г. вызвано неблагоприятными погодными условиями, которые привели к спаду объемов производства продукции сельского хозяйства в регионе по сравнению с уровнем прошлых лет.

С 2010 года сформировалась устойчивая динамика роста ВРП, который в период 2010 – 2015 гг. возрос в текущих ценах на 200,98 млрд р. или 139,66 %, а в сопоставимых – на 127,07 млрд р. или 58,34 %.

#### **Оценка потерь ВРП региона за счет влияния процессов естественного движения населения**

Следующим этапом исследования стал расчет потерь ВРП от высокого уровня смертности. Для исследования выбраны 2010 – 2015 гг., которые характеризовались наличием устойчивой динамики роста анализируемого показателя. В исследуемом периоде наименьший уровень смертности в Тамбовской области приходился на 2015 г. и составлял 16,1 ‰, то есть численность умерших была 17,0 тыс. человек. Максимальный уровень коэффициента рождаемости приходился на 2015 г. и составил 9,8 ‰, то есть родилось живыми 10,4 тыс. человек.

В дальнейших расчетах сделано допущение, что численность родившихся и умерших была неизменной в период 2010 – 2015 гг. и находилась на уровне 2015 г. В данном случае расчет потерь численности населения от высокой смертности и низкой рождаемости осуществлен путем пересчета по формулам (2) – (5).

Скорректированная численность населения на конец  $i$ -го года

$$S_{к.г. i}^* = S_{н.г. i} - M_i^* + N_i^* + \Delta_{мигр. i}, \quad (2)$$

где  $S_{н.г. i}$  – численность населения на начало  $i$ -го года, тыс. человек, которая на начало 2010 г. принята равной величине 1099,65 тыс. человек. В последующие годы для расчетов принимается скорректированная величина, то есть  $S_{н.г. i+1}^* = S_{к.г. i}^*$ ;  $M_i^*$  – скорректированная численность умерших, принято 17,0 тыс. человек;  $N_i^*$  – скорректированная численность родившихся, принято 10,4 тыс. человек;  $\Delta_{мигр. i}$  – сальдо миграции в  $i$ -м году, тыс. человек.

Среднегодовая численность населения в  $i$ -м периоде определяется по формуле среднего арифметического простого

$$\bar{S}_i^* = (S_{н.г. i}^* + S_{к.г. i}^*) / 2. \quad (3)$$

Потери численности населения в  $i$ -м периоде определяются по формуле

$$\Delta S_i^* = \bar{S}_i^* - \bar{S}_{i-1}^*. \quad (4)$$

Расчет потерь ВРП в  $i$ -м периоде от высокого коэффициента смертности

$$\Delta ВРП_i = ВРП_{на душу насел. i} \Delta S_i^*, \quad (5)$$

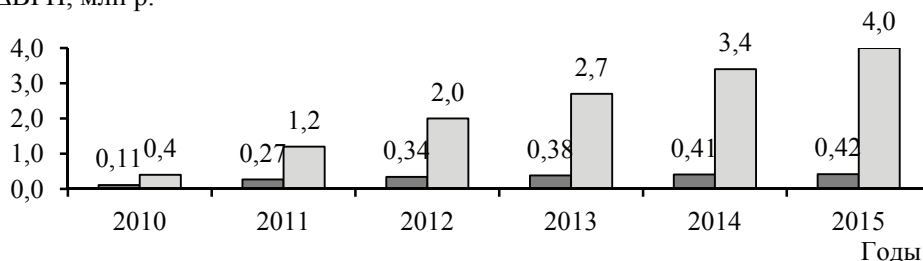
где  $ВРП_{на душу насел. i}$  – размер ВРП на душу населения в  $i$ -м году.

Аналогичным образом проведен расчет потерь ВРП при принятии в качестве базы сравнения средних значений коэффициентов смертности и рождаемости по России. Согласно данным Росстата, максимальный уровень рождаемости по РФ за период 2010 – 2015 гг. наблюдался в 2012 и 2014 – 2015 гг. и составил 13,3 ‰, а минимальный уровень смертности – в 2013 г. и 2015 г. (13,0 ‰).

Результаты пересчета показателей естественного движения населения осуществлены при скорректированных значениях численности родившихся  $N_i^* = 14,0$  тыс. чел. и умерших  $M_i^* = 13,7$  тыс. чел. Аналогичный расчет потерь ВРП в 2010 – 2015 гг. за счет сокращения численности населения проведен по формулам (2) – (5). Результаты расчетов потерь ВРП для двух вариантов расчетов представлены на рис. 5.

Таким образом, потери ВРП в 2015 г., когда в качестве базы сравнения были приняты минимальный уровень смертности и максимальный уровень рождаемости в 2010 – 2015 гг. по Тамбовской области, составили 0,42 %. При выборе в качестве базы сравнения данных по РФ, в 2015 г. потери составили 4,0 % от величины ВРП. Всего за весь расчетный пери-

ΔВРП, млн р.



**Рис. 5. Потери ВРП Тамбовской области  
от высокого уровня смертности населения:**

база сравнения: ■ – Тамбовская область; □ – Российская Федерация

од, потери ВРП за счет высокой смертности и низкой рождаемости населения при выборе в качестве базы сравнения Тамбовской области составили 4 836,29 млн р., а при сравнении с РФ – 36 553,98 млн р.

### Заключение

Потери населения за счет низких значений естественного движения населения оказывают негативное влияние на рост ВРП региона. В настоящее время существуют государственные программы, направленные на поддержание и рост рождаемости.

К факторам, сдерживающим увеличение численности рождаемости, следует отнести следующие:

1. Возрастная структура населения. Как правило, наибольшее число рождений наблюдается у женщин в возрасте 25 – 29 лет. В настоящее время происходит замещение более многочисленных возрастных групп родившихся в 80-е гг. XX века, менее многочисленными – родившихся в 90-е гг. того же века. Этот объективный фактор будет и дальше оказывать негативное влияние на снижение рождаемости.

2. В регионе протекают активные миграционные процессы, связанные с выбытием населения. Наиболее активное участие в них принимает трудоспособное население в возрасте 20–35 лет. Следовательно, они уже не смогут участвовать в процессах демографического развития региона.

3. Рождение ребенка связано с дополнительными расходами на его содержание. Низкие средние доходы семьи являются сдерживающим фактором. Согласно статистическим данным, среднедушевые доходы населения региона в 2016 г. составляли 26 357 тыс. р. при величине прожиточного минимума 10 598 р. Таким образом, семье сложно формировать свой бюджет до тех пор, пока работает только один из родителей (несмотря на возможность получения доплат и льгот). Еще больше финансовых ограничений возникает при рождении второго или третьего ребенка [16, 17].

4. Рост доходов населения региона следует связывать с отраслевой структурой экономики. В настоящее время в области наиболее часто встречаются вакансии, не требующие высокого уровня образования: продавцы, распространители товаров, водители. Между темпами роста ВРП и сложившейся структурой вакансий существует взаимосвязь. Вакансии косвенно характеризуют основные направления развития бизнеса в регио-

не, а размер предлагаемой заработной платы позволяет оценить эффективность развития бизнеса или уникальность требуемого специалиста.

В структуре валовой добавленной стоимости наибольшая доля приходится на четыре основных вида экономической деятельности: «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» (25,8 %), «Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования» (15,6 %), «Строительство» (14,6 %) и «Обрабатывающие производства» (12,6 %). Согласно оценкам специалистов, они могут различаться по уровням технологических укладов. Под технологическим укладом подразумевается замкнутый производственный цикл, включающий в себя получение первичных ресурсов, а также все этапы обработки данных ресурсов и выпуск готового продукта [18].

Сложившаяся ситуация в Тамбовской области является типичной для целого ряда регионов России. Наибольшее число передовых технологий в России по данным 2013 г. соответствовало четвертому укладу (50,33 %). Они активно использовались в обрабатывающих производствах. Технологии, используемые в сельском хозяйстве, могут относиться к третьему или четвертому укладу [19]. Технологии, соответствующие пятому укладу составляли только 14,09 %, шестому – 0,78 % от общего их числа [18]. Задержка с техническим перевооружением производства, использование устаревших технологий приводят к снижению производительности труда, низкой доле конкурентоспособной высокотехнологичной российской продукции на мировых рынках.

Инновационные производства, относящиеся к пятому и шестому технологическому укладу, которые являются высокопроизводительными и высокорентабельными не редко располагаются в крупных городах России. Это создает предпосылки в дифференциации уровня организации производства, производительности труда, оплаты труда, уровня жизни. Выход из сложившейся ситуации возможен за счет создания современных производств, соответствующих пятому или шестому технологическому укладу и способных выпускать конкурентоспособную продукцию. Рост количества современных производств на территории региона будет способствовать повышению доходов населения, увеличению его естественного и миграционного прироста.

Для повышения значений коэффициента естественного прироста населения необходимо разрабатывать и реализовывать программы по снижению смертности населения от заболеваний, несчастных случаев, травматизма и других причин.

#### *Список литературы*

1. Стратегия социально-экономического развития Центрального федерального округа на период до 2020 года : утв. распоряжением правительства Рос. Федерации от 6 сент. 2011 г. № 1540-р // КонсультантПлюс : справ.-правовая система. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_119764/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119764/) (дата обращения: 21.04.2017).
2. Бакуменко, Л. П. Демозэкономические процессы в регионе / Л. П. Бакуменко, Е. В. Костромина // Систем. управление. – 2016. – № 2 (31). – С. 5.
3. Кирпичев, В. В. Моделирования демозэкономических связей в системе «население – экономика» / В. В. Кирпичев // Теория и практика обществ. развития. – 2012. – № 4. – С. 329 – 331.

4. Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт. – Режим доступа : <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 05.04.2017).
5. Ибрагимов, М. Р. А. Актуальные проблемы Республики Дагестан / М. Р. А. Ибрагимов // Вестн. Дагест. науч. центра. – 2014. – № 52. – С. 90 – 95.
6. Шабалина, Ю. Н. Актуальные вопросы по улучшению демографической ситуации в РФ на примере Воронежской области [Электронный ресурс] / Ю. Н. Шабалина // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 1 (13). – С. 157 – 160. – Режим доступа : <http://www.pnojournal.wordpress.com/archive15/15-01/> (дата обращения: 24.04.2017).
7. Цыкунов, Г. А. Демографические процессы в Иркутской области в 1990 – 2000-е годы / Г. А. Цыкунов // Иркутский историко-экономический ежегодник / М-во образования и науки РФ, Байкал. гос. ун-т, Регион. центр науч. исслед. экон. истории России. – Иркутск, 2016. – С. 475 – 481.
8. Даниелян, М. Г. Особенности демографической ситуации в Курской области / М. Г. Даниелян, Т. А. Извекова // Регион. вестн. – 2016. – № 1. – С. 19 – 21.
9. Молчанова, Е. В. Определение приоритетных направлений демографической политики статистическими методами / Е. В. Молчанова, Г. Т. Шкиперова // Народонаселение. – 2016. – № 1. – С. 79 – 81.
10. Гладкова, В. О демографической ситуации в некоторых муниципальных образованиях России / В. Гладкова, Р. Жариков // Самоуправление. – 2015. – № 11. – С. 32 – 34.
11. Стукалин, А. В. Влияние демографического фактора на уровень жизни населения Тамбовской области. Анализ и пути улучшения / А. В. Стукалин // Уровень жизни населения регионов России. – 2012. – № 8. – С. 89 – 101.
12. Лелякова, С. О. О демографической ситуации Тамбовской области в цифрах статистики / С. О. Лелякова, Т. Н. Черемисина // Социально-эконом. явления и процессы. – 2013. – № 12 (58). – С. 77 – 82.
13. Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г. : утв. Указом Президента РФ от 09.10.2007 № 1351 // КонсультантПлюс : справ.-правовая система. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_71673/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71673/) (дата обращения: 21.04.2017).
14. О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей : федер. закон от 29.12.2006 № 256-ФЗ // КонсультантПлюс : справ.-правовая система. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64872/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64872/) (дата обращения: 21.04.2017).
15. Государственная программа Тамбовской области «Социальная поддержка граждан» на 2014 – 2020 годы : утв. Постановлением адм. Тамб. обл. от 13.08.2014 г. № 894 // Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа : [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc\\_itself=&backlink=1&nd=116084604&page=1&rdk=5#10](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&backlink=1&nd=116084604&page=1&rdk=5#10) (дата обращения: 21.04.2017).
16. Мигунова, Ю. В. Качество питания семей с детьми в условиях современной российской действительности / Ю. В. Мигунова, Р. М. Садыков // Журн. науч. ст. Здоровье и образование в XXI в. – 2016. – Т. 18, № 2. – С. 778 – 782.
17. Хуснутдинова, Г. Ф. Социально-экономический портрет многодетной семьи / Г. Ф. Хуснутдинова // Фундам. исслед. – 2015. – № 11-1. – С. 213 – 217.
18. Загидуллина Г.М., Соболев Е.А. Технологические уклады, их роль и значение в развитии инновационной экономики России // Изв. Казан. гос. архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 4. – С. 348 – 355.
19. Гайсин Р.С. Предел технологической эволюции сельского хозяйства и возможность его преодоления // Проблемы соврем. экономики. – 2014. – № 4 (52). – С. 41 – 45.

## References

1. Government of the Russian Federation. *Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Tsentral'nogo federal'nogo okruga na period do 2020 goda* [Strategy of social and economic development of the Central Federal District for the period until 2020], available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_119764/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119764/) (accessed 21 April 2017). (In Russ.)
2. Bakumenko L.P., Kostromina Ye.V. [Demo-economic processes in the region], *Sistemnoye upravleniye* [System management], 2016, no. 2 (31), p. 5. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Kirpichev V.V. [Modeling of demo-economic relations in the “people-economy” system], *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and practice of social development], 2012, no. 4, pp. 329-331. (In Russ., abstract in Eng.)
4. *Federal State Statistics Service*, available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/en/main/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/en/main/) (accessed 4 April 2017).
5. Ibragimov M.R.A. [Actual problems of modern demography of Daghestan], *Aktual'nyye problemy Respubliki Dagestan* [Bulletin of the Dagestan Scientific Center], 2014, no. 52, pp. 90-95. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Shabalina Yu.N. [Actual issues for improving demographic situation in the Russian Federation on the example of Voronezh region] *Perspektivy Nauki i Obrazovaniya* [Perspectives of Science and Education], 2015, no. 1 (13), pp. 157-160, available at: <http://www.pnojurnal.wordpress.com/archive15/15-01/> (accessed 24 April 2017). (In Russ., abstract in Eng.)
7. Tsykunov G.A. [Demographic processes in the Irkutsk region in the 1990-2000th], *Irkutskiy istoriko-ekonomicheskij yezhegodnik* [Irkutsk Historical and Economic Yearbook], Irkutsk, 2016, pp. 475-481. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Daniyelyan M.G., Izvekova T.A. [Features of the demographic situation in the Kursk region], *Regional'nyy vestnik* [Regional bulletin], 2016, no. 1, pp. 19-21. (In Russ.)
9. Molchanova E.V., Shkiperova G.T. [Finding the priority directions of demographic policy with the help of statistical methods], *Narodonaseleniye* [Population], 2016, no. 1, pp. 79-81. (In Russ.)
10. Gladkova V., Zharikov R. [About problems of the demographic situation in some Russian municipalities], *Samoupravleniye* [Self-government], 2015, no. 11, pp. 32-34. (In Russ., abstract in Eng.)
11. Stukalin A.V. [Influence of the demographic factor on the standard of living of the population of the Tambov region. Analysis and ways of improvement], *Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii* [Living standards of the population of Russian regions], 2012, no. 8, pp. 89-101. (In Russ.)
12. Lelyakova S.O., Cheremisina T.N. [About the demographic situation in the Tambov region in statistics figures], *Sotsial'no-ekonomicheskiye yavleniya i protsessy* [Socio-economic phenomena and processes], 2013, no. 12 (58), pp. 77-82. (In Russ., abstract in Eng.)
13. *Kontseptsiya demograficheskoi politiki Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 g.* [Concept of the demographic policy of the Russian Federation for the period until 2025], available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_71673/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71673/) (accessed 21 April 2017). (In Russ.)
14. *O dopolnitel'nykh merakh gosudarstvennoi podderzhki semei, imeyushchikh detei* [On additional measures of state support for families with children], Federal Law of the Russian Federation, available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64872/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64872/) (accessed 21 April 2017). (In Russ.)

15. Administration of Tambov region, *Gosudarstvennaya programma Tambovskoi oblasti "Sotsial'naya podderzhka grazhdan" na 2014-2020 gody* [The State Program of the Tambov Region "Social Support of Citizens" for 2014-2020], available at: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc\\_itself=&backlink=1&nd=116084604&page=1&rdk=5#10](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&backlink=1&nd=116084604&page=1&rdk=5#10) (accessed 21 April 2017). (In Russ.)

16. Migunova Yu.V., Sadykov R.M. [Quality of nutrition of families with children in conditions of modern Russian reality], *Zhurnal nauchnykh statey Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke* [Health & Education Millemmum], 2016, vol. 18, no. 2, pp. 778-782. (In Russ.)

17. Khusnutdinova G.F. [Socio-economic portrait of a large family] *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research], 2015, no. 11-1, pp. 213-217. (In Russ., abstract in Eng.)

18. Zagidullina G.M., Sobolev Ye.A. [Technological modes, their role and importance in the development of innovative economy in Russia], *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [News of the Kazan State University of Architecture and Engineering], 2014, no. 4, pp. 348-355. (In Russ., abstract in Eng.)

19. Gaysin R.S. [The Limit of Technological Evolution of Agriculture and the Possibility of Overcoming it], *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of Modern Economics], 2014, no. 4 (52), pp. 41-45. (In Russ.)

---

## **The Influence of the Vital Rate on the Economic Development of the Tambov Region**

**G. L. Popova, T. A. Bondarskaya, O. V. Bondarskaya**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** birth rate; demography; gross regional product; mortality; natural increase in population; region; sustainable development.

**Abstract:** The article explores the demographic processes associated with the vital rate and its influence on the economic development of the Tambov region. The study was conducted for the period from 1990 to 2015. The study used statistical methods of analysis, including the construction of regression equations, tables and graphs. The article compares the dynamics of the population of the Tambov region and the Russian Federation. Predictive estimates of the population have been made. Losses of the region's economy from a high mortality rate and a low birth rate have been calculated.

---

© Г. Л. Попова, Т. А. Бондарская,  
О. В. Бондарская, 2017

### **PROBLEMS OF RECONSTRUCTION OF URBAN AREAS IN MODERN CONDITIONS**

**E. V. Alenicheva, O. N. Kozhukhina, I. V. Giasova**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

*Reviewed by Candidate of Architectural Sciences,  
Professor G. L. Ledeneva*

**Keywords:** housing stock; major repairs; renovation; town-planning policy; urban development.

**Abstract:** The article discusses topical issues of urban development taking into account modern tendencies in town planning policy. The authors substantiate the necessity of increasing the share of reconstruction of buildings, neighborhoods and city districts. The world reconstruction practices have been analyzed. The problems that prevent the effective management of works related to the renovation of buildings have been explored. Economic issues related to renovation of urban areas have been revealed.

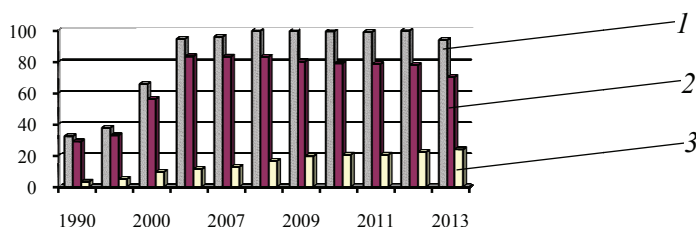
The rationale for changing the concept of modern town planning is considered, with regard to the situation in the field of reconstruction and major repairs. The ways of solving the emerging problems of reconstruction of urban areas in modern conditions have been outlined.

### **Introduction**

Currently about 72 % of Russia's population live in cities, towns and urban-type settlements. At the same time, the situation in the sphere of housing and communal services in cities is quite complicated. In Russia, every year up to 4 % of the total area of the housing stock is included in the category of emergency housing. According to some sources, over the past ten years, the

---

Аленичева Елена Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»; Кожухина Ольга Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»; Гиясова Ирина Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», e-mail: gsiad@mail.tambov.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.



**Fig. 1. Dynamics of the volumes of dilapidated and emergency housing stock in the Russian Federation for the period 1990 – 2013:**

*1* – total amount of dilapidated and emergency housing stock, million m<sup>2</sup>;  
*2* – dilapidated; *3* – emergency

area of dilapidated housing stock has almost doubled. Currently, more than 290 million square meters of housing requires major repairs and 205 million requires a fundamental reconstruction. According to [1], the total amount of dilapidated and emergency housing stock in Russia at the end of 2013 was 93.9 million square meters, of which 23.8 million square meters was classified as emergency housing. For greater clarity of dynamics, Fig. 1 shows similar data at the end of 1990: the volume of dilapidated and emergency housing stock was 32.2 million m<sup>2</sup>, of which 3.3 million m<sup>2</sup> was emergency housing [2].

In this regard, RF Government Resolution No. 1050 provides for the implementation of the Federal Target Program “Housing” for 2015 – 2020, which includes the subprograms “Stimulation of Housing Development Programs of the Subjects of the Russian Federation” and “Modernization of Communal Infrastructure Facilities”. Despite the partial implementation of this program, the problem related to the housing stock remains so urgent that the delay in its solution for another 10 to 15 years will lead to the fact that in a number of cities it will be necessary to decommission about 20 % of the housing stock as unfit for living. The possible way out of this situation is a change in priorities in the urban policy towards a noticeable predominance of reconstruction actions over new construction.

### **The main problems of urban reconstruction in modern conditions**

The tendencies in the reconstruction works in urban areas, especially in recent decades, have been relevant not only to our country. Foreign specialists explored the problems of construction and reconstruction in large cities in the most developed countries in quite a number of works. The majority of these works were survey-analytical. In particular, it was noted that in 1985 the proportion of urban residents in the total population of the most developed countries was 71%, but by 2002 it reached 74 %. In the UK, it rose from 91.5 to 93 %, in Germany it increased from 85.5 to 87.8 %, in Japan it went up from 76.5 to 77 %, in the United States it rose from 73.9 to 74.6 %, in France it increased from 73.4 to 74.5 %, in Italy the increase was from 67 to 70.3 %. The above list of data shows the world trend towards an increase in the proportion of the urban population. The borders of large cities are expanding at an accelerated pace, with former suburbs being built up. Densely built-up suburbs encircle the rings of up to 100 km wide in many cities of North

and South America, Australia and other densely populated regions of the world. Such a process of expanding urban areas is typical for large Russian cities. There is a sharp shortage of free urban land for new construction.

The constant growth in the deficit of construction areas in developed countries has resulted in a significant change in the structure of urban construction. There is a decrease in the share of new construction and an increase in the share of reconstruction of individual buildings, neighborhoods and districts of cities. Therefore, in the USA and Japan, the growth of investments in new construction of uninhabited urban areas is increasing annually by 0.9 %, while investments in reconstruction are increasing by 5 – 10 %. The cost of repairing and rebuilding houses, on average for each of these countries, has increased from 100 to 125 billion dollars over the past five years.

Reconstruction is increasingly taking place on the territory of old building (historical centers of cities). The reconstruction in the areas with existing buildings is associated with many organizational and technological difficulties that are characteristic of foreign and Russian practices.

Thus, there is a need for significant changes in the town-planning policy in Russia, in particular, further development of the cities and their reconstruction. The relative novelty of the problem, the undeveloped concept associated with the predominance of the share of reconstruction over new construction, have given rise to certain problems. One of them is the lack of economic incentives in the implementation of works related to reconstruction.

In connection with the relatively recent development of market relations in Russia, the regulatory framework for construction does not take into account the newly emerging trends. Technical standards seem to be more stable in this regard, however, methodological obsolescence is also observed. Thus, according to *Unified norms and prices for construction, installation and repair work* the remuneration of labor of workers involved in reconstruction and capital repairs is unreasonably understated. This is explained by the need for maximum mechanization of work and replacement of manual work. Meanwhile, the works connected with reconstruction and major repairs presuppose a significant proportion of the processes done manually. This is the effect of the industrialization policy, targeted at transformation of the construction industry into a kind of industrial production. There is another serious factor aggravating the situation in reconstruction. In assessing the performance of the construction organization, one of the indicators is “application of funds”. Meanwhile, it is obvious that it is easier to meet the criteria for this indicator in new construction, since the amount of new materials and structures used is much higher than that in the reconstruction and major repairs. At the same time, the cost of materials and equipment can reach up to 40 % of the estimated cost of work. The lack of economic incentives lowers the interest of contractors in carrying out works related to reconstruction and major repairs.

Another factor, which significantly impedes the development of works related to reconstruction and major repairs, is the practical lack of small-scale mechanization of domestic production. Foreign analogues are expensive and available in insufficient quantities. This problem has long-standing roots. The “gigantomania”, which was characteristic of developed socialism, required the creation of an increasingly heavy and large-scale construction equipment, meanwhile in the conditions of the existing urban infrastructure this kind of

equipment is often useless. Lightweight, mobile, small-sized technical equipment is much more in demand and in acute shortage.

Another problem arises from the previous one. Implementation of reconstruction works in the cramped conditions of the urban environment is extremely difficult due to the lack of appropriate technological developments. The lack of a methodological basis for the development of such organizational and technological documents as Construction Master Plan and Work Execution Design related to works on reconstruction and overhaul significantly complicate the practical implementation of these works, leading in some cases even to violations of safety requirements, which is absolutely unacceptable. It should be noted that attempts to create this kind of developments have been made. For example, in 1998, the Design Institute for the General Plan of Moscow issued the document “Organizational and technological rules of construction (reconstruction) of objects in the cramped conditions of existing urban development” [3]. These Rules contain the organizational and technological requirements for pre-project and project preparation and construction (reconstruction) of buildings and structures in the cramped conditions of the existing urban development. The rules were designed to ensure the safety of existing facilities, reduce construction, economic and material risks, protect the rights and legally protected interests of consumers of construction products and citizens living in the areas of urban development projects. The rules are intended for organizations and individuals (regardless of the right to own, use or lease land), conducting pre-project preparation, design and construction (reconstruction) of different facilities on the territory of Moscow, as well as to inform the citizens, living in the area of urban development projects. The rules should also be considered as a set of extracts from the rules for the production of construction works in Moscow and the current building codes and regulations regarding the organization and technology of construction.

A detailed excerpt from this document gives an idea of the purpose of its creation and designation. However, the specific features of reconstruction as a kind of work fundamentally different from the new construction are not specified. This is noticeable even from the fact that the term “reconstruction” in the text is often repeated in parentheses for the term “construction”. Finally, the specific conditions for the organization of reconstruction works in large cities are of some interest, but they are of a private nature and do not completely solve the problem. When carrying out reconstruction works, it is very difficult to take into account the specific nomenclature of building structures used in reconstruction and capital repairs. With the aim of finding the optimal technical and economic solution to the problem, constant contact is required between representatives of technical departments of contracting organizations and manufacturers of building structures. It is necessary to create a mechanism for such interaction and cooperation, including economic levers.

Probably, it would be possible to single out a much larger circle of problems. For example, the problem of monitoring the state of the surrounding buildings in the area of work related to reconstruction and major repairs was discussed in [4 – 7]. The problems connected with the organization of designer supervision and technical supervision over the performance of

reconstruction works are urgent, since they have not been solved either organizationally, methodologically or economically. The need to improve the regulatory framework has already been noted [8]. However, the situation in the field of reconstruction and major repairs requires more serious changes, rather than recognition of new trends and realities of time. It calls for changes in the concept of urban development.

For example, the concept of typical urban development is being replaced with a tendency to increase the density of historically developed regions by constructing residential buildings of individual design. In these conditions, a number of new town planning tasks have arisen:

- providing comprehensive reconstruction of the areas in the conditions of historically developed buildings;
- increasing density of urban development in compliance with the existing norms of urban planning;
- reconstructing residential buildings to ensure targeted resettlement of families from houses to be reconstructed or demolished into houses that are being built in the same neighborhood in the process of complex reconstruction.

In this regard, a fundamentally new organizational and technological construction problem arises – design and substantiation of rational and effective methods for erecting residential buildings in cramped conditions for complex reconstruction in the historically developed urban areas [9, 10 – 12]. One of the solutions to this problem is the search for the optimal combination of new approaches to the construction of residential buildings in high-density urban areas. Finding an optimal combination will allow for fulfillment of contractual conditions and minimization of construction costs for residential buildings by balancing costs related to the change in organizational and technological situations (construction schedule, installation works, mechanization methods, use of new building materials, etc.) to.

## **Conclusion**

Currently, the trend of constant and continuous development of new urban territories is losing its relevance. The development of cities in the next two-three decades will occur without expanding their borders because of a more rational use of urban areas, completion of development in every neighborhood and district. This approach to urban planning is a principal task that can significantly reduce the costs of developing the engineering and transport facilities and ensure the prestige of renovated residential areas.

Modern cities will be developed mainly through a comprehensive reconstruction of existing buildings and, above all, demolition and replacement of dilapidated buildings, reconstruction of residential buildings of the first mass-construction series, and large-panel buildings of all series; increasing density of industrial areas; reconstruction of engineering and transport facilities; restoration of natural landscapes of the urban environment, etc. In this regard, the problems discussed in this article will remain urgent and require their solution in the near future. We believe that to solve this problem, it is necessary to develop a government-supported program for the development and reconstruction of urban areas.

## References

1. [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2014/rus14.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2014/rus14.pdf) (accessed 28 August 2017)
2. <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/3453> (accessed 28 August 2017)
3. [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/44/44863/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44863/) (accessed 28 August 2017)
4. Grebenkin A.M., Grebenkina E.V., Shubin I.L., *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya* [Construction and reconstruction], 2015, no. 4(60), pp.87-91. (In Russ.)
5. Dmitriev A.N., Monastyrev P.V., Sborshchikov S.B., *Energosberezhenie v rekonstruirovannykh zdaniyakh* [Energy savings in reconstructed buildings], Moscow: ASV, 2008, 208 p. (In Russ.)
6. [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/57R\\_N2y13.pdf\\_1690.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/57R_N2y13.pdf_1690.pdf) (accessed 28 August 2017)
7. Sheina S.G., Giryа L.V., *Inzhenernyi vestnik Dona* [The engineer's messenger of the Don], 2010, vol. 18, no. 4, pp. 509-514. (In Russ.)
8. Alenicheva E.V., Ledenev V.I., Monastyrev P.V., *Arkhitektura i vremya* [Architecture and time], 2010, no. 1, pp. 2-4. (In Russ.)
9. <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-prostranstvennoy-organizatsii-gorodov-s-yarko-vyrazhennym-istoricheskim-tsentrom-na-primere-goroda-rostova-na-donu> (accessed 28 August 2017)
10. Khamavova A.A., *Nauchnye aspekty sovremennykh issledovaniy* [Scientific aspects of modern research], Ufa, 2015, pp.25-27. (In Russ.)
11. Sheina S.G., Belaya E.N., *Stroitel'stvo-2014: Sovremennye problemy promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva* [Construction in 2014: Modern problems of industrial and civil construction], 2014, pp.261-262. (In Russ.)
12. Sheina S.G., Belaya E.N., *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2014, no. 9-3, pp. 1007-1010. (In Russ.)

## Список литературы

1. Россия 2014: Статистический справочник [Электронный ресурс] / Р76 Росстат. – М., 2014. – 62 с. URL : [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2014/rus14.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2014/rus14.pdf) (дата обращения: 28.08.2017).
2. Абрамян, С. Г. Реконструкция зданий и сооружений: основные проблемы и направления. Ч. 1 [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона : электронный научный журнал. – 2015. – № 4. – URL : <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/3453> (дата обращения: 28.08.2017).
3. Организационно-технологические правила строительства (реконструкции) объектов в стесненных условиях существующей городской застройки: управление развития Генплана г. Москвы [Электронный ресурс] // Охрана труда в России. – URL : [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/44/44863/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44863/) (дата обращения: 28.08.2017).
4. Гребенкин, А. М. Критерии оценки последствий интеграции шумозащитных сооружений в городскую среду / А. М. Гребенкин, Е. В. Гребенкина, И. Л. Шубин // Строительство и реконструкция. – 2015. – № 4 (60). – С. 87 – 91.
5. Дмитриев, А. Н. Энергосбережение в реконструируемых зданиях / А. Н. Дмитриев, П. В. Монастырев, С. Б. Сборщиков. – М. : АСВ, 2008. – 208 с.
6. Шеина, С. Г. Геоинформационное сопровождение программы по энергосбережению в жилищном фонде муниципального образования на примере г. Ростова-на-Дону [Электронный ресурс] / С. Г. Шеина, Е. В. Мартынова, К. И. Голотина // Инженерный вестник Дона : электронный научный журнал. – 2013. – № 2. – URL : [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/57R\\_N2y13.pdf\\_1690.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/57R_N2y13.pdf_1690.pdf) (дата обращения: 28.08.2017).

7. Шеина, С. Г. Совершенствование методов организационно-технологического проектирования при реконструкции городской застройки с учетом экологических факторов / С. Г. Шеина, Л. В. Гирия // Инженерный вестник Дона. – 2011. – Т. 18, № 4. – С. 509 – 514.

8. Аленичева, Е. В. О современных организационно-технологических проблемах реконструкции в условиях городской застройки / Е. В. Аленичева, В. И. Леденев, П. В. Монастырев // Архитектура и время. – 2010. – № 1. – С. 2 – 4.

9. Вагин, В. С. Проблемы пространственной организации городов с ярко выраженным историческим центром (на примере города Ростова-на-Дону) [Электронный ресурс] / В. С. Вагин, С. Г. Шеина, К. В. Чубарова // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7, № 3 (28). – С. 1 – 7. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-prostranstvennoy-organizatsii-gorodov-s-yarko-vyrazhennym-istoricheskim-tsentrom-na-primere-goroda-rostova-na-donu> (дата обращения: 28.08.2017).

10. Хамавова, А. А. Комфортная городская среда – условие устойчивого развития территории / А. А. Хамавова // Научные аспекты современных исследований : сб. статей междунар. науч.-практ. конф. – Уфа. – 2015. – С. 25 – 27.

11. Шеина, С. Г. Проблемы размещения объектов капитального строительства социального назначения в условиях реконструкции городской застройки / С. Г. Шеина, Е. Н. Белая // Строительство-2014. Современные проблемы промышленного и гражданского строительства : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2014. – С. 261 – 262.

12. Шеина, С. Г. Социально-экономические аспекты формирования и развития сети дошкольных образовательных учреждений в условиях реконструкции городской застройки / С. Г. Шеина, Е. Н. Белая // Научное обозрение. – 2014. – № 9 (3). – С. 1007 – 1010.

---

### **Проблемы реконструкции городской застройки в современных условиях**

**Е. В. Аленичева, О. Н. Кожухина, И. В. Гиясова**

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

**Ключевые слова:** градостроительная политика; жилищный фонд; застройка; капитальный ремонт; реконструкция.

**Аннотация:** Рассмотрены актуальные вопросы реконструкции городской застройки с учетом современных тенденций в градостроительной политике, обоснована необходимость преобладания доли реконструкции отдельных зданий, кварталов и районов городов над новым строительством. Выполнен анализ состояния реконструктивных работ в мировой практике. Проанализированы проблемы, препятствующие эффективному ведению работ, связанных с реконструкцией застройки. Выявлены сложности экономического характера, возникающие при проведении реконструкции городской застройки. Обоснована необходимость изменения концепции в области современного градостроительства с учетом ситуации в области реконструкции и капитального ремонта. Намечены пути решения возникающих проблем реконструкции городской застройки в современных условиях.

---

© Е. В. Аленичева, О. Н. Кожухина, И. В. Гиясова, 2017

*Психология и педагогика*

УДК 378.14

DOI: 10.17277/voprosy.2017.03.pp.129-137

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРОВ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ  
С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
СТАНДАРТОВ**

**С. Д. Каракозов, Д. А. Петров, М. В. Худжина**

*ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный  
университет», г. Москва, Россия;*

*ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный  
университет», г. Нижневартовск, Россия*

*Рецензент д-р пед. наук, профессор Е. А. Ракитина*

**Ключевые слова:** высшее образование; образовательная программа; онлайн-курс; профессиональный стандарт; федеральный государственный образовательный стандарт; веб-программирование.

**Аннотация:** На основе установленного соответствия между иерархическими уровнями требований ФГОС ВО и профессионального стандарта в области веб-технологий уточнено содержание профессиональной компетенции выпускников направления подготовки «Информатика и вычислительная техника». Продемонстрированы возможности использования онлайн-курсов HTML Academy в процессе обучения веб-программированию как средства повышения уровня практической подготовки ИТ-специалистов при реализации основной профессиональной образовательной программы.

---

Каракозов Сергей Дмитриевич – доктор педагогических наук, профессор, проректор по административной политике, заведующий кафедрой теоретической информатики и дискретной математики, e-mail: sd.karakozov@mpgu.edu, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва, Россия; Петров Дмитрий Анатольевич – старший преподаватель кафедры информатики и методики преподавания информатики; Худжина Марина Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физико-математического образования, ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет», г. Нижневартовск, Россия.

Взаимодействие с работодателями, гибкое реагирование на запросы рынка труда, учет требований профессиональных стандартов являются необходимыми условиями эффективной деятельности вуза [1]. Ключевым фактором, оказывающим влияние на качество разрабатываемых вузом основных профессиональных образовательных программ (ОПОП) становится учет требований профессиональных стандартов (ПС), соотнесенных с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО). Выполнение данного условия сопряжено с рядом сложностей, обусловленных различиями в терминологии ФГОС ВО и ПС, в связи с чем, соответствие между уровнями требований стандартов не является очевидным.

Схемы соответствия между слоями иерархических структур декомпозиций ФГОС ВО и ПС представлены в [2] (рис. 1). Сравнительный анализ структур требований ФГОС ВО и ПС, выявленных в результате их декомпозиции, показал, что на нижних слоях иерархий в них применяется практически одинаковая терминология, что позволяет разработчикам ОПОП установить взаимосвязь между содержанием требований ФГОС ВО и ПС на нижних уровнях декомпозиции. В результате формируется содержание профессиональных компетенций ФГОС ВО с учетом соответствующих требований ПС.

Следующим важным этапом в ходе проектирования ОПОП является выбор конкретных профессиональных стандартов, который невозможен без учета мнения работодателей. Процесс разработки образовательной программы требует тщательного анализа всех представленных в выбранном профессиональном стандарте трудовых функций и принятия экспертного решения о целесообразности их использования. Важно отметить, что выбор соответствующих ПС определяется направленностью образовательной программы, на которую ориентирована подготовка выпускников.

Пример проектирования образовательной программы ФГОС ВО направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» [3] в соответствии с требованиями профессионального стандарта «Программист» [4] представлен в [5]. В результате сопоставления требований ФГОС ВО и ПС получено следующее соответствие между профессиональной компетенцией и трудовыми функциями стандартов (рис. 2) [5].

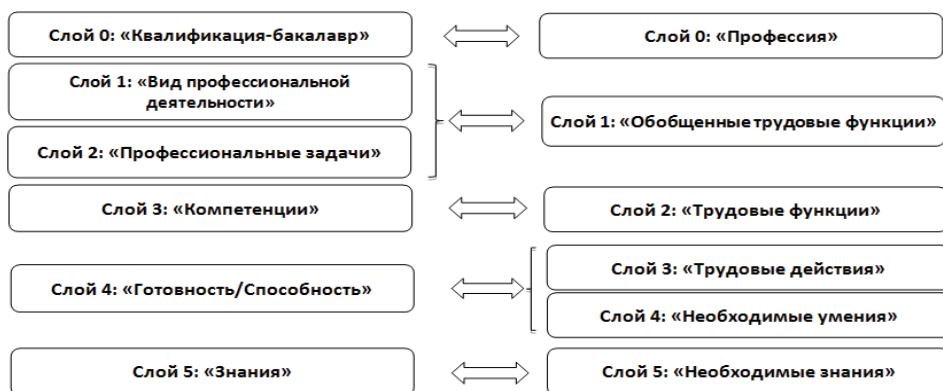
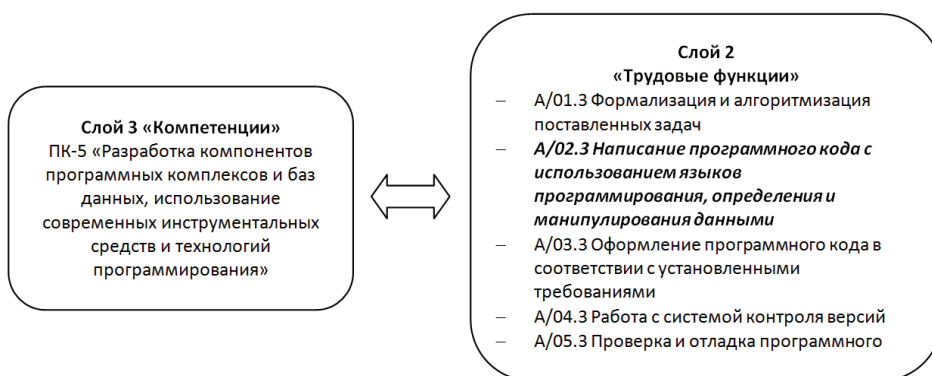


Рис. 1. Соответствие между слоями иерархических структур декомпозиций ФГОС ВО и ПС



**Рис. 2. Соответствие между слоями иерархических структур декомпозиций ФГОС ВО и ПС**

На сегодняшний день утверждены или находятся в процессе утверждения более десяти профессиональных стандартов в области информационных технологий. Выбор в [5] профессионального стандарта «Программист» был обусловлен значительным спросом на инженеров-программистов со стороны регионального рынка труда. Но вместе с тем данный ПС не охватывает полного спектра требований, предъявляемых работодателями к выпускнику вуза.

Все более востребованными в современном мире становятся веб-технологии. В подтверждение приведем данные официальной статистики [6]. Согласно отчету Правительства Российской Федерации за 2015 г. отечественный сектор Интернета продолжает динамично развиваться: число пользователей сети увеличилось до 77 млн, объем интернет-экономики – до 1,1 трлн р., что составляет 2,2 % внешнего валового продукта (**ВВП**). Особого внимания заслуживают резкий рост числа работающих в интернет-индустрии: с 1,2 до 2 млн, а также бурное развитие интернет-зависимых рынков, доля которых в структуре ВВП возросла с 10 до 16 %.

Стремительное развитие интернет-технологий ставит перед вузами актуальную задачу подготовки ИТ-специалиста, компетенции которого будут максимально удовлетворять соответствующим требованиям работодателей. Опрос представителей работодателей (ООО «РН-Информ», ООО «Сибирский центр защиты информации» и др.), привлекаемых к реализации основных профессиональных образовательных программ в Нижневарттовском государственном университете (**НВГУ**), показал, что на ИТ-предприятиях существует стабильный спрос на молодых специалистов в области веб-программирования. Одновременно с этим отмечается, что выпускники зачастую не обладают достаточным уровнем практического опыта в данной области. В настоящее время утвержден профессиональный стандарт [7].

Рассмотрим установление соответствия между иерархическими уровнями декомпозиций ФГОС [8] (на примере проектно-технологического вида деятельности) и профессионального стандарта (на примере обобщенной трудовой функции «Техническая поддержка процессов создания (модификации) и сопровождения информационных ресурсов») (рис. 3) [7].

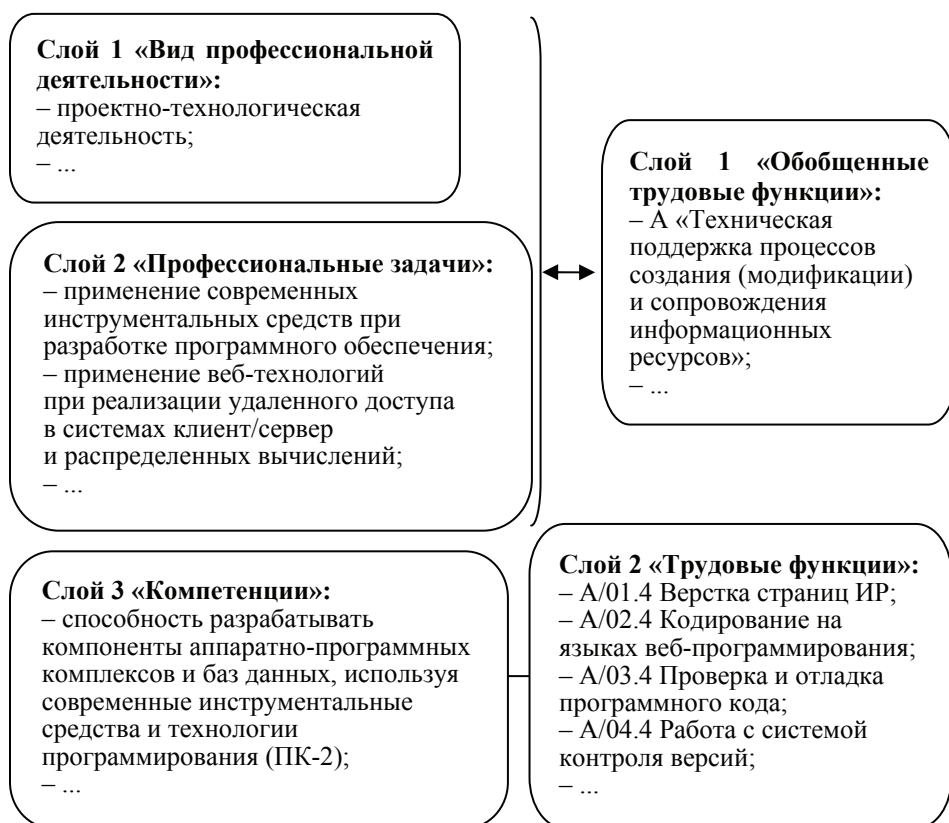


Рис. 3. Соотнесение иерархических уровней ФГОС ВО и ПК

Как видно из сопоставления, содержание профессиональной компетенции ПК-2 [8] можно дополнить с учетом соответствующих трудовых функций профессионального стандарта. Первая в наборе трудовых функций – верстка страниц информационных ресурсов (ИР), которая имеет важное значение в подготовке специалиста: овладение знаниями и навыками применения языка разметки HTML (Hyper Text Markup Language – стандартизированный язык разметки документов) и таблиц каскадных стилей CSS (Cascading Style Sheets – формальный язык описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки) необходимо для освоения клиентских и серверных языков веб-программирования.

После уточнения содержания профессиональной компетенции осуществляется выбор форм, средств и методов, направленных на ее формирование у студентов в ходе реализации учебного плана. Одним из таких средств является использование онлайн-курсов. Рассмотрим опыт их применения в НВГУ при подготовке бакалавров по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника на примере изучения дисциплины «Основы Web-программирования» (на уровне изучения отдельных разделов дисциплины и организации текущего контроля их освоения). Онлайн-курс играет в данном случае роль дополнительного образовательного ресурса, применяемого по инициативе преподавателя в рамках предоставленных ему академических свобод.

Практика преподавания дисциплины «Основы Web-программирования» показывает, что значительная доля обучающихся к моменту поступления в вуз не обладает достаточным опытом работы с языком HTML и таблицами каскадных стилей CSS. Для диагностики уровня владения технологиями верстки веб-страниц разработаны соответствующие анкеты, фрагменты которых представлены в табл. 1, 2.

Результаты анкетирования свидетельствуют о том, что существенное количество обучающихся (37 %) имеет ограниченный опыт создания веб-страниц, полученный в школе. При этом имеющийся опыт относится к работе с языком разметки HTML. Технологии CSS либо не рассматривались вообще, либо использовались на минимальном уровне. Также у студентов можно отметить приоритет теоретических знаний над практическими навыками их применения. Лишь 15 % опрошенных студентов направлений подготовки факультета оценили свой уровень практической подготовки как достаточный. При этом обеспечение практикоориентированности профессиональной дисциплины – одна из главных задач преподавателя.

Эффективным средством повышения уровня практической подготовки студентов при обучении базовым технологиям веб-программирования может стать интерактивный онлайн-курс HTML Academy [9]. Несмотря на то,

Таблица 1

**Анкета «Уровень владения языком HTML»**

| №<br>п/п | Элементы языка<br>HTML | Имеющийся опыт           |                                        |                                                                                                 |
|----------|------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                        | не имею<br>представления | имею только<br>теоретические<br>знания | имею<br>теоретические<br>знания и опыт<br>их применения<br>при решении<br>практических<br>задач |

*Тэги контейнера заголовка:*

|     |       |     |     |     |
|-----|-------|-----|-----|-----|
| 1   | TITLE | 0   | 1   | 2   |
| 2   | BASE  | 0   | 1   | 2   |
| ... | ...   | ... | ... | ... |

*Тэги и атрибуты создания таблиц:*

|     |       |     |     |     |
|-----|-------|-----|-----|-----|
| 22  | TABLE | 0   | 1   | 2   |
| 23  | TR    | 0   | 1   | 2   |
| ... | ...   | ... | ... | ... |

Укажите, каким образом вы изучали язык HTML:

- в школе;
- на курсах;
- самостоятельно;
- иное:

\_\_\_\_\_

Таблица 2

## Анкета «Уровень владения таблицами каскадных стилей»

| №<br>п/п | Элементы технологии<br>CSS | Имеющийся опыт           |                                        |                                                                                                 |
|----------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                            | не имею<br>представления | имею только<br>теоретические<br>знания | имею<br>теоретические<br>знания и опыт<br>их применения<br>при решении<br>практических<br>задач |

*Способы применения CSS к Web-странице:*

|     |               |   |   |   |
|-----|---------------|---|---|---|
| 1   | Атрибут style | 0 | 1 | 2 |
| 2   | Тэг style     | 0 | 1 | 2 |
| ... | ...           |   |   |   |

*Блоковая модель. Свойства:*

|     |        |   |   |   |
|-----|--------|---|---|---|
| 27  | margin | 0 | 1 | 2 |
| 28  | border | 0 | 1 | 2 |
| ... | ...    |   |   |   |

Укажите, каким образом вы изучали CSS:

- в школе;
- на курсах;
- самостоятельно;
- иное:

---

что данный проект существует только с 2013 г., он уже приобрел большую популярность в среде начинающих разработчиков (более 200 тыс. пользователей на сегодняшний день) и положительные отзывы выпускников и работодателей [10]. Представители HTML Academy принимали непосредственное участие в обсуждении проекта профессионального стандарта «Разработчик Web и мультимедийных приложений» [8]. Онлайн-курс используется для формирования практических навыков и организации текущего контроля при изучении разделов дисциплины: «Язык разметки HTML» и «Каскадные таблицы стилей CSS».

Следует заметить, что в соответствии с учебным планом НВГУ дисциплина «Основы Web-программирования» изучается на третьем курсе. К этому времени практически у всех студентов сформированы на достаточном уровне навыки самостоятельной учебной деятельности. Полезным инструментом в интерфейсе курса является организация обсуждения выполняемого задания через комментарии или на форуме (включая онлайн-консультации представителей HTML Academy). Возможности интерактивного диалога способствуют развитию горизонтальных связей взаимодействия между обучающимися и самостоятельному решению возникающих

проблем. Результаты выполнения заданий фиксируются в личном профиле студента и по завершении курса демонстрируются преподавателю. Выполненная работа учитывается при начислении баллов в рамках балльно-рейтинговой системы оценки достижений обучающихся. После отчета по изучению онлайн-курсов студенты выполняют ряд лабораторных работ по HTML и CSS, разработанных преподавателями выпускающей кафедры, итогом которых становится реализация проекта – личного веб-сайта студента. Изучение дисциплины завершается проведением экзамена.

К числу очевидных преимуществ применения интернет-курса в образовательном процессе можно отнести: практико-ориентированность, свободный доступ к системе, гибкий график обучения, удобство инструментария для текущего контроля освоения учебного материала, минимальные требования к материально-техническому и программному обеспечению (достаточным является наличие компьютера с установленным браузером и доступом в Интернет) [11].

Реализация дисциплины «Основы Web-программирования» проводилась параллельно в двух потоках студентов. В первом обучение проводилось с использованием курсов HTML Academy, во втором – без них. Сравнение результатов работы студентов выявило ряд преимуществ, проявленных первой группой обучаемых, таких как повышение:

- мотивации к изучению дисциплины;
- темпа и качества выполнения практических заданий лабораторных работ и проекта по созданию сайта;
- уровня самостоятельности в овладении практическим опытом.

#### *Список литературы*

1. О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 Федерального закона «Об образовании» в Российской Федерации : федер. закон от 02.05.2015 № 122-ФЗ [Электронный ресурс] // Российская газета. – 2015. – № 6666(95) (6 мая). – Режим доступа: <https://rg.ru/2015/05/06/trk-dok.html> (дата обращения: 25.04.2017).

2. Каракозов, С. Д. Проектирование основных образовательных программ в условиях приведения действующих ФГОС высшего образования в соответствие с профессиональными стандартами / С. Д. Каракозов, Д. А. Петров, М. В. Худжина // Преподаватель XXI век. – 2015. – Т. 1, № 2. – С. 9 – 23.

3. Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100 Информатика и вычислительная техника (квалификация (степень) «бакалавр») : приказ Минобрнауки РФ от 09.11.2009 № 553 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2010. – № 10, (8 марта).

4. Об утверждении профессионального стандарта «Программист» : приказ Минтруда России от 18.11.2013 № 679н // Российская газета. – 2013. – № 291 (25 декабря).

5. Каракозов, С. Д. Формирование основной образовательной программы в условиях приведения в соответствие требований ФГОС высшего образования профессиональным стандартам (на примере направления подготовки бакалавров «Информатика и вычислительная техника» и профессионального стандарта

«Программист») / С. Д. Каракозов, Д. А. Петров, М. В. Худжина // Преподаватель XXI век. – 2015. – Т. 1, № 4. – С. 22 – 34.

6. Связь и информационные технологии: некоторые важные результаты и показатели 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://government.ru/info/22710/> (дата обращения: 20.09.2016).

7. Об утверждении профессионального стандарта «Разработчик Web и мультимедийных приложений» : приказ Минтруда России от 18.01.2017 № 44н [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201702010026> (дата обращения: 19.03.2017).

8. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (уровень бакалавриата) : приказ Минобрнауки России от 12.01.2016 № 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201602120035> (дата обращения: 20.09.2016).

9. Интерактивные онлайн-курсы [Электронный ресурс] / HTML Academy. – Режим доступа: <https://htmlacademy.ru/> (дата обращения: 20.09.2016).

10. Интенсивный онлайн-курс «Базовый HTML и CSS». Отзывы работодателей и выпускников [Электронный ресурс] / HTML Academy. – Режим доступа : <https://htmlacademy.ru/intensive/htmlless> (дата обращения: 20.09.2016).

11. Петров, Д. А. Об условиях эффективности использования дистанционных образовательных ресурсов при реализации основных профессиональных образовательных программ в условиях регионального вуза / Д. А. Петров, М. В. Худжина // Преподаватель XXI век. – 2016. – Т. 1, № 4. – С. 77 – 85.

#### References

1. available at: <https://rg.ru/2015/05/06/trk-dok.html> (accessed 25 April 2017). (In Russ.)

2. Karakozov S.D., Petrov D.A., Khudzhina M.V. [Designing of Bachelor's Degree Programs in Terms of Bringing the Federal Educational Standards in Compliance with the Professional Standards], *Prepodavatel' XXI vek* [Prepodavatel XXI vek], 2015, vol. 1, no. 2, pp. 9-23. (In Russ., abstract in Eng.)

3. [Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of 09.11.2009 № 553 “On approval and implementation of the federal state educational standard of higher professional education in the direction of preparation 230100 Informatics and computer science (qualification (degree) “bachelor”)”, *Byulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noi vlasti* [Bulletin of normative acts of federal executive bodies], 2010, no. 10, (8 March). (In Russ.)

4. [Order of the Ministry of Labor of Russia from 18.11.2013 № 679н “On the approval of the professional standard “Programmer”], *Rossiiskaya gazeta* [Russian newspaper], 2013, no. 291, (25 December). (In Russ.)

5. Karakozov S.D., Petrov D.A., Khudzhina M.V. [Developing a Basic Educational Program in the Context of Adjusting the Federal State Educational Standard to the Occupational Standards (as exemplified by a bachelor program in computer science and engineering and occupational standards for computer engineers)], *Prepodavatel' XXI vek* [Teacher of the XXI century], 2015, vol. 1, no. 4, pp. 22-34. (In Russ., abstract in Eng.)

6. available at: <http://government.ru/info/22710/> (accessed 25 April 2017). (In Russ.)

7. available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201702010026> (accessed 25 April 2017). (In Russ.)

8. available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201602120035> (accessed 25 April 2017). (In Russ.)

9. available at: <https://htmlacademy.ru/> (accessed 25 April 2017). (In Russ.)

10. available at: <https://htmlacademy.ru/intensive/htmlcss> (accessed 25 April 2017). (In Russ.)

11. Petrov D.A., Khudzhina M.V. [Efficiency of Using Distance Learning Resources when Implementing the Main Professional Educational Programs in the Conditions of Regional Higher Education Institutions], *Prepodavatel' XXI vek* [Teacher of the XXI century], 2016, vol. 1, no. 4, pp. 77-85. (In Russ., abstract in Eng.)

---

### **The Development of Professional Competences in Accordance with Professional Standards within Informational Technologies Bachelor Programs**

**S. D. Karakozov, D. A. Petrov, M. V. Khudzhina**

*Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia;  
Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia*

**Keywords:** educational program; Federal State Educational Standard; higher education; occupational standards; online course; web-programming.

**Abstract:** The present paper clarifies the content of professional competence of IT students mastering an educational program in Computer Science and Engineering, based on the correspondence between the hierarchical levels of requirements set by the Federal State Educational Standard of Higher Education and occupational standards in web-technologies. The author considers using HTML Academy online courses in teaching Web-programming and practical training of IT students mastering the identified basic occupational educational program.

---

© С. Д. Каракозов, Д. А. Петров, М. В. Худжина, 2017

## **ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ГОСУДАРСТВА К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И СОДЕРЖАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРА-ЭКОЛОГА**

**А. В. Козачек**

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

*Рецензент д-р пед. наук, профессор Е. А. Ракитина*

**Ключевые слова:** инженер-эколог; методический кластер; нормативно-правовые акты; предметный кластер; профессиональная деятельность; содержание профессиональной подготовки; технология; требования государства.

**Аннотация:** Предложено определять требования государства к профессиональной деятельности и профессиональной подготовке инженера-эколога путем выделения и анализа соответствующих положений трудовых и природоохранных законодательных и нормативных актов и целевого распределения их по группам предметного и методического кластеров. Разработана и обоснована соответствующая технология, рассмотрены особенности ее применения.

В Российской Федерации, как и в развитых зарубежных странах, главным инициатором социального заказа на профессиональную подготовку специалистов в области инженерной экологии выступает общество в лице государственных органов, которым оно предоставило соответствующие полномочия. Важный аспект такого влияния – определение государством требований к профессиональным компетенциям инженера-эколога в рамках его профессиональной деятельности и соответственно содержания его профессиональной подготовки.

Однако необходимо выяснить, каким образом определяются конкретные требования подсистемы государственного заказа на профессиональную деятельность инженера-эколога. Считаем, что указанные требования можно выделить путем анализа законодательных и нормативных актов

---

Козачек Артемий Владимирович – кандидат педагогических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: artem\_kozachek@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

государства, поскольку именно такие акты служат официальным заявлением государства о необходимости совершения тех или иных действий.

На первый взгляд, здесь необходимо выделить только те документы, которые напрямую касаются профессиональной подготовки инженера-эколога, конкретизируют требования к его профессиональной компетентности и его профессиональную квалификацию (профессию). Однако только государственные образовательные стандарты первого и второго поколений определяли четкий перечень дидактических единиц, отражающих требования к знаниям, умениям и навыкам инженера-эколога. В современных образовательных стандартах третьего поколения такого перечня нет. Приводятся лишь компетенции, причем перечень их открытый, так как стандарты определяют возможность для вузов самостоятельно дополнять данный перечень.

Таким образом, анализ федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения не позволит в полной мере определить сущность профессиональной деятельности инженера-эколога и выделить все необходимые дидактические единицы. Поэтому необходимо проводить оценку других групп документов, необразовательного профиля.

Массив «необразовательных» законодательных и нормативных актов государства в сфере защиты окружающей среды и обеспечения экологической безопасности огромен и включает тысячи документов. Поэтому анализ параметров государственного социального заказа необходимо проводить по группам законодательных и нормативных актов. На основе информации из документов таких групп можно будет построить общую совокупность потенциальных требований к содержанию профессиональной деятельности инженера-эколога (потенциальных в том смысле, что изначально указанная информация определяет особенности профессиональной деятельности инженера-эколога и предназначается для работодателей и самих экологов, для вузов же ее необходимо переработать и адаптировать с точки зрения содержания и методики профессиональной подготовки).

Для выделения соответствующих групп законодательных и нормативных актов предлагается ориентироваться на постановку следующих вопросов:

- 1) «что должен делать инженер-эколог?» (предмет профессиональной деятельности);
- 2) «как инженер-эколог должен это делать?» (методы профессиональной деятельности).

Такой подход позволит выделить именно те особенности профессиональной деятельности инженера-эколога, которые могут быть положены в основу дидактических единиц в содержании его профессиональной подготовки. Соответственно, возникает необходимость провести комплексную выборку законодательных и нормативных актов, определяющих предмет и методы профессиональной деятельности инженера-эколога в различных отраслях экономики.

На первом этапе решения указанной задачи необходимо определить наименования законодательных и нормативных актов, на основе которых

можно будет выделить требуемую информацию по вопросу «что должен делать инженер-эколог?», иначе говоря, определить *предмет его профессиональной деятельности*.

Описание того, что должны делать работники, даны в их квалификационных характеристиках Единого квалификационного справочника (ЕКС) должностей руководителей, специалистов и других служащих [1] в разделе «Должностные обязанности» (для руководителей, специалистов и технических исполнителей) и Единого тарифно-квалификационного справочника (ЕТКС) в разделах «Характеристика работ» и «Примеры работ» (для рабочих профессий). Кроме того, подробное описание трудовых функций работников дается в соответствующих профессиональных стандартах.

Соответственно, возникает необходимость понять, каким же образом выделить составляющие предмета деятельности инженера-эколога из указанных разделов квалификационных характеристик. Для этого предлагается провести фразеологический анализ текстов квалификационных характеристик, на основе которого выявить отдельные фразы, определяющие различные виды обязанностей и работ, выполняемых бакалавром. Критерием разделения текста на фразы можно считать наличие знаков препинания, таких как «.», «;», «:», «>», а также союзов «и» и «или».

Например, в разделе «Должностные обязанности» квалификационной характеристики ЕКС [1] для профессии «Инженер по охране окружающей среды (эколог)» из предложения «осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды, способствует снижению вредного влияния производственных факторов на жизнь и здоровье работников» можно выделить следующие примеры обязанностей и работ:

- осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства;
- осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия инструкций по охране окружающей среды;
- осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия стандартов по охране окружающей среды;
- осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия нормативов по охране окружающей среды;
- способствует снижению вредного влияния производственных факторов на жизнь работников;
- способствует снижению вредного влияния производственных факторов на здоровье работников.

В профессиональном стандарте 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)» [2] для трудовой функции инженера по охране окружающей среды В/01.6 «Проведение экологического анализа, предусматривающего расширение и реконструкцию действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования» указаны трудовые действия «Экологический анализ проектов расширения и реконструкции действующих производств» и «Проведение расчетов для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих произ-

водств», анализ содержания которых позволяет определить такие обязанности и работы, как:

- экологический анализ проектов расширения действующих производств;
- экологический анализ проектов реконструкции действующих производств;
- проведение расчетов для обоснования проектов расширения действующих производств;
- проведение расчетов для обоснования проектов реконструкции действующих производств.

Однако в ЕКС, ЕТКС и профессиональных стандартах приведено достаточно большое число должностей и профессий инженерно-экологической сферы, в результате чего процедура анализа может привести к выделению весьма значительного количества фраз, в том числе повторяющихся и синонимичных. Поэтому в целях упрощения процесса дальнейшей переработки информации из квалификационных характеристик в дидактические единицы содержания профессиональной подготовки, предлагается все выделенные фразы группировать в *предметные кластеры*. Критерием группировки будем считать возможность отнесения ключевых слов в каждой фразе к одной из законодательно закрепленных в экологической деятельности предметных областей. В дальнейшем, при непосредственном построении содержания профессиональной подготовки инженера-эколога эти предметные кластеры могут стать основой для междисциплинарных модулей.

Соотнесение профессиональной квалификации «специалист без категории» и образовательной квалификации «бакалавр» позволяет четко определить необходимые для анализа квалификационные характеристики ЕКС и тарифно-квалификационные характеристики ЕТКС. На их основе появляется возможность провести фразеологический анализ и составить перечень обязанностей и работ инженера-эколога и его потенциальных подчиненных. Указанные обязанности можно объединить в несколько *предметных кластеров*.

Однако возникает необходимость определить количество, наименования и содержание таких кластеров. Для этого обратимся к экологическому законодательству РФ как правовой основе профессиональной деятельности инженера-эколога.

Например, в главе VII «Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности» федерального закона Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [6] перечислены следующие предметные области деятельности инженера-эколога:

- 1) размещение, проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, консервация и ликвидация зданий, строений, сооружений и иных объектов, осуществляемые в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды и т.д.;
- 2) мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности и т.д.;
- 3) мероприятия по восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов и т.д.

Глава II закона «Об охране окружающей среды» [6] добавляет к предметным областям экологическую политику и управление в области охраны окружающей среды. Глава IV закона определяет особенности экономического регулирования в области охраны окружающей среды. Главы V, VI, X и XI определяют такие предметные области экологической деятельности, как нормирование в области охраны окружающей среды, оценку воздействия на окружающую среду и экологическую экспертизу, государственный экологический мониторинг, экологический контроль и т.д.

В итоге указанные предметные области можно объединить в предметные кластеры таким образом, как указано в табл. 1.

Таблица 1

**Предметные кластеры и области экологической деятельности, закрепленные федеральным законом «Об охране окружающей среды»**

| № п/п | Предметный кластер                    | Область экологической деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Глава закона |
|-------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1     | 2                                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4            |
| 1     | Экологический учет, надзор и контроль | Нормирование в области охраны окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | V            |
|       |                                       | Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза                                                                                                                                                                                                                                                                                       | VI           |
|       |                                       | Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                        | VII          |
|       |                                       | Государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг)                                                                                                                                                                                                                                                                  | X            |
|       |                                       | Контроль в области охраны окружающей среды (экологический надзор, контроль, аудит, сертификация)                                                                                                                                                                                                                                                        | XI           |
|       |                                       | Выявление, оценка и учет объектов накопленного вреда окружающей среде                                                                                                                                                                                                                                                                                   | XIV.1        |
| 2     | Рациональное природопользование       | Мероприятия по восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов; ресурсосберегающие, малоотходные, безотходные и иные технологии; мероприятия по охране земель, почв, водных объектов, растений, животных и других организмов от негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду | VII          |
|       |                                       | Зоны экологического бедствия и чрезвычайных ситуаций                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | VIII         |
|       |                                       | Природные объекты, находящиеся под особой охраной                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | IX           |
|       |                                       | Лесопарковые зеленые пояса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | IX.1         |

Продолжение табл. 1

| 1 | 2                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4     |
|---|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3 | Экологическое строительство            | Размещение, проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, консервация и ликвидация зданий, строений, сооружений и иных объектов, осуществляемые в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды; рекультивация земель, благоустройство территорий; создание защитных и охранных зон, озелененных территорий | VII   |
| 4 | Экологические мероприятия и технологии | Мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности; мероприятия по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды, размещение отходов производства и потребления, использование экологически безопасных видов топлива; снижение уровня шума                                                                             | VII   |
|   |                                        | Работы по ликвидации накопленного вреда окружающей среде                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | XIV.1 |
| 5 | Экологическая политика                 | Экологическая политика и управление в области охраны окружающей среды; ограничение, приостановление и запрещение хозяйственной и иной деятельности, осуществляемой с нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, и их осуществление; обеспечение населения достоверной информацией о состоянии окружающей среды                             | II    |
|   |                                        | Экологические права и обязанности граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций                                                                                                                                                                                                                                                               | III   |
|   |                                        | Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IV    |
|   |                                        | Возмещение вреда окружающей среде, причиненного в процессе строительства и эксплуатации различных объектов                                                                                                                                                                                                                                                     | VII   |
|   |                                        | Экологическая культура, образование, просвещение                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | XIII  |
|   |                                        | Правоохранительная работа и разрешение споров в сфере охраны окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                  | XIV   |
|   |                                        | Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | XV    |

Соответственно, выявленные в результате фразеологического анализа квалификационных характеристик обязанности и примеры работ инженера-эколога и подчиненных ему работников следует объединять в группы, соответствующие указанным в табл. 1 предметным кластерам.

Например, из текста раздела «Должностные обязанности» квалификационной характеристики ЕКС для профессии «Инженер по охране окружающей среды (эколог)» к предметному кластеру «Экологический над-

зор» можно отнести следующие фразы, характеризующие (обязанности и примеры работ инженера-эколога) [1]:

- осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства;
- осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия инструкций по охране окружающей среды;
- осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия стандартов по охране окружающей среды;
- осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия нормативов по охране окружающей среды;
- участвует в проведении экологической экспертизы технико-экономических обоснований;
- участвует в проведении экологической экспертизы проектов расширения действующих производств;
- участвует в проведении экологической экспертизы проектов реконструкции действующих производств;
- участвует в проведении экологической экспертизы создаваемых новых технологий;
- участвует в проведении экологической экспертизы создаваемого нового оборудования;
- осуществляет контроль за соблюдением технологических режимов природоохранных объектов;
- анализирует работу природоохранных объектов;
- следит за соблюдением экологических стандартов;
- следит за соблюдением экологических нормативов;
- следит за состоянием окружающей среды в районе расположения предприятия;
- составляет графики аналитического контроля;
- участвует в проверке соответствия технического состояния оборудования требованиям охраны окружающей среды;
- участвует в проверке соответствия технического состояния оборудования требованиям рационального природопользования;
- принимает участие в работе комиссий по проведению экологической экспертизы деятельности предприятия.

Таким образом, предложена процедура определения предмета деятельности инженера-эколога. На следующей стадии исследования необходимо рассмотреть особенности идентификации методов деятельности инженера-эколога, что соответствует ответу на вопрос: «Как, какими способами инженер-эколог осуществляет решение профессиональных задач?». Собственно, под *методами профессиональной деятельности инженера-эколога* будем понимать способы осуществления им инженерно-экологической деятельности с использованием соответствующего набора средств, оборудования и инструментов на основе определенных принципов, правил и процедур защиты окружающей среды.

Так же как и предмет профессиональной деятельности, методы профессиональной деятельности инженера-эколога имеют результатом своего применения определенное воздействие на техногенный объект, природ-

ный объект, их элементы. Такое воздействие сопряжено со значительным риском негативности, поэтому используемые методы должны быть тщательно проверены на эффективность, обоснованы через политические, экономические, социальные, технологические и правовые критерии, и только после этого допущены к применению. Поэтому критериальное обоснование методов инженерно-экологической деятельности, их официальное утверждение и допуск к применению осуществляет государство через различные научно-исследовательские учреждения, ведомственные структуры, профилированные в различных областях экологической деятельности, а также научной и прикладной методологии. Одобренные государством к применению методы инженерно-экологической деятельности официально утверждаются подзаконными нормативными актами, публикуются в государственных изданиях и только после этого могут применяться в деятельности специалистов.

Соответственно, для определения методов профессиональной деятельности инженера-эколога предлагается проводить анализ совокупности подзаконных нормативных актов в сфере защиты окружающей среды. К таким документам можно отнести акты:

- определяющие общие правила, методы и процедуры реализации тех или иных природоохранных действий, а также изготовления той или иной продукции в целях недопущения или снижения ее будущего вредного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации (например, ИСО, ГОСТ, ГОСТ Р ИСО, технические регламенты и т.д.);

- устанавливающие правила, методы и ограничения в строительной сфере, в том числе в целях обеспечения экологичности строительных мероприятий, а также применительно к расчету и строительству сооружений очистки воздуха, воды и переработки отходов, сооружений снижения негативного воздействия энергетических излучений (например, различные СНиП);

- регламентирующие санитарно-гигиенические уровни предельно-допустимых воздействий процессов, веществ, оборудования на окружающую среду и здоровье человека, а также описывающие возможные правила и методы непревышения указанных уровней воздействия (например, СанПиН, приказы Главного санитарного врача и санитарно-эпидемиологических учреждений Российской Федерации, приказы и распоряжения Главного ветеринарного врача и ветеринарных учреждений РФ, медицинских и карантинных учреждений РФ и т.д.);

- определяющие правила, методы и особенности расчета различных параметров, характеризующих динамику процесса воздействия антропогенных объектов на природную среду, а также расчета природоохранного оборудования (например, ОНД, РД, ОДМ, МДК и т.д.);

- устанавливающие правила и методы оценки результатов и последствий антропогенной деятельности для окружающей среды (различные приказы министерств и ведомств, регламенты, методики расчетов, сметы, индексы и т.д.);

- регламентирующие методы и порядок оформления экологической документации, природоохранных проектов на предприятиях и в населен-

ных пунктах, а также порядок их представления в вышестоящие природоохранные инстанции (постановления Правительства РФ, приказы министерств и ведомств и т.д.).

Анализ указанных актов достаточно затруднителен ввиду их огромного количества (более 2 000 актов). Для составления собственно перечня методов профессиональной деятельности инженера-эколога нет необходимости подробно изучать тексты подзаконных нормативных актов.

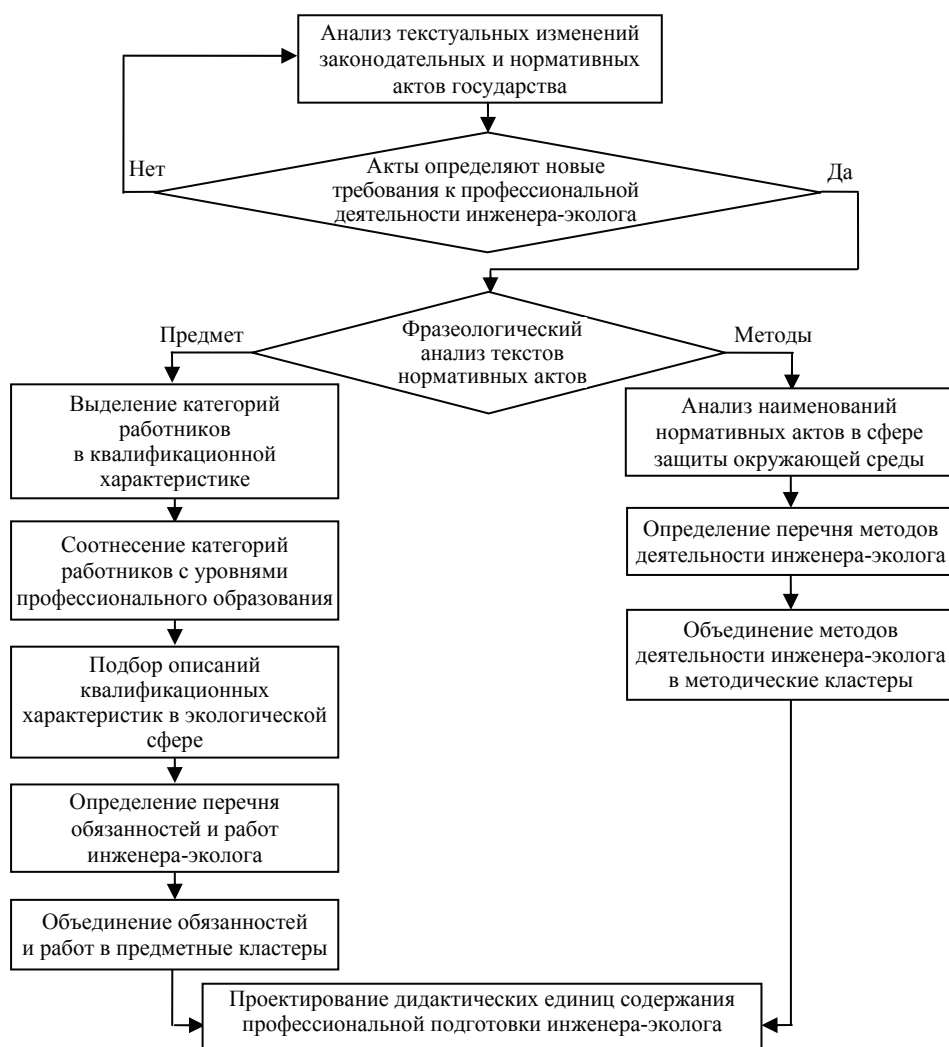
Достаточно проанализировать название каждого подзаконного акта, поскольку в таком названии практически во всех случаях содержатся наименования методов и мероприятий по защите окружающей среды. Например, из названий «ОНД–86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» [3], «РД 153-34.0-02.318–2001. Методические указания по расчету валового выброса двуокиси углерода в атмосферу из котлов тепловых электростанций и котельных» [4], «РМ 62-91–90. Методика расчета вредных выбросов в атмосферу от нефтехимического оборудования» [5] ясно, что речь идет о владении инженером-экологом методами математического расчета концентраций вредных веществ в газовых выбросах предприятий в атмосферу.

Аналогично перечню предметных областей деятельности, методы профессиональной деятельности инженера-эколога можно группировать в специальные *методические кластеры*, в числе которых предлагается выделить следующие:

- учета, инвентаризации, оформления в отчетности и трансферта информации;
- математического и номографического расчета и моделирования;
- районирования и зонирования, картографического изображения и чтения карт и аэрофотоснимков;
- нормирования показателей и их стандартизации;
- отбора проб;
- выполнения измерений;
- проведения экспериментов;
- проведения тестирования, лабораторных, стендовых и промышленных испытаний;
- оценки, сравнения, классификации и применения оценочных критериев, условий и индикаторов;
- реализации контроля, экспертизы, аудита, мониторинга;
- разработки и чтения чертежей, планов, схем;
- проектирования;
- конструирования оборудования и построения технологических схем;
- применения мероприятий, технологий и устройств;
- эксплуатации и обеспечения функционирования.

Методические кластеры, как и предметные, также могут стать основой для междисциплинарных модулей в процессе построения содержания профессиональной подготовки инженера-эколога.

Предложенные процедуры определения предмета и методов профессиональной деятельности инженера-эколога в рамках социального заказа государства предлагается свести в технологию, графическое изображение которой представлено на рис. 1.



**Рис. 1. Технология определения требований государства к профессиональной деятельности инженера-эколога**

Таким образом, предложены процедуры отбора из профессиональных стандартов информационных единиц, определяющих предмет и методы профессиональной деятельности инженера-эколога. Использование предлагаемых процедур позволит понять, какие дидактические единицы должны быть включены в содержание профессиональной инженерно-экологической подготовки как основа для формирования перечня учебных дисциплин.

#### *Список литературы*

1. Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих: утв. постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 21 авг. 1998 г. № 37, в ред. от 12 февр. 2014 г. – 4-изд., доп. – М. : М-во труда и соц. развития Рос. Федерации, 2001.
2. Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)» : приказ Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 31 окт. 2016 г. № 591н (зарег. в Минюсте России 25 нояб. 2016 г. № 44450) [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал

правовой информации. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 23.08.2017).

3. ОНД–86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий / Госкомгидромет. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.

4. РД 153-34.0-02.318–2001. Методические указания по расчету валового выброса двуокиси углерода в атмосферу из котлов тепловых электростанций и котельных. – М. : СПО ОРГРЭС, 2001. – 6 с.

5. РМ 62-91–90. Методика расчета вредных выбросов в атмосферу от нефтехимического оборудования. – Воронеж : Воронежский филиал ГИПРОКАУЧУК, 1990. – 56 с.

6. Об охране окружающей среды: федер. закон Российской Федерации 10 янв. 2002 г. № 7-ФЗ // Собр. законодательства РФ. – 2002. – 14 янв. – № 2. – Ст. 133.

#### References

1. Qualification guide of positions of managers, specialists and other employees (approved by the decree of the Ministry of labour and social development of the Russian Federation of August 21, 1998 No. 37, as amended on February 12, 2014). – 4th ed., supplemented. – Moscow: The Ministry of labour and social development of the Russian Federation, 2001. – (Library journal "The Bulletin of the Ministry of labour and social development of the Russian Federation"). (In Russ.)

2. <http://www.pravo.gov.ru> (accessed 23 August 2017). (In Russ.)

3. Goskomgidromet, *OND-86. Metodika rascheta kontsenratsii v atmosfernom vozdukh vrednykh veshchestv, soderzhashchikhsya v vybrosakh predpriyatii* [General Normative Document OND-86. The method of calculation of concentrations in atmospheric air of harmful substances contained in emissions of enterprises], Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987, 94 p. (In Russ.)

4. *RD 153-34.0-02.318–2001. Metodicheskie ukazaniya po raschetu valovogo vybrosa dnuokisi ugleroda v atmosferu iz kotlov teplovykh elektrostantsii i kotel'nykh* [Guidance Document RD 153-34.0-02.318-2001. Methodical instructions by calculation of total emission of carbon dioxide into the atmosphere from boilers of thermal power plants and boiler houses], Moscow, 2001, 6 p. (In Russ.)

5. *RM 62-91-90. Metodika rascheta vrednykh vybrosov v atmosferu ot neftekhimicheskogo oborudovaniya* [Design Methodology RM 62-91-90. The method of calculation of harmful emissions into the atmosphere from petrochemical equipment], Voronezh, 1990, 56 p. (In Russ.)

6. [On the Protection of the Environment. Federal Law of the Russian Federation of 10 January 2002 No. 7-FL], *Sobranie zakonodatel'stva Rossiiskoi Federatsii* [Collected Legislation of the Russian Federation], 2002, 14 Jan., No. 2, Col. 133. (In Russ.)

---

### Procedure for Formulation of the Government Requirements to the Environmental Engineer's Professional Activity and Training Content

A. V. Kozachek

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** cluster of methodological; environmental engineer; government requirements; normative-legal acts; professional activity; subject-specific cluster; technology; training content.

**Abstract:** The paper proposes to determine the government requirements for professional activity and professional training of environmental engineers by specifying labor and environmental laws and regulations and their distribution across the groups of substantive and methodological clusters. The relevant procedure and the peculiarities of its application have been developed and verified.

---

©А. В. Козачек, 2017

## **РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ ТРЕНАЖЕРНЫХ СИСТЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРОВ**

**М. Н. Краснянский, Д. Л. Дедов,  
А. Д. Обухов, А. Е. Архипов**

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

*Рецензент д-р техн. наук, профессор В. Е. Подольский*

**Ключевые слова:** адаптивные тренажерные комплексы; визуализация; математическое моделирование; пожары.

**Аннотация:** Рассмотрены разработка адаптивных тренажерных систем, подходы к построению математической модели визуализации распространения пожаров на промышленных объектах с учетом сопутствующих процессов дымообразования, выделения токсичных продуктов горения и их влияния на текущее состояние человека.

В промышленности высоко влияние человеческого фактора на надежность функционирования системы, остро стоит проблема подготовки и переподготовки кадров [1]. На сегодняшний день значительно увеличилось число аварийных ситуаций, произошедших по вине человека, поэтому уменьшение их числа является одной из важнейших проблем. Решить данную задачу можно путем повышения профессионального уровня обслуживающего персонала, с помощью проведения тренингов по отработке совместных действий для предупреждения, обнаружения и локализации аварийной ситуации. Наиболее доступный и недорогой метод проведения таких тренировок – использование интерактивных тренажерных комплексов, которые имеют возможность моделировать широкий спектр возможных внештатных ситуаций.

---

Краснянский Михаил Николаевич – доктор технических наук, профессор, ректор ТамбГТУ; Дедов Денис Леонидович – кандидат технических наук, директор центра трансфера технологий, e-mail: hammer68@mail.ru; Обухов Артём Дмитриевич – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»; Архипов Алексей Евгеньевич – студент, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Для повышения уровня подготовки персонала необходимо проводить своевременное и систематическое обучение действиям в условиях чрезвычайных ситуаций. Наиболее эффективным способом подготовки считается обучение на адаптивных тренажерных комплексах (АТК), которое является экономически выгодным и безопасным, а также обеспечивает возможность моделирования пожароопасных условий, что невозможно в реальном производстве.

Выработка практических навыков действий во внештатных ситуациях напрямую зависит от степени погружения в виртуальную реальность в процессе тренинга в АТК, поэтому актуальной задачей при разработке АТК является достоверная и качественная визуализация процесса распространения пожара с учетом индивидуальных особенностей производственного процесса предприятия. Помимо непосредственно визуализации, корректное компьютерное моделирование распространения пожаров позволяет решать сопутствующие задачи. Среди них следует отметить определение времени эвакуации при пожарах и негативного воздействия на человека [2 – 4], вопросы эффективной борьбы с лесными пожарами.

Тренажерный комплекс представляет собой интерактивную трехмерную модель производственного объекта с возможностью моделирования производственного процесса и отработки совместных действий обслуживающего персонала. Тренажерный комплекс поддерживает два режима функционирования: штатный и аварийный. Штатный режим служит для обучения регламента производственного процесса, аварийный – обучения правилам действия при возникновении внештатной ситуации.

Работа тренажерного комплекса в штатном режиме осуществляется по математической модели действия персонала, представленной, например, в виде графа, вершины которого – состояния системы в определенный момент времени, дуги – действия, которые необходимо совершить для перехода системы из одного состояния в другое. Таким образом, граф описывает весь производственный процесс создания готового продукта. Действия обучаемого отслеживаются системой и сравниваются с техническим регламентом. В случае ошибки оператора система выдаст предупреждение или перейдет в работу в аварийном режиме [5].

Реализация внештатных ситуаций в тренажерных системах требует особого подхода. Рассмотрим это на примере разработанного модуля пожарной безопасности. С его помощью можно обучать персонал предприятия первичным навыкам действия при возникновении возгорания и распространении огня по помещению.

Для реализации распространения пожара разработана математическая модель, формализующая два основных направления: отслеживание распространения огня по всему техническому объекту и каждому конкретному элементу на производственной площади.

Для начала проведем анализ процесса распространения огня при возникновении пожара в контексте виртуальной реальности. Математическая модель должна учитывать свойства различных материалов и их расположение на производственной площади относительно друг друга [6]. Пожа-

роопасные свойства материалов, встречающихся на производственных объектах, включают:

- горючесть;
- скорость воспламенения;
- скорость распространения пламени по площади;
- дымообразующую способность;
- токсичность продуктов горения.

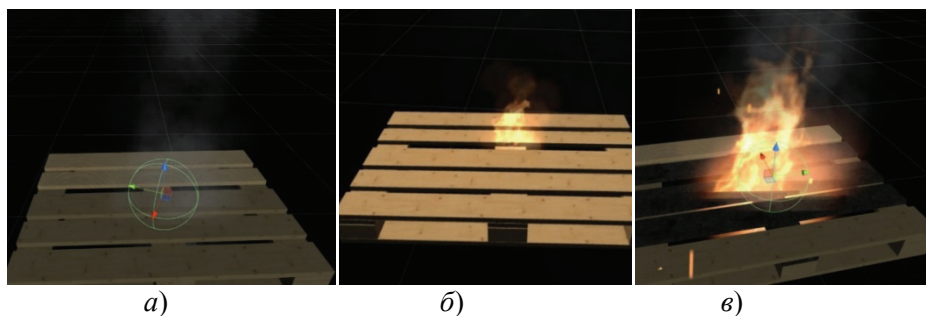
Горючесть определяет возможность материала к возгоранию в диапазоне от 0 до 1. Например, бетон будет относиться к негорючим (значение параметра горючести – 0), керосин – горючим (значение параметра горючести – 1). При этом необходимо учитывать, что распространение огня не может происходить сквозь негорючий материал.

Скорость воспламенения – параметр, отвечающий за скорость появления открытого пламени после начала воздействия повышенной температуры, в нормированном виде меняется от 0 до 1. В адаптивных тренажерных комплексах данный параметр влияет на визуализацию начальной стадии горения. Примером может являться анимация воспламенения древесины (рис. 1). Если скорость воспламенения близка к 1, то объект «взрывается».

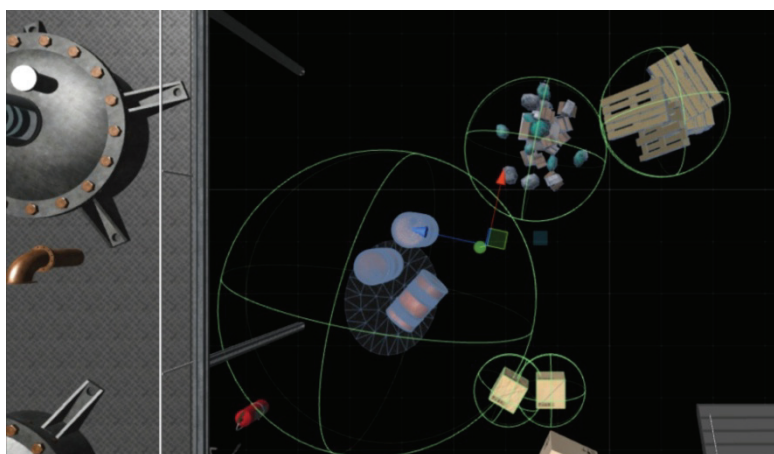
Скорость распространения пламени по площади – параметр, отвечающий за скорость распространения множества анимаций огня в пределах одного объекта, принимает значения на отрезке от 0 до 1. Например, анимация горения деревянного поддона будет реализовываться несколькими последовательно возникающими очагами открытого пламени.

Радиус зоны возможного воспламенения – параметр, зависящий от качественных свойств материала и влияющий на возможность воспламенения объекта в заданном размере поля отслеживания открытого пламени. Например, зона возможного воспламенения открытого бензинового пятна будет значительно больше, чем у предмета из дерева (рис. 2).

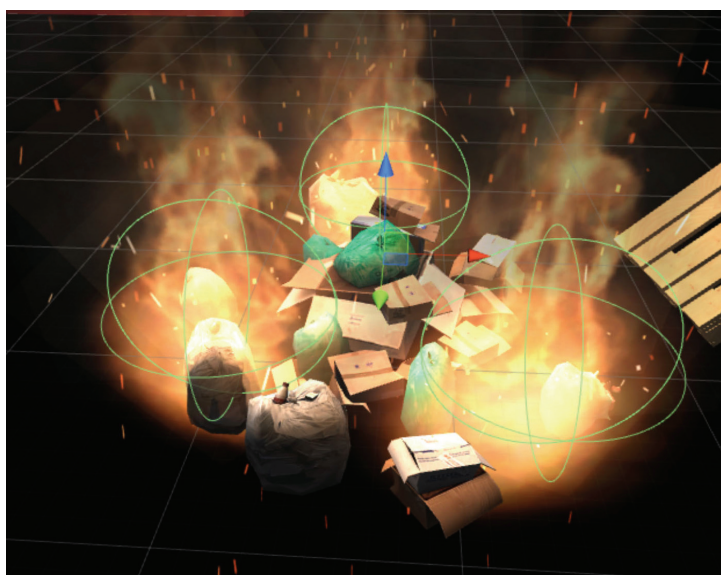
Развитие пожара происходит от очага открытого пламени. Каждый материал обладает собственными параметрами горения, визуализация которых реализуется при помощи определенного набора анимации дыма и пламени, а также изменения цвета материала объекта (см. рис. 1, в).



**Рис. 1. Визуализация развития пожара при различных состояниях:**  
а – тления; б – состояние возгорания;  
в – горения и изменения цвета объекта



**Рис. 2. Радиусы зон возможного воспламенения**



**Рис. 3. Очаги открытого пламени**

Для каждого объекта возможно существование одного или нескольких очагов открытого пламени. Прежде всего, это связано со скоростью распространения пламени по площади, влияющей на количество очагов открытого пламени (рис. 3).

Дымообразующая способность – параметр, отвечающий за цвет и интенсивность анимации моделирования задымленности. Например, количество и насыщенность дыма при горении резины больше, чем при горении бумаги (рис. 4).

Токсичность продуктов горения – параметр, отвечающий за степень негативного воздействия на человека при отсутствии специальных средств индивидуальной защиты. Например, при нахождении обучаемого в зоне воздействия угарного газа без противогаза наступает нарушение дыхания, ухудшение зрения и скорый летальный исход. Таким образом, при



**Рис. 4. Различные виды дыма**



**Рис. 5. Вид из противогаза**

возникновении на промышленном объекте пожара, сопровождающегося выделением токсичных веществ, в АТК предусмотрены режимы использования соответствующих средств индивидуальной защиты. Использование противогазов снижает угол обзора, что влияет на эффективность действий персонала. На рисунке 5 представлена визуализация использования противогаза.

На основе представленных свойств материалов осуществляется формализация основных объектов и процессов распространения пожаров в виртуальной среде АТК, после чего строится математическая модель, используемая непосредственно на этапах проектирования и реализации процессов возгорания, тушения, дымообразования и токсичности в АТК.

В дальнейшем планируется исследование процессов разгерметизации, взрывов, поломок в оборудовании и разработка соответствующих математических моделей и программного обеспечения для АТК.

В статье рассмотрены возможности применения средств виртуальной реальности для моделирования распространения пожаров в АТК. На основе проведенного анализа предметной области выделены и описаны основные параметры, влияющие на скорость распространения огня, дымообра-

зование и токсичность. Их формализация в виде математической модели распространения пожара в АТК позволит упростить их программную реализацию в АТК, рассчитать такие параметры, как возможность возгорания материалов, скорость распространения пламени по объектам, степень горения, дымообразование, токсичности и т.д.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проектной части (проект 8.2906.2017/ПЧ).*

#### *Список литературы*

1. Проектирование информационных систем управления документооборотом научно-образовательных учреждений : монография / М. Н. Краснянский [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 216 с.
2. Kuligowsky, E. D. A Review of Evacuation Models : Technical note / E. D. Kuligowsky, R. D. Peacock. – National Institute of Standards and Technology, U. S. Department of Commerce, 2005.
3. Rushmeier, H.E. Case Study: Volume Rendering of Pool Fire Data / H. E. Rushmeier, A. Hamins, M. Y. Choi // IEEE Comput. Graph. Applications. – 1994. – Vol. 4, No. 15. – P. 382 – 385.
4. Evacuation Dynamics: Empirical Results, Modeling and Applications / A. Schadschneider [et al.] // Encyclopedia of Complexity and Systems Science. – New York, NY: Springer New York, 2009. – P. 3142 – 3176. doi: 10.1016/j.ssci.2011.12.024
5. Интеграция виртуальных тренажеров в процесс обучения операторов технических систем с использованием интернет-технологий / М. Н. Краснянский [и др.] // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2010. – № 7. – С. 38 – 49.
6. Design of Simulators for Automated Information Systems of Engineers' Training / M. N. Krasnyanskiy [et al.] // Journal of Applied Sciences. – 2014. – Vol. 14. – P. 2674 – 2684. doi: 10.3923/jas.2014.2674.2684

#### *References*

1. Krasnyanskii M.N., Karpushkin S.V., Ostroukh A.V., Obukhov A.D., Kasatonov I.S., Bukreev D.V., Karpov S.V., Dedov D.L. *Proektirovanie informatsionnykh sistem upravleniya dokumentooborotom nauchno-obrazovatel'nykh uchrezhdenii* [Designing information management systems for document management of scientific and educational institutions], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO "TGTU", 2015, 216 p. (In Russ.)
2. Kuligowski E.D., Peacock R.D. *Review of building evacuation models*, National Institute of Standards and Technology, U. S. Department of Commerce, Technical note 1471, 2005.
3. Rushmeier H.E., Hamins A., Choi M.Y. Case Study: Volume Rendering of Pool Fire Data, *IEEE Comput. Graph. Applications*, 1994, vol. 4, no. 15, pp. 382-385.
4. Schadschneider A., Klingsch W., Klüpfel H., Kretz T., Rogsch Ch., Seyfried A. Evacuation Dynamics: Empirical Results, Modeling and Applications, *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, New York, NY: Springer New York, 2009, pp. 3142-3176, doi: 10.1016/j.ssci.2011.12.024
5. Krasnyanskii M.N., Karpushkin S.V., Dedov D.L., Ostroukh A.V. [Integration of virtual simulators in the process of training operators of technical systems using Internet technologies], *Distantstionnoe i virtual'noe obuchenie* [Remote and virtual training], 2010, no. 7, pp. 38-49. (In Russ.)

6. Krasnyanskiy M.N, Ostroukh A.V., Karpushkin S.V., Dedov D.L., Obukhov A.D. Design of Simulators for Automated Information Systems of Engineers' Training, *Journal of Applied Sciences*, 2014, vol. 14, pp. 2674-2684, doi: 10.3923/jas.2014.2674.2684

---

### **Development of Customized Training Systems for Professional Purposes for Simulation of the Fire Propagation Process**

**M. N. Krasnyansky, D. L. Dedov,  
A. D. Obukhov, A. E. Arkhipov**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** customized training systems; fires; mathematical modeling; visualization.

**Abstract:** The paper explores the development of customized training systems, approaches to constructing a mathematical model for visualization of the spread of fires at industrial facilities with regard to the accompanying processes of smoke formation, the release of toxic combustion products and their influence on people.

---

© М. Н. Краснянский, Д. Л. Дедов,  
А. Д. Обухов, А. Е. Архипов, 2017

## **ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ МАГИСТРА В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Е. С. Мищенко, П. В. Монастырев, О. В. Евдокимцев**

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

*Рецензент д-р экон. наук, профессор Е. А. Ракитина*

**Ключевые слова:** образовательная программа; магистратура; строительство; энергоэффективность.

**Аннотация:** Рассмотрены требования Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (уровень магистратуры) с позиции компетентностного подхода в проектировании образовательных программ. Приведены результаты анкетирования работодателей по вопросам образовательных программ в сфере энергоэффективного строительства. На примере магистерской программы «Проектирование, строительство и эксплуатация энергоэффективных зданий» показаны этапы создания образовательной программы.

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения требуют от разработчиков основных профессиональных образовательных программ высшего образования (ОПОП ВО) компетентностного подхода при их проектировании. В данных стандартах высшего образования (уровень магистратуры) направления подготовки 08.04.01 «Строительство» приведены виды профессиональной деятельности, к которым могут готовиться выпускники, осваивающие образовательную программу магистратуры, и требования к результатам освоения данной программы. В результате освоения ОПОП у выпускников должны быть сформулированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные (в зависимости от выбранного(ных) вида(ов) профессиональной деятельности) компетенции (ПК).

---

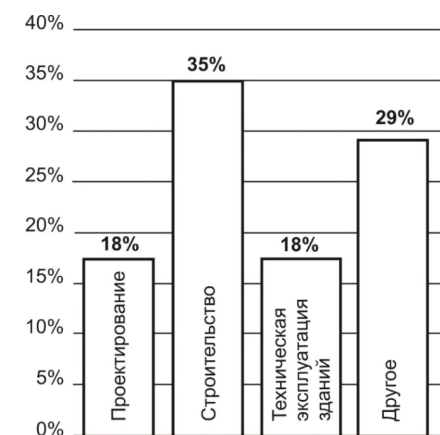
Мищенко Елена Сергеевна – доктор экономических наук, профессор, проректор по международной деятельности; Монастырев Павел Владиславович – доктор технических наук, доцент, директор института архитектуры, строительства и транспорта, e-mail: monastirev68@mail.ru; Евдокимцев Олег Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Например, во ФГОС ВО по направлению 08.04.01 «Строительство» к видам инновационной, изыскательской и проектно-расчетной деятельности относятся компетенции ПК-1 ... ПК-4, научно-исследовательской и педагогической – ПК-5 ... ПК-9, производственно-технологической – ПК-10 ... ПК-17, профессиональной экспертизе и нормативно-методической – ПК-18 ... ПК-21. При разработке программы магистратуры образовательное учреждение вправе дополнить набор компетенций выпускников с учетом направленности программы магистратуры на конкретные области знания или виды деятельности [1]. Таким образом, ФГОС ВО не только жестко прописывает требуемые компетенции, которыми должен обладать выпускник, но и дает образовательному учреждению возможности их расширить. В проектах ФГОС ВО [2], актуализируемых с учетом профстандартов, образовательная организация формирует требования к результатам ее освоения в части профессиональных компетенций на основе соответствующих профессиональных стандартов, то есть профессиональные компетенции должны соответствовать обобщенным трудовым функциям и трудовым функциям из выбранных профстандартов.

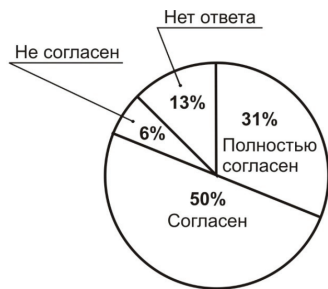
Проектирование компетенции – ответственный момент при разработке образовательной программы, а формирование профессиональной компетентности – приоритетная задача вуза. На примере одной из программ магистратуры ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (ТГТУ) покажем проектирование профессиональных компетенций. В 2015 году вуз стал обладателем гранта на тему: «Разработка магистерской программы по инновационным технологиям в сфере энергоэффективного строительства для университетов и предприятий РФ и Армении» [3, 4].

Программа гранта предусматривала взаимодействие с профессиональным сообществом в целях разработки новой магистерской программы по природосберегающему и энергоэффективному строительству. В течение 2015 г. проведено выборочное анкетирование среди руководящего состава предприятий строительной индустрии, сотрудничающих с ТГТУ [5 – 7]. Результаты анкетирования позволили решить две цели: исследовательскую (определить тенденции, существующие на тамбовском рынке труда, потребности работодателей в специалистах, компетентных в вопросах энергоэффективного строительства и эксплуатации зданий); прикладную (сбор информации, необходимой для разработки магистерской программы «Проектирование, строительство и эксплуатация энергоэффективных зданий» с учетом потребностей рынка труда).

В опросе принимали участие представители предприятий и организаций в сфере проектирования, строительства, технической эксплуатации зданий (рис. 1), которые заинтересованы в найме выпускников ТГТУ и способны оценить предлагаемые опросные позиции исходя из опыта работы с ними в качестве временных или постоянных сотрудников. Заметим, что среди респондентов есть как те, кто является потенциальным работодателем для студентов, так и те, кто открывает позиции только дипломированным специалистам.



**Рис. 1. Основная сфера деятельности анкетировуемых**



**Рис. 2. Ответы работодателей на утверждение: «Существует ли потребность в выпускниках магистерской программы, обладающих определенными компетенциями в сфере энергоэффективного строительства»**

Результаты анкетирования показали актуальность создания программы магистратуры и необходимости подготовки специалистов, обладающих определенными компетенциями в сфере энергоэффективного строительства (рис. 2). Участникам анкетирования предложено сформулировать требуемые результаты обучения магистров в области энергоэффективного строительства. Требования ФГОС ВО, а также полученные ответы легли в основу разработки образовательной программы. Проектирование образовательной программы основывалось на требуемых результатах обучения, соответствующих компетенциям ФГОС ВО, и разработанных самостоятельно профессиональных компетенций вузовских (ПКВ) (табл. 1).

Таблица 1

**Проектирование учебных дисциплин на основе результатов обучения по компетенциям ФГОС ВО и с учетом предложений работодателей (пример)**

| Результаты обучения<br>(структурные составляющие компетенции)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Наименование дисциплины (практики), формирующей заданные результаты обучения |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                                                                            |
| <p><i>ОК-2</i> (общекультурные компетенции) – готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения;</p> <p><i>ОПК-2</i> (общие профессиональные компетенции) – готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;</p> <p><i>ОПК-7</i> – способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов</p> |                                                                              |
| Знание закономерностей и принципов социального и этического взаимодействия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Деловое общение и профессиональная этика                                     |

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Умение четко определять цели и задачи профессиональной деятельности, контролировать процесс работы, мотивировать и концентрировать усилия членов коллектива                                                                                                                                                                |                                                            |
| Умение толерантно воспринимать факты социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий                                                                                                                                                                                                                        |                                                            |
| Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                            |
| Умение использовать знание правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                            |                                                            |
| <i>ПК-3</i> – способность обладать знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования |                                                            |
| Знание методов современного проектирования и мониторинга зданий и сооружений                                                                                                                                                                                                                                               | Расчетно-конструктивное проектирование зданий и сооружений |
| Знание методов расчетного обоснования отдельных конструктивных элементов и здания в целом                                                                                                                                                                                                                                  |                                                            |
| Умение использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы для решения расчетных задач при проектировании зданий и сооружений                                                                                                                                                              | Информационные технологии в строительстве                  |
| Владение системами автоматизированного проектирования в процессе разработки проектов зданий и сооружений                                                                                                                                                                                                                   |                                                            |
| <i>ПКВ-4</i> – способность осуществлять техническую эксплуатацию энергоэффективных зданий, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы, повышать энергоэффективность эксплуатируемых зданий                                                                                                            |                                                            |
| Знание основных понятий, связанных с техническим состоянием энергоэффективного здания, положений нормативных документов, регламентирующих профессиональную деятельность в области технической эксплуатации зданий;                                                                                                         | Техническая эксплуатация энергоэффективных зданий          |
| Умение демонстрировать основные принципы технической эксплуатации и ремонта энергоэффективных зданий, включая сведения о физико-механических процессах старения и разрушения элементов зданий, о методах оценки их технического состояния и надежности и принципах предупреждения износа                                   |                                                            |
| Умение оценивать взаимосвязь состава здания и свойств конструкционных и строительных материалов при максимальном ресурсоэнергосбережении, а также методы оценки показателей их качества                                                                                                                                    |                                                            |
| Владение навыками проведения мониторинга и оценки энергоэффективности эксплуатируемых зданий с применением современного оборудования для составления энергетического паспорта объекта                                                                                                                                      |                                                            |

| 1                                                                                                                                                                                              | 2                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Знание общих принципов и современных методов повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий                                                                                              | Повышение энергоэффективности эксплуатируемых зданий |
| Владение методами разработки технических решений по повышению энергоэффективности эксплуатируемых зданий с использованием программных комплексов                                               |                                                      |
| Владение методами проектирования и расчета тепловой защиты зданий с применением нормативной документации и программно-вычислительных комплексов                                                |                                                      |
| Умение применять для повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий современные строительные технологии, в том числе с использованием энергии альтернативных и возобновляемых источников |                                                      |

Анализ профессиональных стандартов (ПС) в области архитектуры и строительства позволил провести сопряжение трудовых функций (действий) и ПК ФГОС ВО в целях получения требуемых результатов обучения. Кроме того дополнительно разработаны ПКВ (табл. 2).

Таблица 2

**Сопряжение профессиональных стандартов и образовательной программы при компетентностном подходе (пример)**

| Обобщенные трудовые функции                                                                                             | Трудовые функции                                                                     | Трудовые действия                                                                                                                                          | Профессиональные компетенции                                                                                                                                          | Результаты обучения                                              | Учебные дисциплины                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                       | 2                                                                                    | 3                                                                                                                                                          | 4                                                                                                                                                                     | 5                                                                | 6                                                          |
| Разработка проектной продукции по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности* | Разработка и оформление проектных решений по объектам градостроительной деятельности | Разработка эскизного проекта в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности в соответствии с установленными требованиями | ПК-4 – способность вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования | Знание принципов и основ разработки проектов сложных объектов    | Расчетно-конструктивное проектирование зданий и сооружений |
|                                                                                                                         |                                                                                      |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                       | Умение вести разработки эскизных, технических и рабочих проектов |                                                            |

Продолжение табл. 2

| 1                                                                                                                 | 2                                                                                                     | 3                                                                                                                                                | 4                                                                                                                                         | 5                                                                                                                                                                                                  | 6                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Разработка проекта обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений** | Разработка концепции соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений | Разработка вариантов решения по обеспечению энергетической эффективности объекта капитального строительства, для которого разрабатывается проект | ПКВ-1 – способность и готовность вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов энергоэффективных зданий                       | Владение методами расчета и проектирования энергоэффективных и энергоактивных зданий методами обеспечения комфортных параметров микроклимата помещений с учетом типологических особенностей зданий | Архитектурные и объемно-планировочные решения энергоэффективных зданий |
|                                                                                                                   |                                                                                                       |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                           | Владение навыками выполнения расчетных обоснований конструктивных решений энергоэффективных зданий                                                                                                 | Конструктивные решения энергоэффективных зданий                        |
|                                                                                                                   |                                                                                                       |                                                                                                                                                  | ПКВ-3 – способность проводить анализ экономической эффективности энергосберегающих мероприятий в целях обоснования их выбора и применения | Владение навыками экономического обоснования выбора и применения энергосберегающих мероприятий                                                                                                     | Экономическая эффективность энергосберегающих мероприятий              |

\* ПС «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»;

\*\* ПС «Специалист по подготовке проекта обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений».

Определенная трудоемкость требуемых результатов обучения позволила разработать учебный план образовательной программы. Перечень дисциплин их трудоемкость и отчетность представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Образовательная программа прикладной магистратуры  
«Проектирование, строительство и эксплуатация  
энергоэффективных зданий»**

| Наименование                                                        | Семестр | Форма контроля           | Трудоемкость |      |
|---------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------|--------------|------|
|                                                                     |         |                          | часов        | ЗЕТ* |
| 1                                                                   | 2       | 3                        | 4            | 5    |
| <i>Базовая часть</i>                                                |         |                          |              |      |
| Деловое общение и профессиональная этика                            | 1       | Зачет                    | 108          | 3    |
| Международная профессиональная коммуникация                         | 1       | Зачет                    | 108          | 3    |
| Методы решения научно-технических задач в строительстве             | 1       | Зачет                    | 180          | 5    |
|                                                                     | 2       | Зачет с оценкой          |              |      |
| Методы решения научно-технических задач в строительстве             | 3       | Зачет                    | 108          | 3    |
| Расчетно-конструктивное проектирование зданий и сооружений          | 1       | Экзамен                  | 144          | 4    |
| Эффективность инноваций и инновационных технологий в строительстве  | 3       | Зачет                    | 108          | 3    |
| <i>Вариативная часть (обязательные дисциплины)</i>                  |         |                          |              |      |
| Инженерные системы энергоэффективных зданий                         | 1, 2    | Экзамен                  | 216          | 6    |
|                                                                     | 2       | Курсовая работа          |              |      |
| Техническая эксплуатация энергоэффективных зданий                   | 2       | Экзамен, курсовая работа | 144          | 4    |
| Конструктивные решения энергоэффективных зданий                     | 3       | Экзамен, курсовая работа | 180          | 5    |
| Экономическая эффективность энергосберегающих мероприятий           | 3       | Экзамен, курсовая работа | 180          | 5    |
| <i>Вариативная часть (дисциплины по выбору)</i>                     |         |                          |              |      |
| Специальные разделы строительной физики                             | 1       | Экзамен                  | 108          | 3    |
| Строительная теплофизика                                            |         |                          |              |      |
| Инновационные строительные материалы для энергоэффективных зданий   | 2       | Экзамен                  | 108          | 3    |
| Современные материалы ограждающих конструкций зданий                |         |                          |              |      |
| Экологическая безопасность в строительстве                          | 3       | Экзамен                  | 108          | 3    |
| Методология оценки экологической безопасности строительных объектов |         |                          |              |      |

Продолжение табл. 3

| 1                                                                                                  | 2    | 3               | 4           | 5          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------|-------------|------------|
| Повышение энергоэффективности эксплуатируемых зданий                                               | 3    | Экзамен         | 108         | 3          |
| Энергосбережение при модернизации зданий                                                           |      |                 |             |            |
| Российское и международное законодательное нормирование в области энергоэффективного строительства | 2    | Зачет           | 108         | 3          |
| Отечественные и зарубежные системы нормирования энергоэффективности зданий и сооружений            |      |                 |             |            |
| Учебная практика                                                                                   | 2, 3 | Зачет с оценкой | 576         | 8          |
| Научно-исследовательская работа                                                                    | 1    | Зачет с оценкой | 288         | 8          |
| Производственная практика                                                                          | 2    | Зачет с оценкой | 1080        | 30         |
|                                                                                                    | 4    | Зачет с оценкой |             |            |
| Государственная итоговая аттестация                                                                |      |                 | 216         | 6          |
| <b>Итого:</b>                                                                                      |      |                 | <b>4320</b> | <b>120</b> |
| <i>Факультативы</i>                                                                                |      |                 |             |            |
| Деловой английский язык                                                                            | 1    | Зачет           | 72          | 2          |
| Педагогика высшей школы                                                                            | 2    | Зачет           | 72          | 2          |
| Организационно управленческая деятельность                                                         | 3    | Зачет           | 72          | 2          |

\* ЗЕТ – зачетная единица трудоемкости.

В настоящее время ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б. Н. Ельцина» и ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» ведут подготовку учебных пособий «Эко-концептуальное архитектурное проектирование», «Особенности проектирования жизненного цикла энергоэффективных объектов недвижимости», «Биосферосовместимые технологии энергосбережения в градостроительстве» и «Инновационные материалы и технологии для энергоэффективных зданий», которые станут основой учебно-методического обеспечения магистерской программы «Проектирование, строительство и эксплуатация энергоэффективных зданий».

#### Список литературы

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (уровень магистратуры) [Электронный ресурс] : приказ Минобрнауки России от 30.10.2014 г. № 1419. – Режим доступа : [http://www.edu.ru/db/mo/Data/d\\_14/m1419.html](http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_14/m1419.html) (дата обращения: 18.08.2017).

2. Проекты ФГОС ВО по направлениям магистратуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://fgosvo.ru/fgosvo/135/132/14> (дата обращения: 01.06.2017).
3. Мищенко, Е. С. Опыт международного научно-образовательного сотрудничества в области архитектуры и строительства / Е. С. Мищенко, П. В. Монастырев // Интеграция образования. – 2015. – Т. 19, № 4. – С. 10 – 15.
4. Мищенко, Е. С. Международное сотрудничество Тамбовского государственного технического университета в области архитектуры и строительства / Е. С. Мищенко, П. В. Монастырев // Мат. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт» / ТГТУ. – г. Тамбов, 25 сентября 2015 г. – Тамбов, 2015. – С. 7 – 10.
5. Мищенко, Е. С. Разработка образовательной программы в области повышения энергетической эффективности зданий [Электронный ресурс] / Е. С. Мищенко, О. В. Евдокимцев, П. В. Монастырев // Сб. мат. II Междунар. конф. «Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур» / УрФУ. – г. Екатеринбург, 27 мая 2016 г. – С. 166 – 171. – Режим доступа : <http://www.urfu.ru>. (дата обращения: 18.08.2017).
6. Энергоэффективное строительство в Тамбовской области: образовательные аспекты / Е. С. Мищенко [и др.] // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов». В 5-ти т. Т. 1 / под науч. ред. В. А. Грачева, М. Н. Краснянского, Н. В. Молотковой и др. Тамбов. 7 – 9 июня 2016 г. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – С. 232 – 238.
7. Актуальность образовательных программ прикладной магистратуры в области энергоэффективного строительства / Е. С. Мищенко [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2016. – № 4 (62). – С. 203 – 209.
8. Монастырев, П. В. Образовательные программы Института архитектуры, строительства и транспорта как элементы инновационного развития экономики Тамбовской области / П. В. Монастырев, О. В. Евдокимцев, А. В. Милованов // Материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф. «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт», г. Тамбов, 27 июня 2016 г. – Тамбов, 2016. – С. 8 – 14.

## References

1. [http://www.edu.ru/db/mo/Data/d\\_14/m\\_1419.html](http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_14/m_1419.html) (accessed 18 August 2017)
2. <http://fgosvo.ru/fgosvo/135/132/14> (accessed 01 June 2017)
3. Mishchenko E.S., Monastyrev P.V., *Integratsiya obrazovaniya*, 2015, vol. 19, no. 4, p. 10-15. (In Russ.)
4. Mishchenko E.S., Monastyrev P.V., *Us-toichivoe razvitie regiona: arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Sustainable development of the region: architecture, construction, transport], Tambov, TGTU, 25 September 2015, Tambov : Izd-vo Pershina R.V., 2015, p. 7-10. (In Russ.)
5. Mishchenko E.S., Evdokimtsev O.V., Monastyrev P.V., *Problemy bezopasnosti stroitel'nykh kritichnykh infrastruktur* [Security problems of building critical infrastructures], Ekaterinburg, UrFU, 27 May 2016, p. 166-171, available at: <http://www.urfu.ru> (In Russ.)
6. Mishchenko E.S., Monastyrev P.V., Evdokimtsev O.V., Korchagina O.A., Matveeva I.V., *V. I. Ver-nadskii: ustoichivoe razvitie regionov* [VI Vernadsky: sustainable development of regions], Tambov. 7-9 June 2016, Tambov: Izd-vo FGBOU VO «TGTU», 2016, p. 232-238. (In Russ.)

7. Mishchenko E.S., Monastyrev P.V., Evdokimtsev O.V., Korchagina O.A., Matveeva I.V., *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*, 2016, no. 4 (62), p. 203-209. (In Russ.)

8. Monastyrev P.V., Evdokimtsev O.V., Milovanov A.V., *Ustoichivoe razvitie regiona: arkhitek-tura, stroitel'stvo, transport* [Sustainable development of the region: architecture, construction, transport], Tambov, TGTU, 27 June 2016, Tambov : Izd-vo Pershina R.V., 2016, p. 8-14. (In Russ.)

---

### **Developing Master Student Learning Outcomes in the Field of Energy Efficient Construction**

**E. S. Mishchenko, P. V. Monastyrev, O. V. Evdokimtsev**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** study program; master course; construction; energy efficiency.

**Abstract:** The article considers the requirements of the Federal State Educational Standard (FSES) for the direction of training 08.04.01 "Construction" (Master's degree) from the position of the competence-based approach to educational programs design. The results of the questionnaire for employers on educational programs in energy efficient construction are presented. Using the example of Master's program "Design, construction and operation of energy efficient buildings" the article shows the stages of educational program development.

---

© Е. С. Мищенко, П. В. Монастырев,  
О. В. Евдокимцев, 2017

## **ИННОВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ**

**Н. И. Наумкин, А. Н. Ломаткин**

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва»,  
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор М. Н. Чаткин*

**Ключевые слова:** аддитивные технологии; интегрированный практикум; инновация; 3D-модель; 3D-сканер.

**Аннотация:** Рассмотрены вопросы подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности и возможность использования аддитивных технологий при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Прикладная механика». Разработан и реализован интегрированный лабораторный практикум по дисциплине «Прикладная механика», отражающий основные этапы инновационного цикла, на основе использования аддитивных технологий.

Развитая национальная инновационная структура является одним из необходимых условий обеспечения вхождения каждого государства, включая Россию, в число государств с новым технологическим укладом, а владение инновационной деятельностью инженерных кадров – залогом технического прогресса общества. В связи с этим, инновационная подготовка – важный и необходимый компонент обучения в инженерных вузах, что подтверждается содержанием образовательных стандартов. В ранее выполненных исследованиях показано, что такая подготовка подразумевает формирование у обучающихся компетентности в инновационной инженерной деятельности (ИИД). При этом под последней понимается *способность* применять знания, умения, навыки и личные качества для успешной деятельности в различных проблемных профессиональных либо жизнен-

---

Наумкин Николай Иванович – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой основ конструирования механизмов и машин, e-mail: naumn@yandex.ru; Ломаткин Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Республика Мордовия, Россия.

ных ситуациях. В свою очередь, компетентность в ИИД (**КИИД**) представляется как совокупность *компонентов*: 1) *знаниевого*; 2) *деятельностного*; 3) *мотивационного*; 4) *психологического (способностного)*; 5) *рефлексивного*. В основе формирования психологического, знаниевого и деятельностного компонентов лежит мотивационный компонент, а инструментарием реализации рефлексивного, мотивационного, знаниевого и психологического компонентов является деятельностный компонент, и оценивать уровень сформированности КИИД следует, измеряя степень владения составом данного компонента. Рассмотрим особенности формирования деятельностного компонента, владение которым является интегральным показателем уровня сформированности КИИД, при реализации лабораторного практикума по механике.

Название «лабораторная работа» происходит от латинских слов *labor* и *laboro*, что соответственно означает труд, работа, трудиться, стараться, хлопотать, заботиться, преодолевать затруднения. В связи с этим, лабораторный практикум является одной из форм практического обучения студентов в вузе и с давних времен связан с применением умственных и физических усилий по изысканию ранее неизвестных путей и средств разрешения возникающих научных и жизненных задач [1 – 3].

Основной целью лабораторных занятий является практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими новейшей техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки, инструментализация полученных знаний (превращение их в средство для решения учебно-исследовательских, а затем реальных экспериментальных и практических задач), иными словами – установление связи теории с практикой.

По мнению С. И. Архангельского, главной задачей лабораторного практикума является установление связи теории и практики на основе экспериментальных исследований в специально оборудованных лабораториях [4]. К задачам практикума ряд авторов относит расширение кругозора студентов, формирование мотивации к изучению дисциплины, а также выполнение несложной творческой исследовательской деятельности и активизацию творческого потенциала – основы ИИД [5].

Анализируя влияние поставленной перед практикумом задачи на конечный результат обучения, можно сделать вывод, что практикум, «...выделяя в качестве приоритетной задачи при подготовке к лабораторным работам изучение вопросов теории, подтверждаемой в эксперименте, заставляет студента во время семестра систематически изучать теоретические курсы, позволяет поднять уровень его знаний. Все это систематизирует процесс обучения, облегчит усвоение материала, а значит, повысит степень профессиональной подготовки студента» [6, с. 57].

Лабораторный практикум направлен на формирование необходимых профессиональных умений. В ходе его реализации обучающиеся под руководством преподавателя или самостоятельно выполняют практическую работу с целью углубления и закрепления теоретических знаний, развития навыков самостоятельного экспериментирования. [7, с. 131]. На это также указывают Э. Г. Скибицкий, И. Э. Толстова и В. Г. Шефель [1] и другие исследователи.

Таким образом, одно из основных преимуществ лабораторных занятий в сравнении с другими видами аудиторной учебной работы состоит в том, что они интегрируют теоретико-методологические знания, практические умения и навыки студентов в едином процессе деятельности учебно-исследовательского характера. Соприкосновение теории и опыта, осуществляющееся в учебной лаборатории, активизирует познавательную деятельность студентов, придает конкретный характер изучаемому на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретическому материалу, способствует детальному и прочному усвоению учебной информации. Лабораторная работа требует от студента творческой инициативы, самостоятельного принятия решений, глубокого знания и понимания учебного материала. При выполнении большинства лабораторных работ студенту предоставляется возможность стать «сооткрывателем истины», что благоприятно сказывается на развитии познавательного интереса, или, что еще важнее – получить учебный инновационный продукт.

В монографии [8] предпринята попытка обобщить сведения о лабораторных работах по общетехническим дисциплинам и классифицировать их по следующим признакам: 1) видам объектов исследования (физические, виртуальные, комбинированные); 2) типу лабораторных работ (ознакомительные, иллюстративные, экспериментальные, проблемно-ориентированные, комбинированные); 3) форме проведения лабораторных работ (фронтальные, групповые, индивидуальные, комбинированные); 4) видам лабораторных работ (опережающие, последовательные, параллельные, смешанные).

В каждой такой лабораторной работе, включая традиционные, на основании фундаментальных законов, освоенных студентами при изучении естественнонаучных дисциплин, и научно-технических теорий, пройденных в рамках общетехнических дисциплин, происходит их интеграция и проявляются межпредметные взаимосвязи, инновационные подходы, способствующие развитию творческого потенциала. Таким образом, в лабораторном практикуме фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин являются основой для изучения научно-технических теорий, реализованных в общетехнических дисциплинах и представленных в виде компьютерных расчетов эксплуатационных показателей машиностроительных деталей и моделей для изучения физико-технических процессов, возникающих в машинах и механизмах.

В классификацию, представленную в монографии [8] следует добавить еще два классификационных признака (рис. 1): степень эффективности подготовки к ИИД (традиционная, частично-инновационная, инновационная); 2) степень интеграции (интегрированная, частично-интегрированная, традиционная).

Первый признак указывает на возможность работы вносить определенный вклад в формирование КИИД; второй – характеризует степень интеграции работ, объединенных в рамках конкретной темы (зубчатые механизмы, рычажные механизмы и др.) решаемой задачи (синтеза, анализа, проектирования механизмов и др.). В данном случае – это возможность

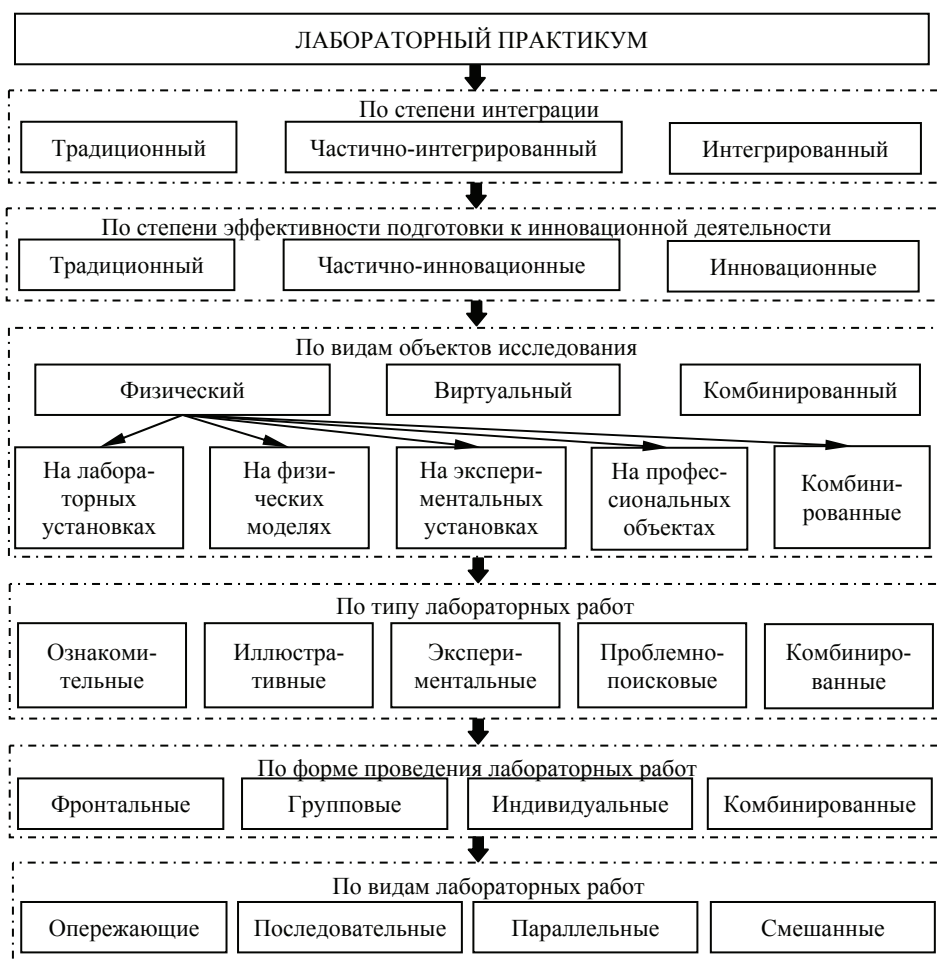
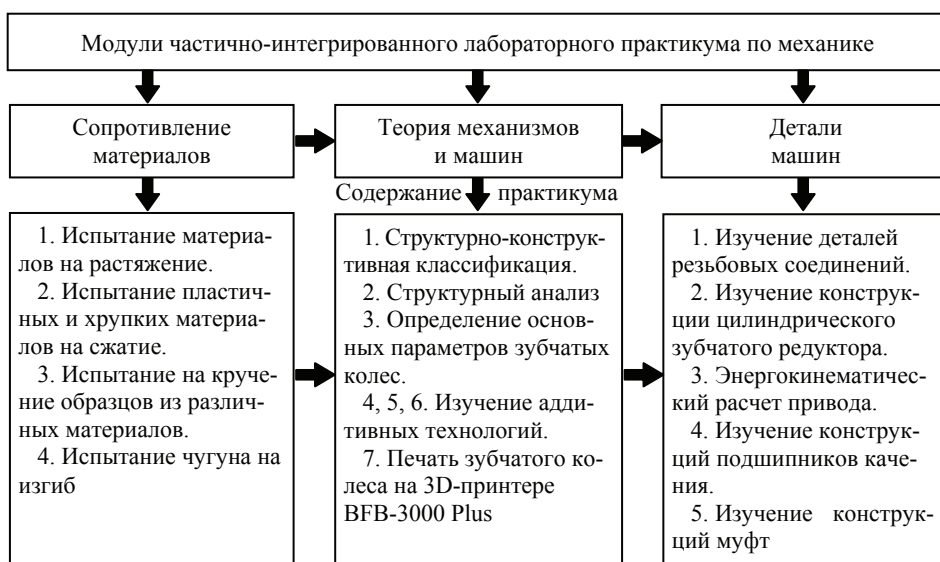


Рис. 1. Классификация лабораторных работ

физического моделирования частично или полностью инновационного цикла (анализ существующего технического уровня, синтез нового технического решения, проектирование и конструирование, изготовление) и реализуемая в рамках практикума, в течение периода обучения времени, в лабораторных условиях. Как показал анализ известных исследований по инновационной подготовке, вовлечение студентов во все этапы инновационного цикла, особенно цикла по получению материального инновационного продукта (**МИП**), наиболее эффективно формирует у них КИИД.

Примером такой интеграции может служить разработанный и реализованный в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» интегрированный лабораторный практикум по прикладной механике с использованием аддитивных технологий, появившихся в конце 1980-х гг., в основе которых лежит изготовление объекта по данным цифровой модели путем послойного добавления материала.

Такой практикум включает в себя несколько этапов выполнения отдельных модулей лабораторных работ от начала изучения до получения готового продукта (изделия) с использованием аддитивных технологий (рис. 2).

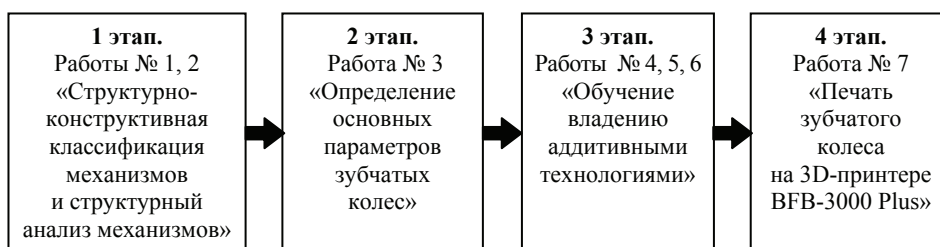


**Рис. 2. Структура частично-интегрированного лабораторного практикума по дисциплине «Прикладная механика»**

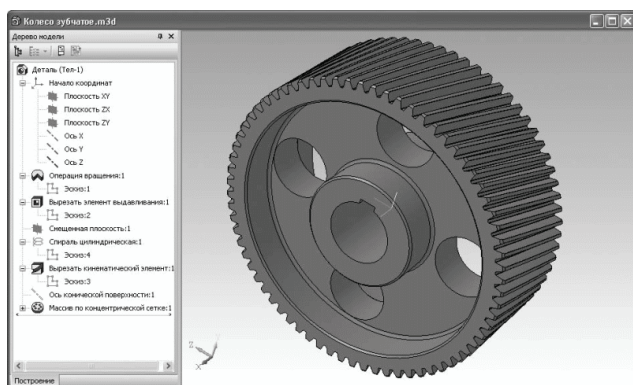
Рассмотрим более подробно проектирование содержания лабораторных работ модуля «Теория механизмов и машин», используя основные дидактические принципы структуризации и генерализации материала. На рис. 3 представлены этапы выполнения лабораторных работ данного модуля.

Первый этап включает выполнение лабораторных работ № 1 и 2, в которых изучаются структурно-конструктивная классификация механизмов, виды механизмов их назначение, область использования и выполняется структурный анализ конкретного механизмы. К таким механизмам относятся в том числе и зубчатые механизмы.

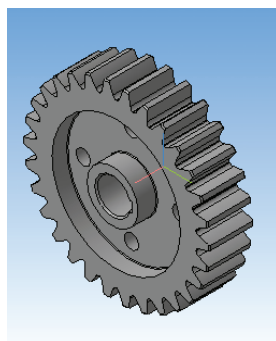
При выполнении лабораторной работы № 3 «Определение основных параметров зубчатых колес с помощью инструментов» определяются основные параметры зубчатых колес, такие как:  $m$  – модуль,  $Z$  – число зубьев,  $\alpha$  – угол профиля исходного контура, все остальные показатели рассчитываются по соответствующим формулам, на основе указанных параметры. В этой же работе проводится проектирование 3D-модели зубчатого колеса в программе Компас-3D (рис. 4, 5).



**Рис. 3. Этапы выполнения лабораторных работ модуля «Теория механизмов и машин»**



**Рис. 4. Проектирование 3D-модели зубчатого колеса**



**Рис. 5. 3D-модель зубчатого колеса**

В ходе выполнения лабораторных работ 3-го модуля: № 3 «Ознакомление с технологиями и оборудованием быстрого прототипирования и тиражирования»; № 4 «Изучение принципа работы 3D-сканера (на примере Shining3D Optiscan-plus DM)», благодаря имеющемуся оборудованию студенты смогут ознакомиться с тем, как осуществляется полный инновационный производственный цикл на примере цифрового производства, увидеть все его этапы от момента создания идеи до ее реализации, а именно: 1) ознакомиться с основными видами 3D-сканеров и принципами сканирования, а также с программным обеспечением для сканирования в целях дальнейшего создания цифровых моделей объектов; 2) изучить основные принципы работы получения изделий при помощи 3D-печати на примере работы 3D-принтера BFB 3000 Plus для дальнейшего создания изделий на основе цифровых моделей; 3) получить представление о видах смесительно-заливочных установок и принципах получения изделий из полиуретана для дальнейшего создания силиконовых форм; 4) ознакомиться с технологиями вакуумного литья в силиконовые формы.

При выполнении лабораторной работы № 7 «Печать изделий из пластика на 3D-принтере BFB-3000 Plus» студентами самостоятельно выполняется распечатка сконструированного зубчатого колеса (рис. 6) на 3D-принтере BFB-3000 Plus, который оснащен тройным экструдером.

Для организации и методического обеспечения лабораторного интегрированного практикума по прикладной механике, в соответствии с вышепредставленными методами, методическими подходами и принципами, на основе единства и взаимодополнения основного курса (прикладная механика), элективных курсов, сопутствующей научно-исследовательской работой студентов, способствующей формированию у них



**Рис. 6. Зубчатое колесо, напечатанное на принтере BFB-3000 Plus**

КИИД, специально разработаны и изданы учебные пособия и учебно-методические указания [9]. Для контроля выполнения вышеописанных лабораторных работ и логически правильной оценки экспериментальных результатов, направленных на повышение качества, долговечности, надежности и конкурентоспособности деталей машин, разработана системы вопросов, которая позволяет на основе анализа этих результатов оценивать эффективность формирования у обучающихся инновационных компетенций.

Лабораторный практикум, спроектированный таким образом и реализованный в учебных группах направлений подготовки бакалавриата «Теплоэнергетика и теплотехника» и «Электроэнергетика и электротехника», будет в последующем распространен и на другие направления подготовки и другие дисциплины, включая как общепрофессиональные, так и профессиональные. Кроме того, планируется проектирование интегрированного практикума по специально спроектированным дисциплинам, в частности для магистрантов направления «Агроинженерия» по дисциплине «Технологии и средства быстрого прототипирования в машиностроении» [10]. Такой подход к проектированию дисциплин, наряду со специально направленными на инновационную подготовку (основ инновационной инженерной деятельности), обеспечит повышение эффективности формирования у обучающихся КИИД.

Таким образом, разработанный и реализованный интегрированный лабораторный практикум по дисциплине «Прикладная механика», отражающий все основные этапы инновационного цикла (постановка задачи – синтез технического решения – получение инновационного продукта), на основе использования аддитивных технологий (3D-проектирование, сканирование, печать) обеспечивает вовлечение студентов во все перечисленные этапы инновационного цикла по получению материального инновационного продукта. Это позволяет не только наиболее эффективно формировать у студентов КИИД, но и осваивать новые технологии шестого технологического уклада.

#### *Список литературы*

1. Старикова, Л. Д. Методика профессионального обучения: практикум / Л. Д. Старикова, Ю. С. Касьянова. – Екатеринбург : Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – 131 с.
2. Ракитина, Е. А. Проблемы и перспективы использования интерактивных форм обучения в технических вузах / Е. А. Ракитина, А. И. Попов // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 1 (50). – С. 65 – 69.
3. Пучков, Н. П. Методологические аспекты подготовки студентов технических вузов к творческому саморазвитию / Н. П. Пучков, А. И. Попов // Инновации в образовании. – 2013. – № 7. – С. 53 – 60.
4. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с.

5. Беховых, Л. А. Оптика : лабораторный практикум / Л. А. Беховых, Ю. В. Беховых, Е. Г. Сизов. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2012. – 96 с.
6. Догадин, Н. Г. Усиление роли лабораторного практикума в теоретической подготовке студентов / Н. Г. Догадин // Физика в системе современного образования : труды 7-й Междунар. конф., Санкт-Петербург, 14 – 18 окт. 2003 г. : в 2 т. / ред. кол. С. В. Бубликов [и др.]. – СПб., 2003. – Т. 1. – С. 56 – 59.
7. Педагогический энциклопедический словарь / гл. ред. Б. М. Бим-Бад. – М. : Большая рос. энцикл., 2002. – 528 с.
8. Подготовка студентов национальных исследовательских университетов к инновационной инженерной деятельности на основе интеграции теоретического и практического обучения этой деятельности / Н. И. Наумкин [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та. 2014. – 140 с.
9. Лабораторный практикум по прикладной и технической механике : учеб. пособие / Н. И. Наумкин [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2003 – 132 с.
10. Введение в практикум по аддитивным технологиям / Н. И. Наумкин [и др.] ; под общ. ред. Н. И. Наумкина. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – 80 с.

### References

1. Starikova L.D., Kas'yanova Yu.S. *Metodika professional'nogo obucheniya* [Methodology of vocational training], Ekaterinburg: Izdatel'stvo Rossiiskog gosudarstvennogo professional'no-pedagogicheskii universiteta, 2013, 131 p. (In Russ.)
2. Rakitina E.A., Popov A.I. [Problems and Prospects of Using Interactive Forms of Education in Technical University], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.N. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2014, no. 1 (50), pp. 65-69. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Puchkov N.P., Popov A.I. [Methodological aspects of students' training in a field of creative self-actualization in technical universities], *Innovatsii v obrazovanii* [Innovation in Education], 2013, no. 7, pp. 53-60. (In Russ.)
4. Arkhangel'skii S.I. *Uchebnyi protsess v vysshei shkole, ego zakonomernye osnovy i metody* [The educational process in higher education, its logical foundations and methods], Moscow: Vysshaya shkola, 1980, 368 p. (In Russ.)
5. Bekhovyykh L.A., Bekhovyykh Yu.V., Sizov E.G. *Optika: laboratornyi praktikum* [Optics: laboratory practice], Barnaul: Izdatel'stvo AGAU, 2012, 96 p. (In Russ.)
6. Dogadin N.G. [Strengthening the role of the laboratory workshop in the theoretical preparation of students], *Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya* [Physics in the system of modern education], Proceedings of the 7th International Conference, St. Petersburg, 14-18 October 2003, St. Petersburg: Izdatel'stvo Rossiiskog gosudarstvennogo professional'no-pedagogicheskii universiteta, 2003, vol. 1 of 2, pp. 56-59. (In Russ.)
7. Bim-Bad B.M. (Ed.) *Pedagogicheskii entsiklopedicheskii slovar'* [Pedagogical Encyclopedic Dictionary], Moscow: Bol'shaya rossiiskaya entsiklopediya, 2002, 528 p. (In Russ.)
8. Naumkin N.I., Grosheva E.P., Shekshaeva N.N., Kupryashkin V.F., Panyushkina E.N. *Podgotovka studentov natsional'nykh issledovatel'skikh universitetov k innovatsionnoi inzhenernoi deyatel'nosti na osnove integratsii teoreticheskogo i prakticheskogo obucheniya etoi deyatel'nosti* [Preparation of students of national research universities for innovative engineering activities on the basis of integration of theoretical and practical training of this activity], Saransk. Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta, 2014, 140 p. (In Russ.)

9. Naumkin N.I., Lomatkin A.N., Kupryashkin V.F. [et al.] *Laboratornyi praktikum po prikladnoi i tekhnicheskoi mekhanike* [Laboratory Workshop on Applied and Technical Mechanics], Saransk: Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta, 2003, 132 p. (In Russ.)

10. Naumkin N.I., Pivkin D.V., Kupryashkin V.F., Bezrukov A.V., Eremkin I.V., Kil'myashkin E.A., Knyaz'kov A.S. *Vvedenie v praktikum po additivnym tekhnologiyam* [Introduction to the workshop on additive technologies], Saransk: Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta, 2015, 80 p. (In Russ.)

---

### **Innovation-Oriented Integrated Workshop on Applied Mechanics**

**N. I. Naumkin, A. N. Lomatkin**

*Ogarev Mordovia State University,  
Saransk, Republic of Mordovia, Russia*

**Keywords:** additive technology; innovation; innovation competence; integrated workshop; 3D-model; 3D-scanner.

**Abstract:** The article focuses on the training of students for innovative engineering activities when performing laboratory works in the course “Applied Mechanics”. The ways of using additive technologies in the performance of laboratory works are described. An integrated laboratory workshop for the course “Applied Mechanics”, reflecting the main stages of the innovation cycle and based on the use of additive technologies, is developed and implemented.

---

© Н. И. Наумкин, А. Н. Ломаткин, 2017

## **РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ МОНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕЧИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ КАК ИНОСТРАННОМУ (из опыта преподавания)**

**Е. А. Нивина, О. В. Толмачева**

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

*Рецензент д-р филол. наук, профессор И. М. Попова*

**Ключевые слова:** говорение; коммуникативная компетенция; монологическая речь; русский язык как иностранный; иллюстративный материал.

**Аннотация:** Рассмотрены вопросы обучения монологической речи, которое представляет собой специальную задачу, решаемую на протяжении всего времени изучения иностранного языка. Один из способов развития навыка говорения – использование на уроках иллюстративного материала. Приведены задания на формирование монологической речи учащихся разных уровней, разработанные и практикуемые авторами.

Для начала обучения в российском вузе иностранный гражданин должен владеть русским языком в объеме не менее первого сертификационного уровня, который достигается в результате успешного освоения программы подготовительного отделения. Полученные в итоге обучения умения и навыки должны обеспечить иностранцу способность «удовлетворять основные коммуникативные потребности при общении с носителями языка в социально-бытовой и социально-культурной сферах» [1, с. 4]. Таким образом, главная цель обучения русскому языку как иностранному (РКИ) на подготовительном отделении – овладение языком в таком объеме, который позволил бы иностранному студенту использовать его для выражения своих мыслей в устной и письменной форме, то есть овладение практическими навыками общения. Студент должен быть подготовлен воспринимать, понимать, обрабатывать, сообщать информацию, то есть на первый план выдвигается речевая деятельность во всех ее проявлениях: продуктивной (говорение и письмо) и рецептивной (аудирование и чтение).

Один из сложнейших аспектов обучения русскому языку как иностранному – говорение. Каждый человек, когда-либо изучавший ино-

---

Нивина Елена Анатольевна – кандидат филологических наук, доцент кафедры «Русская филология»; Толмачева Оксана Васильевна – кандидат филологических наук, доцент кафедры «Русская филология», e-mail: oxvt@rambler.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

странный язык, знает, что больше всего трудностей при изучении языка испытывается именно при говорении. Например, студенты, хорошо усваивающие грамматический материал, блестяще справляющиеся с тестовыми заданиями, испытывают огромные затруднения при выражении своих мыслей на русском языке, то есть при говорении.

В методике преподавания иностранных языков под говорением принято понимать «продуктивный вид речевой деятельности, посредством которого (совместно с аудированием) осуществляется устное вербальное общение» [2, с. 211]. «Говорение представляет собой форму устного общения, с помощью которой происходит обмен информацией, осуществляемой средствами языка, устанавливаются контакт и взаимопонимание, оказывается воздействие на собеседника в соответствии с коммуникативным намерением говорящего» [3, с. 190]. Различают монологическую и диалогическую речь.

Очень часто преимущество при обучении говорению отдается диалогу как «типичному для установления общения» [4, с. 66] виду речевой деятельности, а обучение монологическому высказыванию подменяется заучиванием текстов-«топиков». Задача преподавателя – не просто объяснить и отработать изучаемую грамматическую форму, но и вывести ее в активную речевую практику, поэтому при изучении грамматической темы широко демонстрируются ситуации использования того или иного явления в речи, как правило, в форме микродиалогов. Государственный стандарт предъявляет требования к уровню сформированности умений продуцировать не только диалогическую речь, но и монологическую. Помимо того, что иностранец должен уметь строить высказывания на основе прослушанного или прочитанного текста, передавать его содержание и основную идею и высказывать свое отношение к прослушанному или прочитанному, он должен уметь «самостоятельно продуцировать связные, логичные высказывания в соответствии с предложенной темой и коммуникативно заданной установкой» [1, с. 11]. Таким образом, в рамках занятий по русскому языку как иностранному должна проводиться работа по обучению как диалогу, так и монологу.

На раннем этапе обучения преобладает диалогическая речь. Овладение разговорными и этикетными формулами, характерными для ряда ситуаций («В магазине», «В деканате», «В поликлинике», «В автобусе» и др.), позволяет учащимся адекватно воспринимать русскую речь в повседневных жизненных ситуациях и порождать свои собственные высказывания. На начальном этапе большое место отводится запоминанию речевых клише. Например, уже на первых уроках заучиваются модели диалогов по темам «Знакомство», «Встреча», «В магазине»:

- Здравствуйте.
- *Здравствуйте.*
- Как Вас(тебя) зовут?
- *Меня зовут Алексей. А Вас(тебя)?*
- Андрей.
- *Очень приятно.*
- Мне тоже.
  
- Привет.
- *Привет. Как у Вас(у тебя) дела?*

– Спасибо, хорошо. А у Вас(у тебя)?

– *Тоже хорошо.*

– Сколько стоят бананы?

– *65 рублей.*

– А яблоки?

– *70.*

На последующих этапах обучения происходит постепенный переход от диалога к монологу. Это касается продвинутого и профессионального уровней подготовки. И в связи с тем, что наибольшие трудности на этих ступенях обучения возникают у студентов именно при продуцировании собственного развернутого высказывания, считается важным уже на начальном этапе развивать навыки построения монологической речи. При этом надо учитывать, что помимо умения фонетически и грамматически правильно оформлять свою мысль, важно учить студента формировать законченное коммуникативно направленное логически выстроенное высказывание, а также развивать тему своего сообщения, дополнять, пояснять и уточнять ее. Таким образом, обучение монологической речи представляет собой специальную задачу, которая решается на протяжении всего времени изучения языка.

Обучение говорению – многоаспектный процесс, требующий от преподавателя кропотливой работы и больших временных затрат. Непременным условием при обучении монологической речи – накопление положительного языкового опыта студентами и, следовательно, задача преподавателя – создание в учебной аудитории такой атмосферы и таких условий, при которых каждый студент сможет проявить себя, построив свое устное высказывание. Одним из путей реализации поставленной задачи представляется создание стимулов для порождения устного высказывания, когда студент сосредотачивается не на обдумывании того, о чем сказать, а на том, как это сказать. Внимание студента в этом случае обращено к форме и лексическому наполнению высказывания.

Практика преподавания русского языка на подготовительном отделении для иностранных граждан показывает, что отличным стимулом является использование на уроках иллюстративного материала: картинок, серий иллюстраций, комиксов. Иллюстративный материал помогает в условиях аудиторного обучения создать учебную ситуацию с определенной коммуникативной задачей, а также диктует отбор языкового материала. Например, Е. И. Пассов относит картины, фотографии, серии рисунков наряду с кинофильмами и диафильмами к изобразительным содержательным опорам и считает, что «любая опора – это, по сути дела, способ управления высказыванием. ...Опоры всегда информативны». Но при этом опора «лишь толчок к размышлению» [5, с. 180].

С целью активизации формирования навыка говорения при обучении монологической речи в курсе преподавания РКИ на подготовительном отделении ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» широко используются многочисленные упражнения на основе иллюстраций. Приведем некоторые из них. *(Все рисунки, приведенные в статье, выполнены художником-преподавателем МБОУ ДО «ДХШ № 2 ПДИ имени В. Д. Поленова» в г. Тамбове Беляевым Александром Сергеевичем).*

Рассмотрите рис. 1. Определите, какой национальности эти люди. Расскажите о них по модели.

Модель: Свен – швед. Он живет в Швеции. Он хорошо говорит по-шведски. Он знает шведский язык.

Национальности: русский (русская), итальянец (итальянка), американец (американка), японец (японка), немец (немка), австралиец (австралийка), француз (француженка).

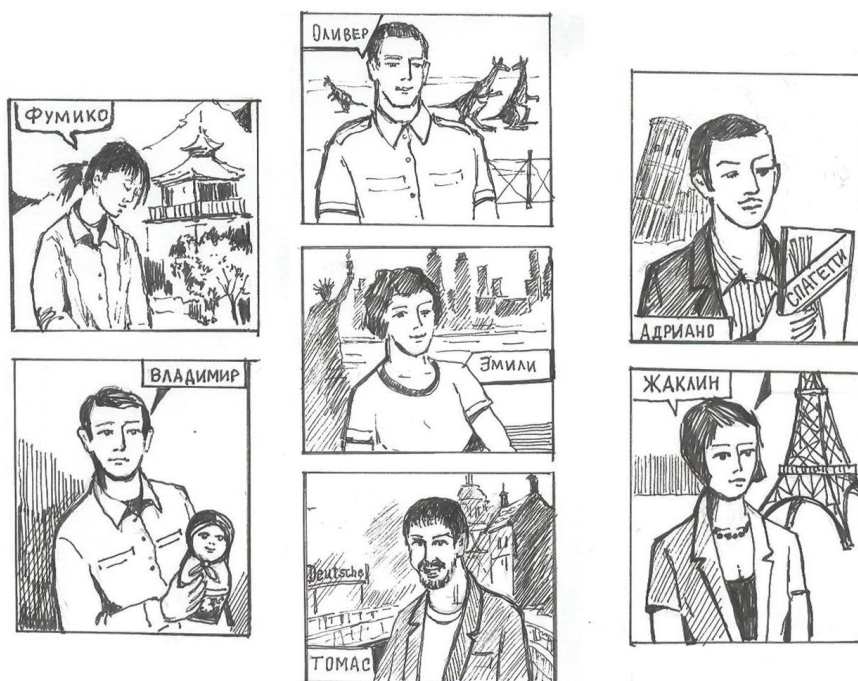


Рис. 1. Кто он(а)?

Рассмотрите рис. 2 и скажите, что человек делает неправильно. Исправьте ошибки.

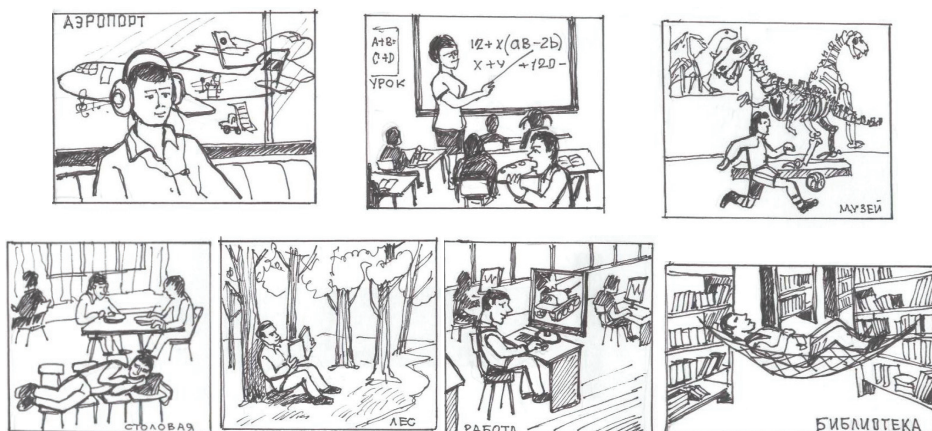


Рис. 2. Что он(а) делает неправильно?

Рассмотрите рис. 3 и расскажите о планах Саши на неделю.  
 Пример: В понедельник, 1 августа, Саша будет смотреть по телевизору фильм «Любовь моя».



Рис. 3. Что будет делать Саша?

Составьте рассказ по рис. 4.



Рис. 4. Встреча

Составьте рассказ по рис. 5.

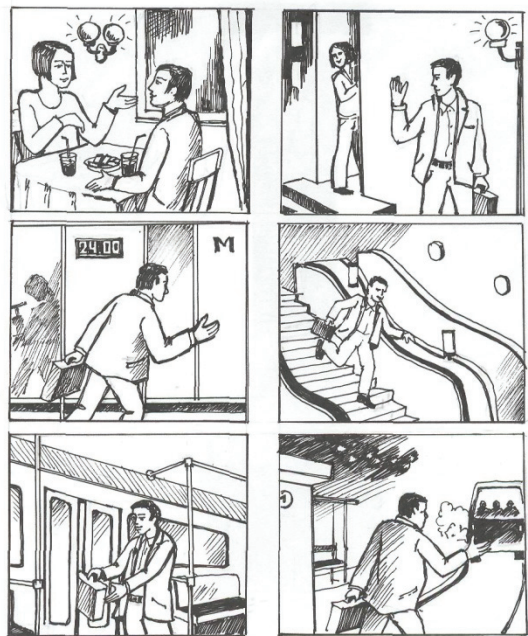


Рис. 5. Опоздал!

Рассмотрите рис. 6.  
А) Расположите изображения в правильном порядке.

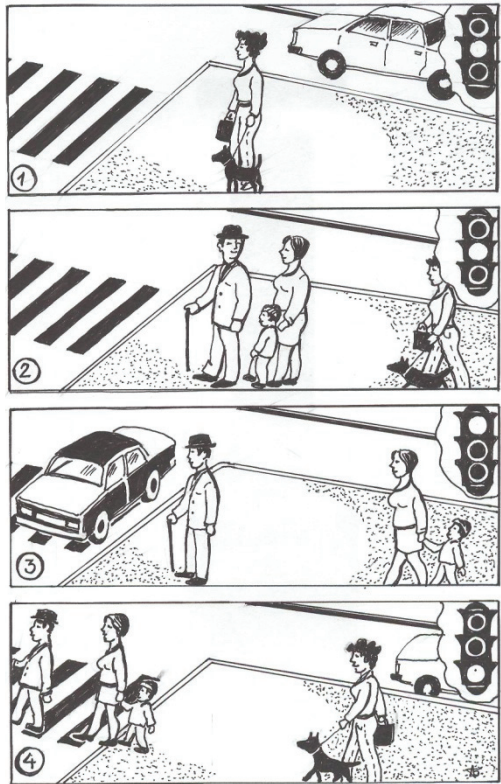


Рис. 6. Переход улицы

Б) Ответьте на вопросы.

1. Кто первым подошел к переходу?
2. Почему мужчина не мог сразу перейти улицу?
3. Кто еще подошел к переходу?
4. Кто перешел улицу, когда загорелся зеленый свет?
5. Кто не успел перейти улицу и должен ждать, когда снова загорится зеленый свет?

В) Составьте рассказ, опираясь на вопросы.

Все вышеприведенные упражнения имеют описательный характер. Методисты считают, что описание является наименее значимыми в коммуникативном плане упражнением и при его выполнении надо вводить задания, связанные с высказыванием собственного мнения или рассуждением. Так, например, после составления рассказа по теме «Переход улицы» можно попросить студентов составить памятку для правильного перехода дороги; ответить на вопрос, почему дорогу надо переходить на зебре, дополнив свой ответ перечислением всех «за» и «против»; поделиться своим положительным и отрицательным опытом поведения при переходе дороги; убедить друга, нарушающего правила дорожного движения и переходящего дорогу в неположенных местах, в том, что он поступает неправильно. Эти задания могут варьироваться в зависимости от уровня подготовленности группы или же для их выполнения могут быть сформированы микроколлективы, трудность заданий для которых определяется их составом. Таким образом, на занятии используются дифференцированные задания, учитывающие особенности усвоения материала каждым студентом и реализуется ведущий принцип организации учебного процесса, заключающийся в индивидуальном подходе.

Коммуникативная направленность обучения РКИ состоит в овладении студентами-иностранцами разными видами речевого общения. В результате обучения учащиеся должны не только получить теоретические знания, но и в первую очередь научиться использовать приобретенные умения и навыки в процессе речевого общения. От уровня сформированности коммуникативной компетенции зависит готовность студента к общению вне учебной аудитории и, как следствие, успех дальнейшего обучения в российском вузе.

Опыт работы в группах иностранных студентов показывает высокую результативность и продуктивность использования на уроках стимулов для обучения связанной речи. Использование иллюстративного материала помогает создать на уроке положительный микроклимат, дает преподавателю возможность варьировать трудность выдаваемых заданий согласно уровню подготовленности группы в целом и каждого студента в отдельности. Таким образом, осуществляется индивидуальный подход к обучению, что позволяет реализовывать принцип успешности для каждого студента и повышает мотивацию к изучению русского языка.

### *Список литературы*

1. Государственный образовательный стандарт по русскому языку как иностранному. Первый уровень. Общее владение / Н. П. Андриюшина [и др.]. – М. ; СПб. : Златоуст, 1999. – 36 с.

2. Шукин, А. Н. Методика преподавания русского языка как иностранного / А. Н. Шукин. – М. : Высшая школа, 2003. – 334 с.
3. Гальскова, Н. Д. Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика / Н. Д. Гальскова, Н. И. Гез. – М. : Академия, 2006. – 336 с.
4. Акишина, А. А. Учимся учить. Для преподавателя русского языка как иностранного / А. А. Акишина, О. Е. Каган. – М. : Русский язык, Курсы, 2016. – 256 с.
5. Пассов, Е. И. Основы коммуникативной методики обучения иноязычному общению / Е. И. Пассов. – М. : Русский язык, 1989. – 276 с.

#### References

1. *Gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart po russkomu azyku kak inostrannomu. Pervyjuroven'. Obshcheevladienie* [The state educational standard on Russian as foreign. First level. General possession], Moscow, St. Petersburg: Zlatoust, 1999, 36 p. (In Russ.)
2. Shchukin A.N. *Metodika prepodavaniya russkogo yazyka kak inostrannogo* [Technique of teaching Russian as foreign], Moscow: Vysshayashkola, 2003, 334 p. (In Russ.)
3. Gal'skova N.D., Gez N.I. *Teoriya obucheniya inostrannym yazykam. Lingvodidaktika i metodika* [Theory of training in foreign languages. Lingvodidaktika and technique], Moscow: Akademiya, 2006, 336 p. (In Russ.)
4. Akishina A.A., Kagan O.E. *Uchimsya uchit'. Dlya prepodavatelya russkogo yazyka kak inostrannogo* [We learn to learn. For the teacher of Russian as foreign], Moscow: Russkijyazyk, Kursy, 2016, 256 p. (In Russ.)
5. Passov E.I. *Osnovy kommunikativnoj metodiki obucheniya inoyazychnomu obshcheniyu* [Bases of a communicative technique of training in foreign-language communication], Moscow: Russkijyazyk, 1989, 276 p. (In Russ.)

---

### Development of Monologue Skills in Classes of Russian as a Foreign Language (Teaching Experience)

E. A. Nivina, O. V. Tolmacheva

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** communicative competence; means of presentation; monologue; Russian as a foreign language; speaking.

**Abstract:** The paper explores the problem of developing speaking skills of adult learners through mastering monologues. One of the ways of developing speaking skills is the use of pictures and images in class. The examples of teaching materials designed by the authors of the article and used for the development of monologue skills in learners of different levels are given.

---

© Е. А. Нивина, О. В. Толмачева, 2017

## **ИННОВАЦИОННЫЕ СОДЕРЖАТЕЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ЛИНИИ КУРСА МАТЕМАТИКИ**

**Ю. В. Родионов, О. А. Гливенкова, А. Д. Нахман**

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

*Рецензент д-р экон. наук, профессор Г. М. Куликов*

**Ключевые слова:** инновации; содержательные линии; стохастическое моделирование.

**Аннотация:** Проанализированы этапы становления инноваций в образовательной деятельности. Выделены инновационные элементы в составе традиционных линий курса математики. Введено понятие стохастической содержательно-методической линии и исследованы ее интегративные свойства. Методы стохастики интерпретированы как средства моделирования недетерминированных систем.

**Основные положения теории образовательных инноваций.** Важнейшим механизмом решения приоритетных задач модернизации образования является инновационная деятельность. Однако сами понятия «инновация» и «инновационная деятельность» находятся в стадии становления. Различные авторы выделяют те черты, присущие нововведениям, которые наиболее характерны для решаемых ими задач.

Пониманию инноваций близки концепции нескольких авторов. Так, А. В. Хуторской [1] рассматривает всякую образовательную инновацию в контексте процесса создания, внедрения и освоения соответствующего новшества. Автор выдвигает в связи с этим ряд теоретико-методологических проблем: соотношение традиций и инноваций, содержание и этапы инновационного цикла, отношение к инновациям разных субъектов образования, управление инновациями, подготовку кадров, основания для критериев оценки нового в образовании и др. Приведенный взгляд на инновации в определенной степени дополняет точка зрения В. П. Ващенко, который утверждает, что нововведение еще не есть инновация, а деятельность

---

Родионов Юрий Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техническая механика и детали машин»; Гливенкова Ольга Анатольевна – кандидат филологических наук, доцент кафедры «Иностранных языков»; Нахман Александр Давидович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Техническая механика и детали машин», e-mail: alextmb@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

в любой сфере может быть «...инновационной, если в нее привносится новое (знания, технологии, приемы, подходы) исключительно для получения результата, отличающегося высокой востребованностью. В отличие от научного поиска (творчества), идущего изнутри субъекта, инновационный поиск мотивируется внешней средой, а наука при этом является стратегическим ресурсом и инструментом инноваций» [2].

В работе [3] концептуальной схемой, выбираемой в качестве базы для осуществления нововведений в системе образования, провозглашена формула «традиции – инновации – институции». В применении к образовательной деятельности интерпретация данной формулы может быть следующей:

1) новые идеи и методы «не укладываются» в рамки устоявшихся традиций; в то же время должна осуществиться преемственная связь новшества с лучшими традициями прошлого;

2) происходит привнесение в «образовательное пространство» вполне определенной социальной практики, существенных изменений в сравнении с имеющейся традицией;

3) инновационный опыт становится доступным другим субъектам образовательной деятельности, что предполагает его фиксацию и наличие механизмов трансляции;

4) происходит институционализация нововведений, то есть их организационно-управленческое оформление и последующее нормативное закрепление в изменяющейся практике;

5) следствием системно-целостного характера инновационной деятельности является развитие системы образования (определенных ее подсистем);

6) освоенная инновация со временем перерастает в традицию.

Этапы становления инновации, таким образом, могут быть формализованы в виде матрицы, представленной в табл. 1.

*Матрица становления инновации.* Инновационный процесс в самом общем его понимании теперь есть динамика вида:

$$(1,0,0,0,0) \rightarrow (1,1,0,0,0) \rightarrow (1,1,1,0,0) \rightarrow (1,1,1,1,0) \rightarrow (1,1,1,1,1,0) \rightarrow (1,1,1,1,1,1).$$

**Содержательные линии курса математики.** Одним из основных направлений инновационной политики в области образования является обновление его содержания. Содержание образования называют *инновационным*, если оно:

– актуально, востребовано, соответствует современным целям образования;

– обладает определенной новизной, интегрирует формально-знаниевый и личностно-деятельностный подходы;

– практически реализуемо и способно повышать эффективность деятельности субъектов образования.

В математике, как и в каждой учебной дисциплине, присутствуют фундаментальные понятия, вокруг которых группируется некоторое содержание (другие понятия, связанные с базовым, суждения и действия,

Таблица 1

**Матрица этапов становления инновации**

| Этапы                                                      | Социальный заказ | Новая идея, инициатива | Проектирование инновации | Инновация в стадии внедрения и апробации | Диффузия (распространение) новшества | Институциональное закрепление инновации |
|------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| Возникновение противоречия с традициями                    | 1                | 0                      | 0                        | 0                                        | 0                                    | 0                                       |
| Зарождение инновации                                       | 1                | 1                      | 0                        | 0                                        | 0                                    | 0                                       |
| Формирование инновационной политики по данному направлению | 1                | 1                      | 1                        | 0                                        | 0                                    | 0                                       |
| Экспериментальная деятельность по освоению новшества       | 1                | 1                      | 1                        | 1                                        | 0                                    | 0                                       |
| Внедрение новшества                                        | 1                | 1                      | 1                        | 1                                        | 1                                    | 0                                       |
| Состоявшаяся инновация                                     | 1                | 1                      | 1                        | 1                                        | 1                                    | 1                                       |

необходимые для их усвоения и т.д.). Соответствующий блок содержания представляет собой некое целостное образование с многочисленными внутренними связями, использованием специальных методов и определяет специфику методики изучения материала. В подобных случаях об указанном целостном образовании говорят как об определенной содержательно-методической линии в программе изучения данной дисциплины. В контексте инновационного содержания соответствующую *содержательно-методическую линию* будем называть *инновационной*.

С учетом вышесформулированного тезиса о зарождении инновации в рамках традиции, «формула» возникновения инновационной содержательно-методической линии может быть следующей:

$$\text{Инновационная содержательно-методическая линия} = \\ = \text{Традиционная линия} + \text{Инновационные элементы}.$$

Речь идет не о механическом добавлении к традиционному содержанию курса математики новых элементов (вместе с соответствующими методическими приемами их изучения), а об интеграции, которая призвана порождать следующие системные эффекты:

- осознание обучающимися возможностей математической науки в описании, исследовании, прогнозировании характера происходящих процессов и явлений;
- расширение возможностей использования приобретаемых знаний и умений на практике и при изучении смежных дисциплин;
- развитие исследовательских навыков обучающихся;
- осознание внутренних связей в математической науке.

Если речь идет о системе «школа–вуз», то перечень традиционных линий курса математики и соответствующих инновационных элементов сведем в табл. 2.

Курс математики инженерных направлений вузовской подготовки (уровень бакалавриата и магистратуры) предполагает изучение следующих содержательных линий [4, 5]:

- 1) дискретно-математической;
- 2) логико-алгоритмической;
- 3) геометрической (аналитическая и дифференциальная геометрия);
- 4) алгебраической (алгебраические структуры, линейная алгебра);
- 5) аналитической (функциональной) (математический и функциональный анализ; дифференциальные и конечно-разностные уравнения; комплексный анализ; анализ Фурье);

Таблица 2

**Перечень традиционных линий инновационных элементов**

| Традиционные линии                                       | Инновационные элементы                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Числовая                                                 | Комплексные числа                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Тождественных преобразований, уравнений и неравенств     | Анализ формализованных закономерностей (нахождение значений неизвестных параметров из соотношений, представляющих собой записи законов физики, экономики и др.); см., например, задачи «реальной математики» в контрольно-измерительных материалах Государственной итоговой аттестации ( <b>КИМ ГИА</b> ) |
| Геометрических фигур                                     | Применение понятий и фактов геометрии к решению задач «реальной» математики (задачи на взаимное расположение объектов в КИМ ГИА)                                                                                                                                                                          |
| Текстовых задач                                          | Формализация содержательных моделей, анализ и интерпретация математических моделей                                                                                                                                                                                                                        |
| Функциональная                                           | Исследование процессов средствами математического анализа, задачи максимизации и минимизации                                                                                                                                                                                                              |
| Векторно-координатная                                    | Векторно-координатный метод анализа взаимного расположения линий и фигур на плоскости и в пространстве                                                                                                                                                                                                    |
| Тригонометрическая                                       | Прикладная тригонометрия (полярные координаты, комплексные числа, гармонические колебания и др.)                                                                                                                                                                                                          |
| Комбинаторика. Вероятность. Анализ статистических данных | Элементы дискретной математики: алгебра событий, комбинаторные принципы.<br>Стохастические модели: численное прогнозирование (вероятности), теоретические распределения случайных величин, анализ эмпирических распределений, уравнения регрессий                                                         |

б) стохастической (теория вероятностей, математическая статистика, случайные процессы).

Общим инновационным направлением для указанных линий является их рассмотрение в контексте математического моделирования процессов и явлений [6]. Обсудим (в качестве одной из основных) стохастическую инновационную линию.

**Стохастическая инновационная линия.** Все процессы, происходящие в природе, обществе, производственной, экономической и других сферах деятельности человека, не обходятся без присутствия элемента случайности. Стохастические знания становятся неотъемлемым компонентом инновационного содержания образования – как общего, так и профессионального. Стохастическая содержательная линия строится как объединение следующих взаимосвязанных составляющих: элементов комбинаторики, теории вероятностей, математической статистики, теории случайных процессов.

Одна из главных особенностей данной линии состоит в тесной связи отвлеченных понятий и структур с окружающим миром. Стохастическая линия «пронизывает» курс математики на протяжении всех лет его изучения. Этапы непрерывной стохастической подготовки, согласованные с требованиями ФГОС общего и высшего профессионального образования, представим следующими:

1) в *начальной и основной школах* превалирует эмпирический и логический компоненты: способность формализовать результаты простейшего опыта (проведенного самим обучающимся или описанного в условии задачи) в виде схемы, таблицы, графика, дерева вариантов и т.д.; умение построить и проанализировать простейшую вероятностную модель;

2) в *старшей школе* обучающимся доступны теоремы о классических вероятностях суммы и произведения событий, схем гипотез, схемы Бернулли, простейших способов получения характеристик эмпирических распределений;

3) в *высшей школе* формализация знаний о случайных событиях выходит на абстрактный уровень: рассматривается алгебра событий и вероятность как счетно-аддитивная функция на алгебре событий. Классическая, статистическая и геометрическая вероятности выступают как различные способы интерпретации системы соответствующих аксиом. Основным изучаемым объектом являются случайные величины и их характеристики. Вероятностно-статистические закономерности окружающего мира формализуются в виде предельных теорем. Всесторонне рассматриваются классические распределения: равномерное (дискретное и непрерывное), биномиальное, Пуассоновское, полиномиальное, геометрическое, гипергеометрическое, показательное, нормальное. Эмпирические распределения выступают как «способы проявления» теоретических распределений, их анализ – средством получения информации о характеристиках соответствующих теоретических распределений (гистограммы, точечные и интервальные оценки, статистическая проверка гипотез и др.). Здесь же рассматриваются основы корреляционного и регрессионного анализов. В зависимости от направления профессиональной подготовки в той или иной степени изучаются основы теории случайных процессов.

**Стохастическое моделирование.** Математическое моделирование будем понимать как процесс, состоящий из следующих шагов:

1) установление соответствия данному реальному объекту или процессу некоторой математической задачи, называемой его математической моделью; в математической модели должны быть сохранены существенные черты оригинала; при этом модель должна отвечать стандартным требованиям адекватности, простоты, универсальности, оснащенности, продуктивности и устойчивости [4];

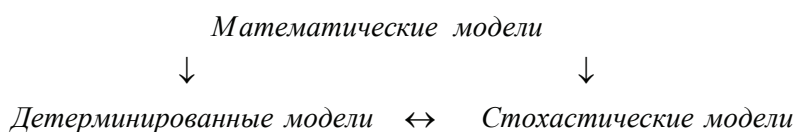
2) исследование модели средствами математики;

3) интерпретация результата в терминах исходной предметной области.

Математические модели можно условно разделить на детерминированные и стохастические. *Детерминированная модель* характеризуется отсутствием случайных величин среди ее параметров. Такие модели (например законы физики) описывают поведение объекта с позиций полной определенности (в настоящем и будущем). *Стохастическая (недетерминированная, вероятностная) модель есть математическая модель, для которой параметры, условия функционирования и характеристики состояния моделируемого объекта представлены случайными величинами и связаны случайными зависимостями.*

Простейшими задачами стохастического моделирования являются традиционные задачи теории вероятностей и математической статистики, поскольку предполагают анализ (средствами математики) событий, носящих случайный характер, и массивов числовых данных, полученных в экспериментах со случайными результатами.

Следующая схема демонстрирует существование связи между двумя введенными классами моделей.



Наличие связи объясняется тем, что при рассмотрении детерминированных моделей влияние случайных факторов может быть «опущено» лишь с определенными погрешностями. Так, например, в инженерной практике любые размеры, представленные в детерминированной модели, являются некоторыми усредненными величинами, так что при больших отклонениях результатов измерений от заданных (номинальных) значений следует обратиться к методике стохастического исследования.

В свою очередь, в процессе стохастического моделирования используется не только вероятностно-статистический аппарат, но и, во многом, математический аппарат, применяемый при анализе детерминированных моделей. Так, например, заменив стохастическую зависимость подходящим уравнением регрессии, мы переходим фактически к исследованию детерминированной модели.

В традиционных задачах регрессионного анализа усматриваются все основные этапы моделирования [7, с. 150 – 156]:

1) разработка содержательной модели: сбор, табличное и графическое представления (диаграмма рассеяния) данных выборки, которая содержит  $n$  пар значений  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , представляющих собою зависимость случайного результативного признака  $y$  от неслучайного факторного признака  $x$ ;

2) переход к регрессионной модели, а именно, постановка задачи в виде минимизации суммы квадратов отклонений эмпирических (фактических) значений результативного признака от теоретических, полученных по выборочному уравнению регрессии; выбор нескольких возможных уравнений регрессии и составление данных уравнений; выбор оптимальной модели;

3) интерпретация модели; интерполяция и экстраполяция.

Таким образом, именно в «модельном» подходе, в рассмотрении методов стохастики как средства моделирования недетерминированных систем, прослеживается *инновационность стохастической линии*.

**Интегративные свойства стохастической линии.** Данные свойства реализуются в связях:

– с дискретно-математической линией (действия над событиями: аналогия с действиями над множествами и высказываниями; использование комбинаторных формул);

– с функциональной линией: рассмотрение бесконечных дискретных распределений, геометрической модели вероятности (меры), непрерывных распределений.

Указанные связи могут быть представлены в виде последовательности следующих соответствий.

*Алгебра событий  $\leftrightarrow$  Булевы алгебры (алгебра высказываний).*

*Аксиоматическая вероятность  $\leftrightarrow$  Аддитивные (счетно-аддитивные) функции множеств.*

*Непосредственное вычисление вероятностей  $\leftrightarrow$  Формулы комбинаторики.*

*Биномиальная схема  $\leftrightarrow$  Бином Ньютона.*

*Полиномиальная схема  $\leftrightarrow$  Свойства многочленов.*

*Теоремы Лапласа  $\leftrightarrow$  Асимптотические формулы анализа, специальные несобственные интегралы.*

*Теорема Пуассона  $\leftrightarrow$  второй замечательный предел.*

*Числовые характеристики дискретной случайной величины  $\leftrightarrow$  Сходимость (суммы) числовых рядов.*

*Функция и плотность распределения  $\leftrightarrow$  Элементы дифференциально-интегрального исчисления (интегралы с переменным верхним пределом, формула Ньютона-Лейбница).*

*Числовые характеристики непрерывных случайных величин  $\leftrightarrow$   $\leftrightarrow$  Несобственные интегралы.*

*Распределение Пуассона  $\leftrightarrow$  Ряд Маклорена экспоненциальной функции.*

*Геометрическое распределение  $\leftrightarrow$  Степенные ряды.*

*Нормальное распределение  $\leftrightarrow$  Интеграл Эйлера-Пуассона,  
преобразование несобственных интегралов.*

*Закон больших чисел  $\leftrightarrow$  Теоремы о пределах.*

*Статистическое распределение выборки, гистограмма  $\leftrightarrow$   
 $\leftrightarrow$  Интегральные суммы.*

*Метод моментов получения точечных оценок  $\leftrightarrow$  Системы уравнений.*

*Регрессионный анализ  $\leftrightarrow$  Экстремумы функций нескольких переменных.*

Имеются менее выраженные связи и с другими линиями: геометрической (например, вероятность принятия количественным признаком значений в заданном интервале приближенно есть площадь ступенчатой фигуры над соответствующим интервалом заданной гистограммы относительных частот), линией «текстовых» задач и др.

Рассмотрим примеры, демонстрирующие интегративные свойства стохастической линии.

1. *Пример связи с линией текстовых задач (с задачами на тему «смеси»).* В магазин поступают изделия двух поставщиков. Первый поставляет 2 % процента бракованных изделий, второй – 5 %. В итоге, в магазине оказывается 4 % бракованных изделий. Какова вероятность, что случайно выбранное в магазине изделие окажется от первого поставщика.

В процессе решения вероятность будет определена в виде  $P(A) = \frac{m}{m+n}$ , где  $m$  изделий поставляет первый, а  $n$  изделий – второй поставщик. При этом соотношение между значениями  $m$  и  $n$  может быть установлено с помощью того факта, что число бракованных изделий в магазине складывается из бракованных изделий от первого и второго поставщиков («принцип смесей»):

$$0,02m + 0,05n = 0,04(m+n), \text{ откуда } n = 2m.$$

Далее

$$P(A) = \frac{m}{m+2m},$$

и, следовательно,

$$P(A) = \frac{1}{3}.$$

2. *Примеры связи с функциональной линией.*

а) *геометрическое распределение (сумма степенного ряда).* Каково среднее число выстрелов, производимых до первого поражения мишени, если вероятность поражения мишени при каждом выстреле равна  $p$  ( $0 < p < 1$ );

б) *геометрическая модель вероятности (площадь, вычисляемая с помощью интеграла).* Какова вероятность, что точка, случайным образом

блуждающая по фигуре ограниченной параболой  $y = 4 - x^2$  и прямой  $y = -5$ , окажется в данный момент в круге  $x^2 + (y + 1)^2 \leq 1$ .

В заключение отметим, что спешной реализации требований ФГОС и Концепции развития математического образования способствует выделение в курсе математики инновационных линий, конструирование соответствующего содержания и разработка технологий его изучения. При этом обновление традиционных содержательных линий путем «встраивания» инновационных элементов расширяет возможности обучающихся в использовании приобретаемых знаний и умений на практике и при изучении смежных дисциплин.

#### Список литературы

1. Хуторской, А. В. Теоретико-методологические основания инновационных процессов в образовании [Электронный ресурс] / А. В. Хуторской // Эйдос : интернет-журнал. – 2005. – Режим доступа : <http://www.eidos.ru/journal/2005/0326.htm> (дата обращения: 30.04.17).
2. Ващенко, В. П. О сущности инновационной деятельности и ее нормативно-правовой базе / В. П. Ващенко // Наука и промышленность России. – 2002. – № 2–3. – С. 29 – 36.
3. Слободчиков, В. И. Инновации в образовании: основания и смысл [Электронный ресурс] / В. И. Слободчиков // Исследователь.ru : интернет-портал. – 2009. – Режим доступа: [http://www.researcher.ru/methodics/nauka/a\\_1xizkd.html](http://www.researcher.ru/methodics/nauka/a_1xizkd.html) (дата обращения: 30.04.17).
4. Нахман, А. Д. Основные аспекты обучения математическому моделированию в системе «школа–вуз» / А. Д. Нахман // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2016. – № 5. – С. 41 – 56.
5. Родионов, Ю. В. Логико-алгоритмический компонент математической компетенции обучающихся / Ю. В. Родионов, О. А. Гливенкова, А. Д. Нахман // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2017. – № 1 (63). – С. 148 – 157.
6. Нахман, А. Д. Формирование компетенции математического моделирования в системе «школа–вуз» / А. Д. Нахман, И. Ю. Иванова, Т. В. Селянская // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2016. – № 3 (61). – С. 104 – 111.
7. Куликов, Г. М. Элементы прикладной математики: учеб. пособие / Г. М. Куликов, А. Д. Нахман, С. В. Плотникова. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2008. – 160 с.

#### References

1. <http://www.eidos.ru/journal/2005/0326.htm> (accessed 30 April 2017)
2. Vashchenko V.P., *Nauka i promyshlennost' Rossii* [Science and Industry of Russia], 2002, no. 2–3, pp. 29-36. (In Russ.)
3. [http://www.researcher.ru/methodics/nauka/a\\_1xizkd.html](http://www.researcher.ru/methodics/nauka/a_1xizkd.html) (accessed 30 April 2017)
4. Nakhman A.D., *Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki* [Scientific review. Pedagogical sciences], 2016, no. 5, pp. 41-56. (In Russ.)
5. Rodionov Yu.V., Glivenkova O.A., Nakhman A.D., *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Un-t im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2017, no. 1 (63), pp. 148-157. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Nakhman A.D., Ivanova I.Yu., T.V., Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Un-  
t im. V. I. Vernadskogo [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky  
University], 2016, no. 3 (61), pp. 104-111. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Kulikov G.M., Nakhman A.D., Plotnikova S.V., *Elementy prikladnoi  
matematiki: ucheb. Posob* [Elements of Applied Mathematics: Textbook. Helpful],  
Tambov: TGTU, 2008, 160 p. (In Russ.)

---

### **Innovative Content Lines in the Mathematics Course**

**Yu. V. Rodionov, O. A. Glivenkova, A. D. Nakhman**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** innovations; content lines; stochastic modeling.

**Abstract:** The paper analyzes the stages of developing innovations  
in education. The innovative elements in the traditional lines of the  
mathematics course are distinguished. The concept of a stochastic content  
line is introduced and its integrative properties are investigated.  
The methods of stochastics are interpreted as means of modeling  
of non-deterministic systems.

---

© Ю. В. Родионов, О. А. Гливенкова, А. Д. Нахман, 2017

## **МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ ИНОСТРАННЫХ СЛУШАТЕЛЕЙ НА СТАДИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Н. Ю. Федорова, А. И. Попов**

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

*Рецензент д-р пед. наук, профессор Е. А. Ракитина*

**Ключевые слова:** билингвальное обучение; иностранные слушатели; интернационализация образования; международное сотрудничество; моделирование обучения; формирование математической компетентности.

**Аннотация.** Описаны мероприятия, направленные на интенсификацию подготовки к инновационной деятельности в условиях интернационализации образования. Показана перспективность продвижения российского профессионального образования на международный рынок. Исследованы направления построения обучения иностранных слушателей на подготовительном этапе в контексте подготовки к освоению профессиональной области. Обоснована важность математического образования на этом этапе и выявлены основные проблемные моменты. Предложена модель обучения математике с учетом билингвального характера деятельности обучающихся и определены ее основные компоненты. Обоснована важность развития электронного обучения как существенного фактора интенсификации обучения иностранных слушателей математике.

Построение постиндустриального общества и интенсивные инновационные преобразования в мировой экономике, обусловленные формированием шестого технологического уклада, определяют востребованность развития интернационального образовательного пространства, расширения международного сотрудничества в области науки и образования. Профессиональная подготовка к инновационной деятельности, осуществ-

---

Федорова Наталия Юрьевна – ассистент кафедры «Общетеоретические дисциплины»; Попов Андрей Иванович – кандидат педагогических наук, доцент, начальник отдела электронного обучения, e-mail: olimp\_porov@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

ляемая в вузах России, в этом случае реализуется посредством комплекса взаимосвязанных мероприятий:

- организации совместной познавательной деятельности обучающихся различных стран по исследованию приоритетных направлений научного познания или имеющих важное значение технических или социально-экономических проблем, в том числе с использованием возможностей информационной среды [1, 2];

- расширения сетевого взаимодействия образовательных учреждений, стимулирования неформального и неформального образования, особенно посредством использования массовых онлайн-курсов;

- привлечения абитуриентов из стран, которые активно взаимодействуют или планируют сотрудничество с Российской Федерацией в области науки и техники;

- создания для получения профессионального образования первичных учебных коллективов в виде многонациональных и многоконфессиональных сообществ, участники которых во время обучения смогут стать действительно толерантными (а не только на уровне лозунгов), что обеспечит им возможность в дальнейшем максимально эффективно участвовать в работе международных трудовых коллективов;

- усиления научных и образовательных школ, действующих в Российской Федерации, за счет трансфера передовых научных знаний и педагогических технологий мирового уровня в образовательную практику посредством как привлечения научно-педагогических кадров из других стран, так и обучающихся. Желая поступать в российские вузы иностранные молодые граждане, получившие начальное и среднее образование в различных странах по другим методикам, естественно имеют отличающиеся стили мышления и сформировавшиеся подходы к организации познавательной деятельности – все это в процессе совместного обучения может быть воспринято коллегами по учебному коллективу и интегрировано ими в свои способности.

Реализация указанных мероприятий требует активного позиционирования вуза в образовательном пространстве, и, прежде всего, на постсоветском. Последнее обусловлено рядом причин:

- в большинстве независимых республик, образовавшихся после распада СССР, русский язык сохранил либо статус языка межнационального общения, либо в силу традиций часто используется на бытовом уровне, что делает процесс включения обучающихся из данных стран в российское образование более быстрым;

- построение национальных образовательных систем в той или иной мере учитывает традиции и педагогические методики советского образования, что обеспечивает относительно одинаковый уровень начальной подготовки абитуриентов из этих стран;

- сложившееся ранее у представителей старшего поколения мнение о качестве образования в российских вузах позволяет определенным образом направлять процесс профессионального самоопределения молодежи; этому способствует несомненное достоинство российской высшей школы – его фундаментальность [3].

Интенсивные процессы во всех сферах жизни и традиционно высокое качество российского образования, прежде всего технического, увеличивает сообщество стран, молодежь которых заинтересована в получении высшего образования в нашей стране. В условиях усиливающейся конкуренции между российскими вузами в сфере образовательных услуг учебные заведения также заинтересованы в расширении этого рынка за счет развития его международного сегмента, усиления сотрудничества со странами Азии и Африки.

Профессиональное самоопределение и выбор специальности, по которой в дальнейшем будет обучаться иностранный слушатель, зависят от разных мотивирующих факторов. Часть из иностранных граждан, приезжающих в Россию, имеет четкое представление о желаемой профессии и уровне будущего высшего образования. Например, некоторые иностранные граждане имеют степень бакалавра и желают продолжить обучение по данному направлению в магистратуре. Другие же, в связи с изменившейся военной, политической или экономической обстановкой в родной стране, хотят получить новую специальность, востребованную в их регионе на данном этапе. В ряде случаев направляющее государство само определяет специальность и направление подготовки, необходимые и обществу, и экономике своей страны.

Другая часть потенциальных студентов не имеет четкого представления о будущей области профессиональной деятельности, и их окончательное самоопределение происходит уже во время обучения на подготовительном факультете.

Рассмотренные обстоятельства интернационализации образования предполагают не только развитие организационной составляющей и комплекса маркетинга, но и совершенствование используемых педагогических технологий, их адаптацию и новое содержательное наполнение, учитывающего специфику контингента обучающихся, не владеющих или слабо владеющих русским языком как средством общения и инструментом педагогического взаимодействия.

Подготовка иностранных граждан к получению высшего образования в области техники, технологии и естественных наук, в большинстве случаев происходит в рамках подготовительных факультетов. Образовательный процесс организуется на основе соблюдения нормативных документов [4], в которых определены как цель обучения – сформировать активную способность осуществлять дальнейшее профессиональное обучение на русском языке как иностранном (**РКИ**), так и основные индикаторы достижения данной цели. Можно выделить четыре ключевых направления в построении обучения иностранных слушателей, которые необходимо развивать взаимосвязано:

- формирование способности к осуществлению коммуникации на русском языке, в том числе и познавательную, готовности к такой коммуникации с учетом национальных, религиозных и кросс-культурных различий на основе толерантности;

- приведение уровня знаний, умений и навыков, необходимых для дальнейшего освоения основных образовательных программ, как минимум до пороговых значений с учетом возможности достаточно сильного расслоения иностранных обучающихся по начальному уровню;

– формирование стиля инженерного мышления, необходимого для качественного и быстрого освоения технических специальностей, востребованных при осуществлении инновационных преобразований;

– создание условий для осознанного самоопределения.

Одной из основных учебных дисциплин, позволяющей на высоком методическом уровне воздействовать на обучающегося по всем указанным направлениям, является математика. Изучение математики «играет системообразующую роль в образовании, развивая познавательные способности человека» [5]. При этом математика является интернациональной дисциплиной и, несмотря на все отличия в системах и программах обучения разных стран, математический язык содержит большое количество общепринятых, устоявшихся символов, понятных во всем мире. Кроме того, математическое знание находится в тесном взаимодействии с другими общеразвивающими, фундаментальными и профессиональными дисциплинами, которые необходимо освоить иностранным гражданам при получении высшего образования в России.

Основной целью обучения математике в этой связи является развитие интеллектуальных и креативных способностей иностранных обучающихся посредством формирования у них умений проводить математические рассуждения на русском языке, которые будут востребованы как при получении профессионального образования, так и в дальнейшей деятельности в различных сферах.

В качестве основной проблемы математической подготовки при обучении иностранных граждан из дальнего зарубежья на подготовительном факультете в составе учебной группы можно выделить существенно отличающийся уровень владения ключевыми математическими компетенциями на момент начала освоения курса. Это обусловлено различными причинами. Во-первых, система общего среднего образования в различных странах имеет отличающееся математическое содержание [6] и функционирует с различной эффективностью. Например, слушатели из Вьетнама блестяще владеют математическими знаниями и умениями, а обучающиеся из некоторых африканских стран наоборот. Во-вторых, в последнее время увеличивается доля иностранных граждан, стремящихся повысить свою квалификацию или получить новую профессию после значительного перерыва в процессе образования. За последние годы увеличился средний возраст слушателей, который составляет сейчас тридцать лет. Такие возрастные обучающиеся многое забыли из школьной программы, а их скорость восприятия математической информации ниже.

Количественные параметры начальной математической компетентности могут быть выявлены в результате процедуры тестирования. В целях объективности данного мероприятия контрольная работа составляется только с использованием математических символов, без употребления русскоязычных терминов научного стиля речи, или с минимальным использованием пояснений на основных языках межнационального общения, которые могут быть известны обучающимся (английский, французский, испанский, арабский). Результаты тестирования используются для построения индивидуальной образовательной траектории для каждого иностранного студента (по возможности) или группы лиц, для которых оптимальными будут одни и те же условия подготовки.

Одной из основных проблем организации математической подготовки иностранных граждан является лингвистическая, связанная с низким уровнем владения русским языком на начальной стадии обучения. У слушателей подготовительных факультетов маленький словарный запас, не освоены русскоязычные грамматические конструкции, не изучен ряд падежей. Все это не позволяет воспринимать необходимые знания, участвовать в обсуждении проблемных ситуаций и получать актуальную информацию у преподавателей и членов учебной группы. Эта проблема у представителей различных национальностей усиливается существенно отличающимися темпами освоения русского языка как средства познания, происходящего параллельно изучению математики. Так, например, слушатели из азиатских стран хуже понимают объяснения преподавателя, нежели другие. Это связано с различиями в фонетических и грамматических правилах родного и русского языков [7], отсутствием интернациональной лексики. Вместе с тем, исходя из многолетнего опыта работы, можно сказать, что слушатели из стран ближнего зарубежья лучше осваивают русский язык и, как следствие, скорость восприятия математической информации выше. Поэтому на подготовительном факультете при обучении математике на каждом занятии преподавателю, кроме устранения пробелов в математической подготовке, необходимо уделять внимание всем видам речевой деятельности: аудированию, письму, чтению и говорению. То есть преподаватель должен владеть не только методикой преподавания математики, но и обладать лингвометодической компетентностью.

Рассмотренные обстоятельства предопределяют необходимость проектирования и внедрения в практику модели обучения, обеспечивающей посредством математического образования не только развитие математической компетентности, но и освоение русского языка как средства общения и познания, формирование инженерного стиля мышления, создание основы для профессионального самоопределения иностранных студентов, имеющих возможность изменять свою образовательную траекторию при обучении в Российской Федерации. Такая модель обучения должна учитывать ключевые положения билингвизма [8]. Билингвальное обучение в контексте исследуемой проблемы рассматривается как овладение иностранными обучающимися русским языком как средством коммуникации в образовании в настоящем и инструментом профессиональной реализации в будущем при выполнении инновационных проектов. Данный процесс происходит при сохранении степени владения родным языком и его параллельном использовании в самостоятельной познавательной деятельности. В результате происходит взаимообогащающее овладение группой обучающихся богатствами различных национальных культур, тем самым каждый студент развивается как бикультурная и мультикультурная личность.

В педагогической литературе авторами, занимающимися вопросами двуязычного обучения, определены некоторые принципы билингвального образования [9, 10], в частности математического. Наиболее востребованы при подготовке комбинированных групп иностранных студентов будут следующие принципы: личностной ориентированности, учитывающей и психологические особенности каждого обучающегося, и кросс-культурные различия между представителями различных групп студентов; деятельностный характер изучения дисциплин, формирующих инженерное

мышление, и, прежде всего, математики; интерактивный характер обучения, позволяющий помимо образовательной реализовать и воспитывающую функцию на подготовительном факультете, обеспечить гуманистическое развитие каждой личности в контексте диалога культур; профессиональной направленности, позволяющей уже на начальном этапе образования через воссоздания в задачах по математике профессионального и социального контекстов корректировать процесс профессионального самоопределения.

При организации обучения иностранных слушателей на подготовительном факультете существенную роль будут играть специфические принципы:

- принцип междисциплинарной взаимосвязанности образовательной деятельности;

- использование обучающимися как минимум двух языков в процессе освоения предметного математического знания; при этом преподаватель может использовать для корректировки деятельности слушателей какой-либо из языков международного общения, например английского, а при самостоятельной работе в группе более компетентные обучающиеся могут помогать своим соотечественникам воспринимать базовую информацию на родном языке;

- единство мыслительной (математической) и речевой деятельности на русском языке, являющемся для слушателей иностранным;

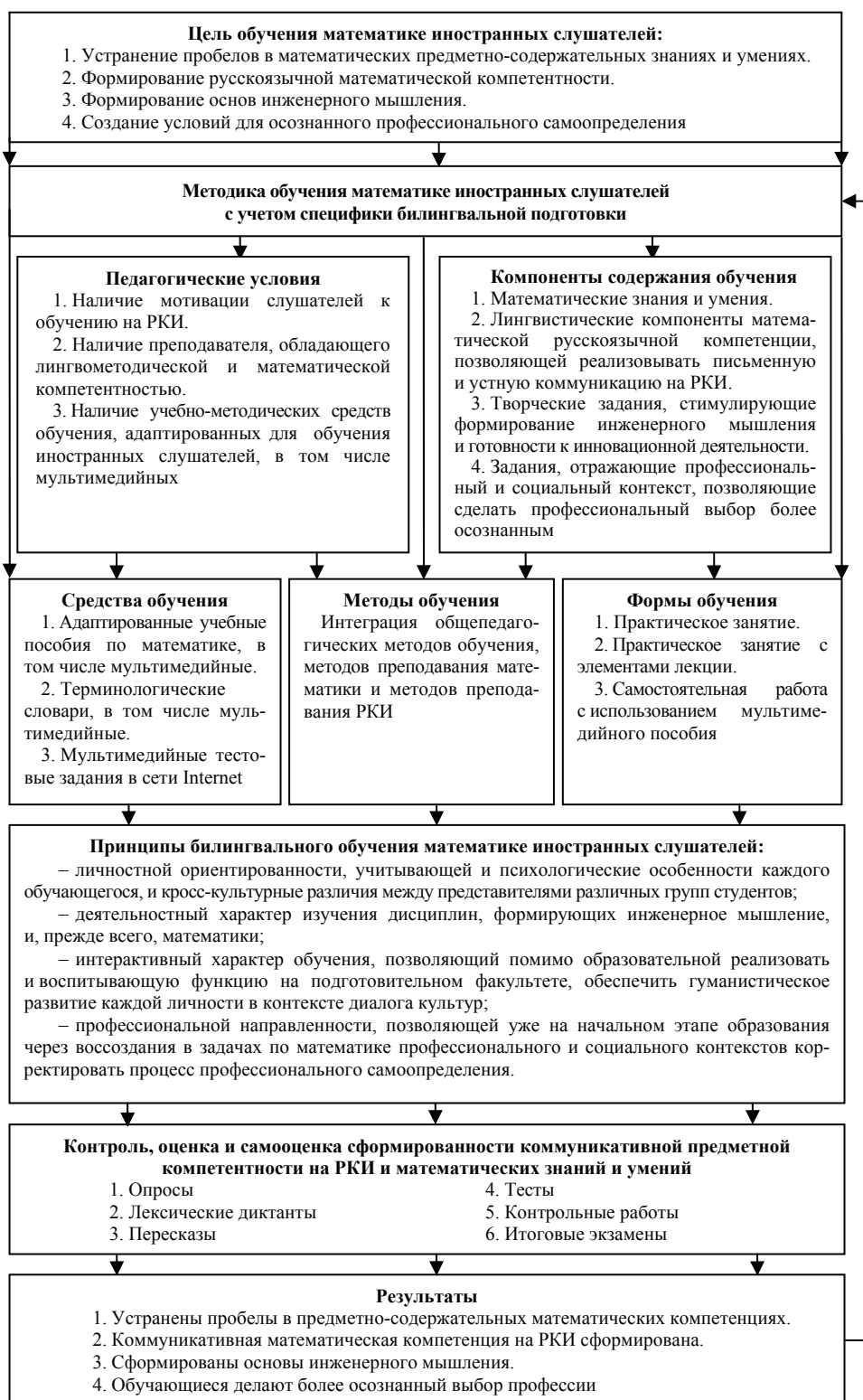
- постепенный переход от простой деятельности, детерминированной представленной преимущественно в виде символов информацией, к более сложной, включающей постановку проблемы и предполагающей математическое исследование, анализ путей ее решения в вербальной форме;

- мотивация к развитию способности и готовности использовать иностранный язык при межличностном общении и в рамках совместной профессиональной деятельности.

При этом двуязычное обучение должно вписываться в общую структуру подготовки к получению высшего образования, поэтому в данном педагогическом процессе будут действовать общепринятые дидактические принципы, такие как наглядность, активизация познавательной активности, индивидуализация обучения и другие. Структура модели обучения математике иностранных слушателей с учетом специфики билингвальной подготовки представлена на рис. 1.

Предложенный подход основан на том, что русский язык как иностранный выступает в качестве средства изучения, но вместе с тем освоение русскоязычного лингвистического аппарата учебной дисциплины является одним из необходимых результатов такого обучения, обеспечивающим профессиональное самоопределение и развитие профессиональных способностей, закладывающим фундамент для конструктивного взаимодействия при реализации интернациональных инновационных проектов.

Модель обучения иностранных слушателей математике, имеющего билингвальный и мультилингвальный характер, предполагает при проектировании содержания и выбора инструментально педагогических средств обучения учет уровня сформированности когнитивных предметно-содержательных способностей слушателей из различных стран. Существенным



**Рис. 1. Модель обучения математике иностранных слушателей с учетом специфики билингвальной подготовки**

моментом, влияющим на функционирование данной модели, является то, что в большинстве случаев на первых занятиях группы отсутствует какой-либо единый для всех язык, на котором может происходить всеобъемлющее взаимодействие всех членов группы и преподавателя. Даже при качественном владении преподавателем каким-либо языком международного общения (например, английским) в группе будут обучающиеся или полностью не знающие его, или освоившие только наиболее используемые конструкции, преимущественно на бытовые темы. Поэтому мультилингвальное общение (преподавателя со студентами, студентов между собой) будет постепенно вытесняться всеми видами мыслительной деятельности на русском языке. Данная особенность и определяет специфику функционирования предложенной модели.

Значимое место в рамках данной модели отводится интенсивному использованию электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в процессе обучения иностранных слушателей математике: мультимедийных пособий и справочников, проведение мониторинга результатов освоения учебной дисциплины посредством системы тестирования. Обучение иностранных слушателей, включающее наряду с традиционными формами и деятельность в информационной образовательной среде, способствует качественному освоению информации на иностранном языке, формируя навыки и умения, востребованные иностранными гражданами в дальнейшем. Поэтому к вышеизложенным принципам обучения добавляется принцип необходимости использования мультимедийных средств обучения, которые помогают усилить его наглядность, индивидуализацию, учесть специфику билингвального и мультилингвального характера учебной деятельности в группе.

Обучение математике на подготовительном факультете предполагает организацию деятельности преподавателя и слушателей по изучению дисциплины на основе использования взаимодействия языковых контентов (родной язык, русский язык как иностранный, язык математики). В результате у обучающихся должна быть сформирована русскоязычная математическая коммуникативная компетентность, при этом уровень знаний слушателей будет достаточен для дальнейшего профессионального образования и у них будут сформированы основы инженерного мышления. Все это обеспечит профессиональное самоопределение.

Реализация образовательного процесса на основе предложенной модели осуществлена на подготовительном факультете Тамбовского государственного технического университета и показала свою эффективность в процессе формирования инженерного мышления и освоения необходимого уровня математических и коммуникативных компетенций, обеспечивающих осознанное профессиональное самоопределение и результативное освоение профессиональной области в университете.

#### *Список литературы*

1. Попов, А. И. Формирование инновационной готовности экономистов агропромышленного комплекса в открытой образовательной среде / А. И. Попов, В. М. Синельников // Агропанорама. – 2016. – № 4 (116). – С. 42 – 48.

2. Попов, А. И. Педагогические средства формирования интегрированных творческих компетенций экономистов-менеджеров (в условиях единого образовательного пространства Российской Федерации и Республики Беларусь) / А. И. Попов, В. В. Климук // *Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского*. – 2015. – № 3 (57). – С. 131 – 139.
3. Садовничий, В. А. Университеты. Настоящее. Будущее / В. А. Садовничий // *Вестн. ВГУ. Сер. Проблемы высшего образования*. – 2000. – № 1. – С. 6 – 12.
4. Требования к освоению дополнительных общеобразовательных программ, обеспечивающих подготовку иностранных граждан и лиц без гражданства к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке : утв. приказом Минобрнауки РФ от 3.10.2014 № 1304 // *Рос. газ.* – 2014. – 3 дек. – С. 31.
5. Концепция развития математического образования в Российской Федерации : утв. распоряжением Правительства РФ от 24 дек. 2013 г. № 2506-р. – Режим доступа : <https://rg.ru/2013/12/27/matematika-site-dok.html> (дата обращения 26.06.2017).
6. Демидова, Н. Е. О необходимости учета уровня базовых знаний иностранных слушателей отделения предвузовской подготовки в процессе обучения математике и физике на русском языке / Н. Е. Демидова, А. Ю. Долгоносова // *Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения*. – 2014. – № 35-1. – С. 104 – 108.
7. Шевелева, С. И. Учет национальных особенностей студентов из стран Азиатско-Тихоокеанского региона при обучении русскому языку как иностранному / А. И. Шевелева // *Вестн. ТГПУ*. – 2010. – № 12 (102). – С. 115 – 118.
8. Азимов, Э. Г. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам) / Э. Г. Азимов, А. Н. Щукин. – М. : ИКАР, 2009. – 448 с.
9. Крылов, Э. Г. Интегративное билингвальное обучение иностранному языку и инженерным дисциплинам в техническом вузе : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Э. Г. Крылов. – Екатеринбург, 2016. – 450 с.
10. Салехова, Л. Л. Дидактическая модель билингвального обучения математике в высшей педагогической школе : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01, 13.00.02 / Л. Л. Салехова. – Казань, 2007. – 47 с.

## References

1. Popov A.I., Sinel'nikov V.M. [Formation of innovation readiness of economists of the agro-industrial complex in an open educational environment], *Agropanorama* [Agropanorama], 2016, no. 4 (116), pp. 42-48. (In Russ.)
2. Popov A.I., Klimuk V.V. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2015, no. 3 (57), pp. 131-139. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Sadovnichii V.A. [The Universities. The present and the future], *Vestnik VGU. Seriya: Problemy vysshego obrazovaniya* [Proceedings of Voronezh State University. Series: Problems of higher education], 2000, no. 1, pp. 6-12. (In Russ.)
4. Ministerstvo obrazovaniya i nauki RF, [Requirements for the development of additional general education programs that provide training for foreign citizens and stateless persons to develop professional educational programs in Russian], *Rossiiskaya gazeta* [Russian newspaper], 2014, 3 Desember, p. 31. (In Russ.)
5. <https://rg.ru/2013/12/27/matematika-site-dok.html> (accessed 26.06.2017) (In Russ.)

6. Demidova N.E., Dolgonosova A.Yu. *Psikhologiya i pedagogika: metodika i problemy prakticheskogo primeneniya* [Psychology and pedagogy: methods and problems of practical application], 2014, no. 35-1, pp. 104-108. (In Russ.)
  7. Sheveleva S.I. [The importance of national identity factor in the process of teaching russian as a foreign language for students from asian-pacific region], *Vestnik TGPU* [Tomsk State Pedagogical University Bulletin], 2010, no. 12(102), pp. 115-118. (In Russ., abstract in Eng.)
  8. Azimov E.G., Shchukin A.N. *Novyi slovar' metodicheskikh terminov i ponyatii (teoriya i praktika obucheniya yazykam)* [New vocabulary of methodical terms and concepts (theory and practice of teaching languages)], Moscow: IKAR, 2009, 448 p. (In Russ.)
  9. Krylov E.G. *Integrativnoe bilingval'noe obuchenie inostrannomu yazyku i inzhenernym distsiplinam v tekhnicheskoy vuz* [Integral bilingual instruction in a foreign language and engineering disciplines in a technical university], PhD Dissertation (Pedagogy), Ekaterinburg, 2016, 450 p. (In Russ.)
  10. Salekhova L.L. *Didakticheskaya model' bilingval'nogo obucheniya matematike v vysshei pedagogicheskoy shkole* [Didactic model of bilingual instruction in mathematics in the higher pedagogical school], PhD Dissertation (Pedagogy), Kazan', 2007, 47 p. (In Russ.)
- 

### **A Model of Teaching Mathematics to International Students at the Stage of Professional Self-Identification**

**N. Yu. Fedorova, A. I. Popov**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** bilingual education; foreign students; international cooperation; formation of mathematical competence; internationalization of education; modeling of training.

**Abstract:** The paper describes the actions aimed at intensification of training for innovative activity in conditions of internationalization of education. The prospects of promoting Russian professional education in the international market are shown. The directions of training of international students at the preliminary stage in the context of their preparation for professional work are explored. The importance of mathematic education at this stage is substantiated and the main problems are discussed. A model for teaching mathematics with regard to the bilingual nature of students is proposed and its main components are determined. The importance of the development of e-learning as a significant factor in the intensification of the training of international students in mathematics is substantiated. The results of scientific research presented in the article can be used to improve the quality of education.

---

© Н. Ю. Федорова, А. И. Попов, 2017

## МЕТОДИКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ОБЪЕКТОВ ЛЬГОТНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

**Л. О. Чернышев, О. Л. Чернышев,  
Ю. Н. Матвеев, Л. В. Азарова**

*ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический  
университет», г. Тверь, Россия*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор Г. А. Дмитриев*

**Ключевые слова:** инвестирование; критерий; многокритериальная оптимизация; принятие решений; рейтинг.

**Аннотация:** Дана оценка проблеме выбора франшизы и представлен один из методов, позволяющий ее разрешить. В ходе анализа проблемной области выявлены наиболее существенные критерии процесса выбора и определены коэффициенты их важности. Основное внимание уделено постановке задачи и анализу методов многокритериальной оценки вариантов инвестирования в льготном предпринимательстве. Показано, что метод ELECTRE I, принадлежащий к подходу РИПСА, может быть использован при автоматизации процесса выбора франшизы. Для корректного разрешения проблемы выбора порогов сформированы и обоснованы требования к графу предпочтений. При отборе наилучших предпочтений используется координатное пространство индексов метода ELECTRE I. В результате выполнения контрольного примера получены рейтинги оценки и оценочные данные по альтернативам.

Новые направления развития бизнеса невозможны без использования современных супервизорных систем. При этом универсальные системы поддержки принятия решений в сфере торговли практически не используются, что связано с большой стоимостью таких систем, сложностью процедур их обслуживания, а также наличием специальной информации, необходимой для оценки инвестиционных предложений.

---

Чернышев Леонид Олегович – магистрант кафедры электронных вычислительных машин; Чернышев Олег Леонидович – кандидат технических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин, e-mail: ollecher@mail.ru; Матвеев Юрий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры электронных вычислительных машин; Азарова Любовь Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь, Россия.

Автоматизация процесса выбора франшизы, предполагающая выявление наиболее эффективных решений инвестирования, связана с разработкой кейса менеджера, который позволит систематизировать проблемную информацию, упростить процедуру выбора, наглядно отобразить итоговые результаты и, как следствие, минимизировать ошибки и риски потерь при формировании франчайзинговых отношений.

Термин «льготное предпринимательство» впервые предложен Ю. В. Хлебниковым [1] и используется как эквивалент понятию «франчайзинг» [2]. Согласно статье 1027 ГК РФ [3], коммерческая концессия или франчайзинг – организация деятельности, при которой на договорной основе одна сторона передает второй за вознаграждение на определенный срок права на ведение своей предпринимательской деятельности.

При выборе франшизы необходимо рассматривать компромиссные альтернативы, критерии которых имеют противоречивые оценки. Субъективизм приводит к различиям в предпочтении, а также к несовпадениям в определении и оценке важности исходных критериев процедуры и требует разрешения проблемы согласованности решений. Следовательно, задача выбора варианта франшизы является многокритериальной, требующей привлечения знаний экспертов. В публикации [4] определена методологическая основа для реализации прототипа проекта. Рассмотрим основные положения методики выбора предложения в сфере франчайзинга, позволяющей автоматизировать процесс оценки альтернатив.

Формализация, связанная с математическим описанием многокритериальной задачи выбора, является основным этапом разработки методики ее решения. Рассмотрим исходные и конечные множества переменных, необходимых для формализации задачи.

Исходные данные алгоритма определяются рядом альтернатив  $V$ :  $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}$ , где  $m$  – число вариантов для инвестирования, а также множеством критериев  $K$ :  $K = \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_n | n \leq 15\}$ , где  $n$  – число критериев для оценки варианта при выборе франшизы.

В общем случае, в формуле (1) множества  $V$  и  $K$  образуют  $(f: (V \times K) \rightarrow Q)$  непустое множество критериальной оценки альтернатив  $Q$ :

$$Q = \{q_{m1}, q_{m2}, q_{m3}, \dots, q_{sj}, \dots, q_{mn} | n \leq 15, i_n \leq q_{mn} \leq b_n\}, \quad (1)$$

где  $I = \{i_1, i_2, i_3, \dots, i_n\}$  и  $B = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_n\}$  – соответственно, нижние и верхние границы критериев  $K$ .

Множество коэффициентов значимости  $W$  критериев  $K$  ( $f: K \rightarrow W$ ), основанное на рейтинговой оценке, представлено в формуле

$$W = \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_n | \sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i \neq 0\}. \quad (2)$$

Конечные данные должны быть представлены в виде: множества  $V^*$  – ранжированного по эффективности ряда альтернатив, в котором приведено перечисление альтернатив от лучших к худшим при выборе франшизы:

$V^* = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_i, \dots, v_s\}$ ; рейтинга  $R = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_s\}$ , состоящего из значений целевой функции  $L$  оценки альтернатив  $V$ :  $(f: V \rightarrow R)$  и определяющих множество  $V^* = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_i, \dots, v_s | r(v_i) \geq r(v_{i+1})\}$ , где размерность  $s$  равна числу отобранных участников.

Задача выбора относится к классу дискретных и характеризуется наличием конечного множества исходных альтернатив, причем шкалы оценок критериев могут быть заданы в формах строгого или нестрогого предпочтения, что снимает строгие требования этапа идентификации для определения значимых функциональных зависимостей между альтернативами  $V$  и шкалами оценок  $K$ .

После анализа источников информации выбраны критерии оценки, изложенные в научной публикации [5]. В работе [6] представлены 11 критериев, которые активно используются в построении рейтинговых систем, в частности, в подведении итогов в номинациях «Золотая франшиза» и «Франчайзер-2010» Национальной премии в области франчайзинга «Золотой брэнд». Тем не менее, данные критерии могут полностью оценить только надежность франчайзера. Для финансовой оценки проектов следует использовать критерии и весовые параметры, приведенные в публикациях [7, 8].

Традиционные подходы к решению многокритериальных задач выбора не в полной мере учитывают гетерогенность и баланс локальных критериев, что приводит к отбрасыванию приемлемых вариантов инвестирования, так как несущественный прирост по одному критерию может компенсировать существенное изменение по другому.

Итоговая целевая функция выбора  $L$ , которая задает предпочтения на некотором множестве альтернатив, может быть определена эвристическими и аксиоматическими методами. К эвристическим методам относят методы главного и обобщенного критериев. Аксиоматические формальные методы основаны на предположениях о свойствах предпочтений, которые гарантируют существование заданного класса функции полезности. К аксиоматическим методам принадлежат, в частности методы MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) и АНР (Analytic Hierarchy Process) [9], которые позволяют получить результаты с высокой точностью и надежностью, но требуют указания дополнительных исходных данных: в методах MAUT и PROMETHEE необходимо указание множества функций полезности; метод АНР использует подход, основанный на экспертном сравнении критериев и свойств альтернатив; в методе FlowSort для сортировки используются ограничивающие профили групп.

Подход, заключающийся в разработке индексов попарного сравнения альтернатив (РИПСА) [10], имеет методологическое отличие от подходов MAUT и АНР, в которых предпочтения субъекта сформированы заранее. Метод ELECTRE I, основанный на данном подходе, устанавливает условия превосходства одной альтернативы над другой. При реализации метода ELECTRE I, использующего вычисления индексов согласия и несогласия, возникают особенности «выбора порогов» сравнимости альтернатив, а также задачи выявления условий цикличности в графе предпочтений.

Особенности «выбора порогов» детализированы в статье [11], где показано, что процедура выбора порогов состоит в «варьировании» порогов согласия/несогласия для попытки определения минимального количества лучших альтернатив». Другая проблема, представленная в работе [12], связана с ациклическостью отношений между альтернативами. «Эта проблема также представляется достаточно серьезной. Действительно, трудно придумать рациональное объяснение появляющемуся циклу альтернатив. Хотелось бы найти условия, при соблюдении которых циклы никогда бы не появлялись».

Вышеприведенные особенности позволяют сформировать следующие требования к алгоритму выбора: необходимо осуществить попытку определения единственной лучшей альтернативы с требованием ациклическости отношений, под которой подразумевается постепенное ослабление порогов согласия/несогласия. В случае формирования нескольких конечных вариантов и отсутствия корректирующей информации, для ранжирования отобранных альтернатив можно использовать, например, аддитивную свертку критериев.

Алгоритм автоматизированного получения результата с использованием метода ELECTRE I содержит следующие этапы:

1. Вычисление индексов согласия и несогласия. Множество  $Q$ , состоящее из  $n$  критериев, разбивается: на  $Q^+$  – подмножество критериев, по которым альтернатива  $V_A$  предпочтительнее  $V_B$ ;  $Q^-$  – подмножество критериев, по которым  $V_A$  равноценно  $V_B$ . Далее, по формуле (3) определяется индекс согласия с гипотезой о превосходстве альтернативы  $V_A$  над  $V_B$  (отношение суммы весов подмножеств  $Q^+$  и  $Q^-$  к общей сумме весов  $Q$ ):

$$C_{AB} = \frac{\sum_{i \in Q^+, Q^-} w_i}{\sum_{q=1}^N w_i}. \quad (3)$$

Расчет значений матрицы несогласия (степени сравнимости вариантов) определяется разностью критериальных оценок, по которым альтернатива  $V_B$  лучше варианта  $V_A$ . Индекс несогласия  $d_{AB}$  определяется на основе самого «противоречивого» критерия, по которому альтернатива  $V_B$  лучше варианта  $V_A$ . Для обеспечения соизмеримости шкал критериев, разность оценок альтернатив  $V_B$  и  $V_A$  относят к длине наибольшей шкалы:

$$d_{AB} = \max_{i \in I} \left| \frac{q_B^i - q_A^i}{Q_i} \right|, \quad (4)$$

где  $q_A^i, q_B^i$  – оценки альтернатив  $V_A$  и  $V_B$  по  $i$ -му критерию соответственно;  $Q_i$  – длина шкалы  $i$ -го критерия.

2. Оценка индексов согласия и несогласия. Для решения проблемы выбора порогов предлагается использовать координатное пространство индексов (рис. 1), в котором каждому предпочтению ставится в соответствие точка оценки предпочтения альтернативы  $A$  над альтернативой  $B$ :  $S(c_{AB}, d_{AB})$ .

Поскольку связь между альтернативами оценивается двумя индексами, то при  $s = 2$  формула (5) фактически характеризует евклидову метрику (формула (6)). В этом случае возможен выбор наилучших сопоставлений с учетом расстояния от идеальной точки  $I(1; 0)$ .

$$\rho_s(a,b)=\left[\sum_{i=1}^m|a_i-b_i|^s\right]^{1/s}; \tag{5}$$

$$\rho_2(a,b)=\sqrt{\sum_{i=1}^m(a_i-b_i)^2}. \tag{6}$$

3. Ранжирование предпочтений. Для реализации функции используется метод быстрой сортировки по возрастанию. В качестве исходной информации для ранжирования предпочтений используется евклидово расстояние от идеальной точки до текущего предпочтения.

4. Выбор альтернатив с ацикличным графом предпочтений. Для автоматического выбора значимых предпочтений предлагается использовать пограничные точки  $S(c_{AB}; d_{AB})$ , определяемые радиус-вектором с началом в идеальной точке  $I(1; 0)$  и соблюдением требования ацикличности графа предпочтений (окончательный выбор определяется максимальным количеством ребер графа с соблюдением требования ацикличности).

Для формирования графа предпочтений возможно использование DFS-метода или метода обхода в глубину. В случае генерации ацикличного графа, после получения очередного по значимости противопоставления, следует пошагово увеличивать число связей вплоть до возникновения циклических связей (рис. 1).

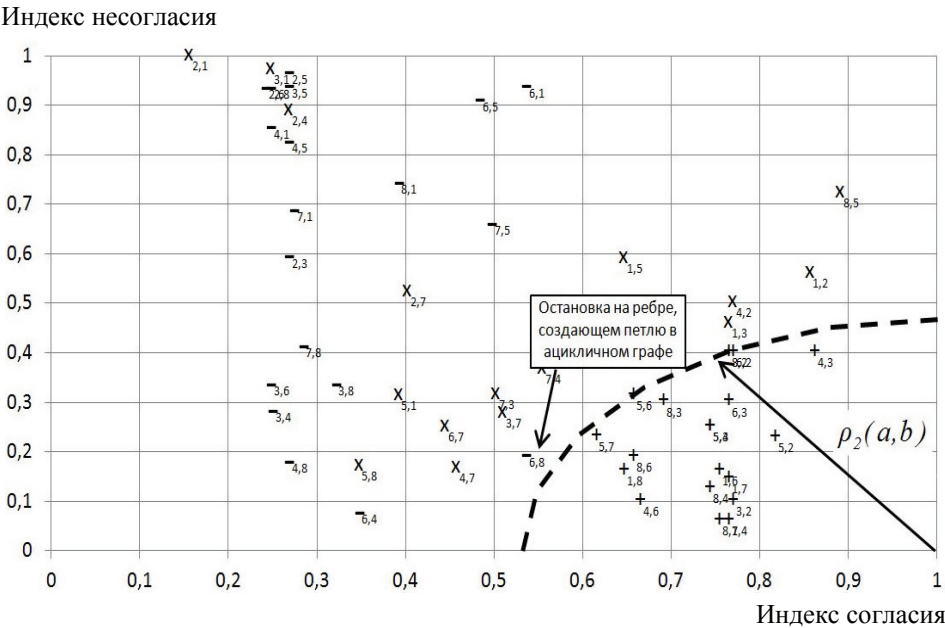


Рис. 1. Диаграмма выбора лучших предпочтений

На диаграмме формируются три области с обозначениями (легендой): область «+», в которой содержатся точки оценки предпочтений, гарантирующие ацикличность графа; область «х», которая охватывает менее значимые связи, способные привести к цикличному графу предпочтений; область «-», включающая предпочтения, которые с большой вероятностью приведут к графу с циклами.

5. Построение списка отобранных альтернатив с использованием метода аддитивной свертки критериев. Для выбора лучшей альтернативы следует использовать метод аддитивной свертки.

Пример практической реализации методики.

*Вычисление индексов согласия и несогласия методом ELECTRE I.* В качестве исходных выбраны данные из публикации [4], где организациям – участникам конкурса присвоены порядковые номера.

Результаты нормирования представлены в табл. 1.

Расчет значений матрицы значений с индексами согласия (С) и несогласия (Н), в соответствии с формулами (3), (4), приведен в табл. 2.

Таблица 1

**Нормированные значения критериев**

| Критерии                                                                                         | Альтернативы |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                  | 1            | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| Число франчайзи с более чем одной франшизой                                                      | 1,00         | 0,00 | 0,03 | 0,14 | 0,97 | 0,06 | 0,31 | 0,25 |
| Общее число франчайзи                                                                            | 0,03         | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 0,09 |
| Распространенность (по регионам, городским районам)                                              | 0,17         | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,23 | 0,04 | 0,09 | 0,24 |
| Число расторгнутых франшиз                                                                       | 1,00         | 0,69 | 0,94 | 0,94 | 0,69 | 1,00 | 0,69 | 0,81 |
| Процент от общего числа франшиз                                                                  | 1,00         | 0,92 | 0,92 | 0,96 | 0,97 | 1,00 | 0,90 | 0,98 |
| Общая стоимость проданных франшиз                                                                | 0,14         | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,08 | 0,00 | 0,08 | 0,10 |
| Стоимость затрат франчайзера на рекламу за аналитический период                                  | 1,00         | 0,99 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 1,00 | 1,00 | 0,94 |
| Стоимость расходов франчайзера на помощь                                                         | 1,00         | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 1,00 | 1,00 | 0,95 |
| Ликвидационные затраты за прекращение франшизы                                                   | 1,00         | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Доля расходов на повышение деловой репутации франчайзера в общей стоимости его затрат на рекламу | 0,94         | 0,00 | 0,60 | 0,89 | 0,94 | 0,94 | 0,52 | 0,94 |
| Доля затрат рекламы франчайзинга в общих затратах компании на рекламу                            | 0,04         | 0,60 | 0,50 | 0,10 | 0,63 | 0,20 | 0,19 | 0,20 |

Таблица 2

Расчет значений матрицы значений с индексами

| Альтер-<br>нативы | Индексы | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1                 | С       | *    | 0,85 | 0,76 | 0,76 | 0,64 | 0,75 | 0,76 | 0,64 |
|                   | Н       | *    | 0,56 | 0,46 | 0,06 | 0,59 | 0,16 | 0,15 | 0,16 |
| 2                 | С       | 0,15 | *    | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,23 | 0,39 | 0,24 |
|                   | Н       | 1    | *    | 0,6  | 0,89 | 0,97 | 0,94 | 0,52 | 0,94 |
| 3                 | С       | 0,24 | 0,77 | *    | 0,24 | 0,26 | 0,24 | 0,5  | 0,31 |
|                   | Н       | 0,97 | 0,1  | *    | 0,29 | 0,94 | 0,34 | 0,28 | 0,34 |
| 4                 | С       | 0,24 | 0,77 | 0,86 | *    | 0,26 | 0,66 | 0,45 | 0,26 |
|                   | Н       | 0,86 | 0,5  | 0,4  | *    | 0,83 | 0,1  | 0,17 | 0,19 |
| 5                 | С       | 0,39 | 0,81 | 0,74 | 0,74 | *    | 0,65 | 0,61 | 0,34 |
|                   | Н       | 0,31 | 0,23 | 0,25 | 0,25 | *    | 0,31 | 0,23 | 0,17 |
| 6                 | С       | 0,53 | 0,77 | 0,76 | 0,34 | 0,48 | *    | 0,44 | 0,53 |
|                   | Н       | 0,94 | 0,4  | 0,3  | 0,08 | 0,92 | *    | 0,25 | 0,2  |
| 7                 | С       | 0,27 | 0,68 | 0,5  | 0,55 | 0,49 | 0,59 | *    | 0,28 |
|                   | Н       | 0,69 | 0,42 | 0,32 | 0,37 | 0,67 | 0,42 | *    | 0,42 |
| 8                 | С       | 0,39 | 0,76 | 0,69 | 0,74 | 0,89 | 0,65 | 0,75 | *    |
|                   | Н       | 0,75 | 0,4  | 0,3  | 0,13 | 0,72 | 0,19 | 0,06 | *    |

Оценка индексов с использованием евклидовой метрики. По формуле (5) осуществлена свертка значений индексов в сводную матрицу (табл. 3).

Таблица 3

Сводная матрица индексов

| Альтер-<br>нативы | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1                 | *    | 0,58 | 0,52 | 0,25 | 0,69 | 0,30 | 0,28 | 0,39 |
| 2                 | 1,31 | *    | 0,95 | 1,16 | 1,22 | 1,21 | 0,80 | 1,21 |
| 3                 | 1,23 | 0,26 | *    | 0,81 | 1,20 | 0,83 | 0,57 | 0,77 |
| 4                 | 1,15 | 0,55 | 0,43 | *    | 1,11 | 0,36 | 0,57 | 0,76 |
| 5                 | 0,69 | 0,30 | 0,36 | 0,36 | *    | 0,47 | 0,45 | 0,68 |
| 6                 | 1,05 | 0,46 | 0,39 | 0,66 | 1,06 | *    | 0,61 | 0,51 |
| 7                 | 1,01 | 0,53 | 0,59 | 0,58 | 0,84 | 0,59 | *    | 0,83 |
| 8                 | 0,97 | 0,47 | 0,43 | 0,29 | 0,73 | 0,40 | 0,26 | *    |

Ранжирование предпочтений. Первые 16 лучших предпочтений с адресами ячеек показаны в табл. 4.

Таблица 4

Отсортированные адреса ячеек сводной матрицы

| Номер предпочтения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Строка             | 1 | 3 | 8 | 1 | 8 | 5 | 1 | 4 | 5 | 5  | 6  | 1  | 8  | 4  | 8  | 5  |
| Столбец            | 4 | 2 | 7 | 7 | 4 | 2 | 6 | 6 | 4 | 3  | 3  | 8  | 6  | 3  | 3  | 7  |

Таблица 5

**Матрица смежности с циклом**

| Альтер-<br>нативы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1                 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2                 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3                 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4                 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5                 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 6                 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7                 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8                 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

*Сужение множества отображенных альтернатив с ациклическим графом предпочтений.* Исходя из данных табл. 5, при значении порога, равном 0,51, матрица смежности становится циклической. Тем самым, матрица смежности (табл. 5) становится ациклической с максимальным порогом предпочтений, равным значению 0,47. Отобранными вариантами являются альтернативы с номерами 1 и 5.

*Ранжирование отобранных альтернатив.* Далее для получения лучшей альтернативы производится ранжирование отобранных

альтернатив (табл. 6) методом аддитивной свертки нормированных критериев.

Итоговый ранжированный ряд альтернатив представлен в табл. 7.

Таблица 6

**Ранжирование отобранных альтернатив**

| Критерии                                                                                         | Альтернативы |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|
|                                                                                                  | 1            | 5    |
| Число франчайзи с более чем одной франшизой                                                      | 0,06         | 0,06 |
| Общее число франчайзи                                                                            | 0,00         | 0,01 |
| Распространенность (по регионам, городским районам)                                              | 0,02         | 0,03 |
| Число расторгнутых франшиз                                                                       | 0,07         | 0,05 |
| Процент от общего числа франшиз                                                                  | 0,09         | 0,08 |
| Общая стоимость проданных франшиз                                                                | 0,03         | 0,02 |
| Стоимость затрат франчайзера на рекламу за аналитический период                                  | 0,09         | 0,07 |
| Стоимость расходов франчайзера на помощь                                                         | 0,10         | 0,09 |
| Ликвидационные затраты за прекращение франшизы                                                   | 0,03         | 0,03 |
| Доля расходов на повышение деловой репутации франчайзера в общей стоимости его затрат на рекламу | 0,10         | 0,10 |
| Доля затрат рекламы франчайзинга в общих затратах компании на рекламу                            | 0,00         | 0,03 |
| Итого                                                                                            | 0,59         | 0,56 |

**Выводы и рекомендации.**

В процессе исследования вариантов выбора возникает проблема циклическости отношений между альтернативами, которая способна привести к неопределенности и ошибкам принятия решений. Результат автоматизации отбора

Таблица 7

**Ранжированный ряд альтернатив**

| Место участника | 1    | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|------|------|---|---|---|---|---|---|
| Номер           | 1    | 5    | 8 | 4 | 6 | 7 | 3 | 2 |
| Рейтинг         | 0,59 | 0,56 | * | * | * | * | * | * |

альтернатив, как правило, зависит от числа выбранных предпочтений. Алгоритм выбора не способен полностью заменить процедуру исследования вариантов посредством самостоятельного задания порогов согласия/несогласия, и его следует использовать как дополнительный инструмент в исследовании альтернатив.

#### Список литературы

1. Хлебников, Ю. В. Правовое регулирование коммерческой концессии в гражданском законодательстве России : автореф. дис. ... канд. юрид. наук / Ю. В. Хлебников. – Ростов-на-Дону, 2005. – 22 с.
2. Мартин, М. Руководство по франчайзингу : учеб. для вузов / М. Мартин, И. И. Разумнова, И. Г. Минервин. – М. : Сибли Интернэшнл, Инк, 1995. – 121 с.
3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 28.03.2017) [Электронный ресурс] // Законодательство Российской Федерации : сайт. – Режим доступа : <http://fzrf.su/kodeks/gk-2/> (дата обращения: 07.09.2017).
4. Соломаха, А. Г. Методы принятия решения о выборе франшизы для инвестирования [Электронный ресурс] / А. Г. Соломаха, О. Л. Чернышев // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7, № 2. – Режим доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/149EVN215.pdf> (дата обращения: 02.06.2017).
5. Azgaldov, G. G. The ABC of Qualimetry : the Toolkit for Measuring Immeasurable / G. G. Azgaldov, A. V. Kostin, A. E. Padilla Omiste. – Ridero: G. G. Azgaldov. 2015. – 167 с.
6. Азгальдов, Г. Г. Методика сравнительного оценивания брендов применительно к участникам номинации «Золотая франшиза» национальной премии «Золотой брэнд-2010» / Г. Г. Азгальдов. – М. : Библиотека оценщика LABRATE.RU, 2013. – 22 с.
7. Кожухар, В. М. Методы обобщающего оценивания эффективности инвестиционных проектов / В. М. Кожухар // Инновационный Вестник Региона. – 2009. – Т. 5, № 2. – С. 24 – 30.
8. Бахтияров, Р. С. Оценка качества инвестиционных проектов в Республике Татарстан / Р. С. Бахтияров // Актуальные проблемы экономики и права. – 2011. – Т. 5, № 3. – С. 56 – 61.
9. Decerns: a Framework for Multi-Criteria Decision Analysis / B. Yatsalo [et al.] // International Journal of Computational Intelligence Systems. – 2015. – Vol. 8, No. 8. – С. 467 – 489.
10. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах : учебник / О. И. Ларичев. – М. : Логос, 2000. – 296 с.
11. Figueira, J. ELECTRE methods / J. Figueira, V. Mousseau, B. Roy // International Series in Operations Research & Management Science. – 2005. – Vol. 78, No. 4. – P. 133 – 153.
12. Анич, И. Метод ЭЛЕКТРА и проблема ацикличности отношений альтернатив / И. Анич, О. И. Ларичев // Автоматика и телемеханика. – 1996. – Т. 61, № 8. – С. 1154 – 1162.

#### References

1. Khlebnikov Yu.V. *Pravovoye regulirovaniye kommercheskoy kontsessii v grazhdanskom zakonodatel'stve Rossii* [Legal regulation of commercial concession in the civil legislation of Russia], PhD Dissertation (Legal Sciences), Rostov-na-Donu, 2005, 22 p. (In Russ.)
2. Mendelsohn M. *The Guide to Franchising*, London: Cassell, 1996.
3. <http://fzrf.su/kodeks/gk-2/> (accessed 7 October 2017). (In Russ.)

4. Solomakha A.G. , Chernyshev O.L. [Methods of deciding on the choice of a franchise for investment] *Internet-zhurnal Naukovedeniye* [Internet-journal Naukovenie], 2015. vol. 7, no. 2, available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/149EVN215.pdf> (accesses 2 June 2017). (In Russ., abstract in Eng.)
5. Azgaldov G.G., Kostin A.V., Padilla Omiste A.E. *The ABC of Qualimetry: The Toolkit for measuring immeasurable*, Ridero: G. G. Azgaldov 2015, 167 p.
6. Azgal'dov G. G. *Metodika sravnitel'nogo otsenivaniya brendov primenitel'no k uchastnikam nominatsii "Zolotaya franshiza" natsional'noy premii "Zolotoy brend-2010"* [The method of comparative evaluation of brands with reference to the participants of the "Golden Franchise" nomination of the national premium "Golden Brand-2010"], Moskva: Biblioteka otsenshchika LABRATE.RU, 2013, 22 p. (In Russ.)
7. Kozhukhar V.M. [Kozhukhar, V.M. Methods for summarizing the effectiveness of investment projects], *Innovatsionnyy Vestnik "Region"* [Innovative Bulletin "Region"], 2009, vol. 5, no. 2, pp. 24-30. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Bakhtiyarov R.S. [Quality assessment of investment projects in the Republic of Tatarstan], *Aktual'nyye problemy ekonomiki i prava* [Actual problems of economics and law], 2011, vol. 5, no. 3, pp. 56-61. (In Russ.)
9. Yatsalo B., Didenko V., Gritsyuk S., Sullivan T. Decerns: a framework for multi-criteria decision analysis, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 2015, vol. 8, no. 8, pp. 467-489.
10. Larichev O.I. *Teoriya i metody prinyatiya resheniy, a takzhe Khronika sobytiy v Volshebnykh Stranakh* [Larichev, OI Theory and Methods of Decision Making, and Chronicle of Events in Magical Countries], Moskva: Logos, 2000, 296 p. (In Russ.)
11. Figueira J., Mousseau V., Roy B. ELECTRE methods, *International Series in Operations Research & Management Science*, 2005, vol. 78, no. 4, pp. 133-153.
12. Anich B., Larichev O.I. [The ELECTRA method and the problem of acyclic relations of alternatives], *Avtomatika i telemekhanika* [Automation and telemechanics], 1996, vol. 61, no. 8, pp. 1154-1162. (In Russ.)

---

## A Method for Multi-Criterial Selection of Private Enterprise Objects

**L. O. Chernyshev, O. L. Chernyshev, Yu. N. Matveev, L. V. Azarova**

*Tver State Technical University, Tver, Russia*

**Keywords:** criterion; decision-making; investment; multi-criteria optimization; rating.

**Abstract.** The article assesses the problem of selecting a franchise and presents one of the methods that allows it to be solved. Through the analysis of the problem area, the most significant criteria for the selection process were identified, and the coefficients of their importance were determined. The main attention is paid to setting the task and analyzing the methods of multi-criteria evaluation of investment options in preferential business. It is shown that the ELECTRE I method, which belongs to the RIPS approach, can be used to automate the process of choosing a franchise. For the correct resolution of the problem of selecting thresholds, the requirements for the preference graph are formed and justified. When selecting the best preferences, the coordinate space of the ELECTRE I indexes is used. The execution of the control example made it possible to produce evaluation ratings and estimates of the alternatives.

---

© Л. О. Чернышев, О. Л. Чернышев,  
Ю. Н. Матвеев, Л. В. Азарова, 2017

УДК 004.94:66.095.834

DOI: 10.17277/voprosy.2017.03.pp.213-218

### **ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОКОЭКОЛОГИЧНЫХ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко**

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

*Рецензент д-р техн. наук, профессор Н. Ц. Гаганова*

**Ключевые слова:** азосочетание; диазотирование; математическая модель; объектно-ориентированный подход; химико-технологический процесс.

**Аннотация:** Представлен современный программный инструментарий, используемый для моделирования, оптимизации, проектирования новых химико-технологических процессов и позволяющий проводить анализ данных процессов, перебирать огромное число альтернатив их конструктивного оформления и, как результат, формировать оптимальное решение новой технологической схемы энерго- и ресурсосберегающего химического производства, обладающего высокой степенью экологической безопасности. Рассмотрена возможность применения объектно-ориентированных подходов при создании информационных систем моделирования и проектировании сложных химико-технологических процессов. Приведены результаты моделирования данных процессов.

Создание новых ресурсо- и энергосберегающих химических производств с высокой степенью экологической безопасности, разработка принципиальных технологических схем данных производств является сверхсложной задачей, требующей определения всех возможных вариантов конструктивного оформления проектируемой установки. Размеры и типы выбранных реакторных систем должны обеспечивать заданную производительность всей технологической установки.

---

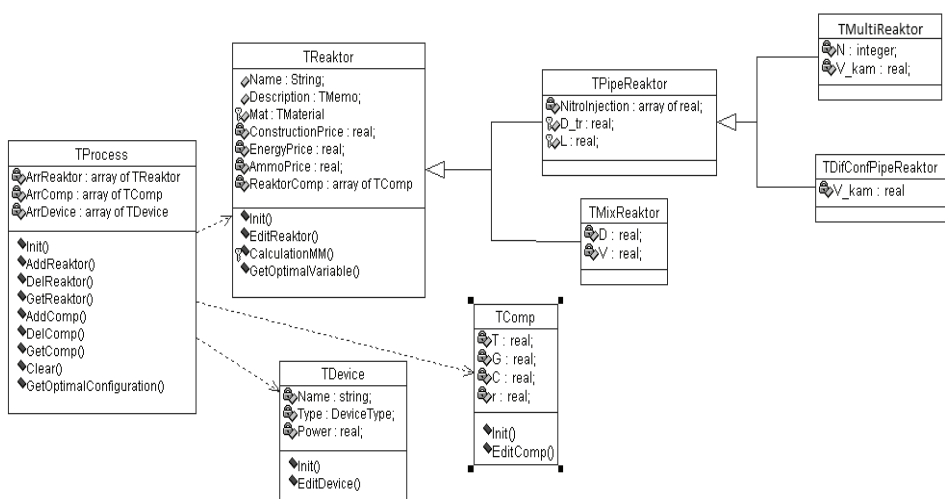
Майстренко Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств»; Майстренко Наталья Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений», e-mail: ig\_nataly@rambler.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Автоматизированная разработка принципиальных технологических схем новых ресурсо- и энергосберегающих химических производств с высокой степенью экологической безопасности может быть реализована с применением современного программного инструментария в виде компьютерных систем математического моделирования, оптимизации и проектирования, которые дают возможность всесторонне анализировать сложные процессы, перебирать множество вариантов и в результате синтезировать оптимальные решения. Ускоряется процесс разработок и исследований, а необходимый результат достигается неразрушающими и природосберегающими методами.

Для разработки подобных компьютерных систем существует два основных подхода, принципиально различающиеся разными способами декомпозиции систем: объектно-ориентированный и структурный [1]. Опыт создания программных продуктов, которые подлежат модификации в условиях изменяющихся требований (именно к такому типу программ относятся программный инструментарий моделирования химико-технологических процессов (ХТП)), выявил приоритетность объектно-ориентированных технологий для данного класса систем [1]. Подход, принятый в объектно-ориентированном анализе и проектировании, ведет к объединению процесса логического проектирования и системного анализа, а благодаря их применению в течение всего жизненного цикла разработки, позволяет преодолеть проблемы трассировки между моделями системы.

*Объектно-ориентированный подход* взят за основу при построении математических моделей непрерывных технологических процессов диазотирования и азосочетания синтеза азопигментов [2] в интерактивной системе компьютерного моделирования и оптимального проектирования процессов и аппаратов тонкого органического синтеза. Кратко технологический процесс синтеза азопигментов можно описать следующим образом. Предварительно подготовленные исходные реагенты (соляно-кислая суспензия амина и раствор нитрита натрия) при помощи регулируемых насосов непрерывно подаются в реакторную систему диазотирования. Полученное в результате реакции диазотирования диазосоединение непрерывно поступает в реакторную систему азосочетания вместе с азосоставляющей (2-нафтол), щелочным агентом (раствор соды) и наполнителем. Образовавшаяся суспензия азопигмента собирается в накопительной емкости для последующей отправки на фильтрацию, сушку и размол.

На первом этапе моделирования осуществляется построение модели предметной области в виде диаграммы классов без указания атрибутов операций и кратности ассоциаций (связей) (рис. 1), являющейся одновременно и диаграммой статической модели химико-технологической системы [3]. Одновременно с моделированием предметной области требуется создание модели активности системы в связи с тем, что четкое соблюдение последовательности выполняемых операций приобретает все более важное значение с ростом сложности системы, которая способствует детализации особенностей логической и алгоритмической реализации выполняемых интерактивной системой операций. В модели активности необходимо учесть все операции системы, так как на ее основе создается структура программы, поддерживающей требуемое поведение.



**Рис. 1. Диаграмма классов процессов диазотирования и азосочетания при производстве азоксипигментов**

Последующий анализ модели активности системы уточняет модель предметной области, которая является основой для проектирования модели ХТП. В основе алгоритма формирования математической модели лежит блочно-модульный принцип построения (рис. 2).

Блок компоновки включает наполнение блока и организующую подпрограмму. Наполнение данного блока состоит из модулей прикладных программ и модели предметной области. Организующая программа служит для управления работой блока компоновки математических моделей при решении задач, в том числе для перевода описания задачи с входного языка на внутренний язык системы, определения последовательности выполнения модулей для каждой задачи, обеспечения взаимодействия используемых модулей. Организующая программа разделена на три части: транслятор описаний, компоновщик и компилятор. Программы создаются при помощи транслятора описаний и транслятора программ.

Завершающей стадией моделирования системы является создание модели базы данных (рис. 3), которая отражает взаимодействие таблиц, входящих в базу данных, а также содержит подробное описание атрибутов операций и связей между таблицами. Транслятор описаний переводит входной текст во внутреннее представление интерактивной системы. На основе внутреннего описания задачи компоновщик составляет алгоритм ее решения, определяя таким образом последовательность применяемых модулей. Компоновщик проверяет разрешимость каждой подзадачи. Используя модуль решения подзадач, компилятор выдает полностью готовую программу решения задачи.

Таким образом, в результате итеративного, с поэтапным наращиванием возможностей, процесса, разработана объектно-ориентированная проектная модель ХТП, подлежащая дальнейшей кодогенерации. Предложенная схема проектирования математических моделей химико-технологических систем с применением прогрессивных объектно-ориентированных

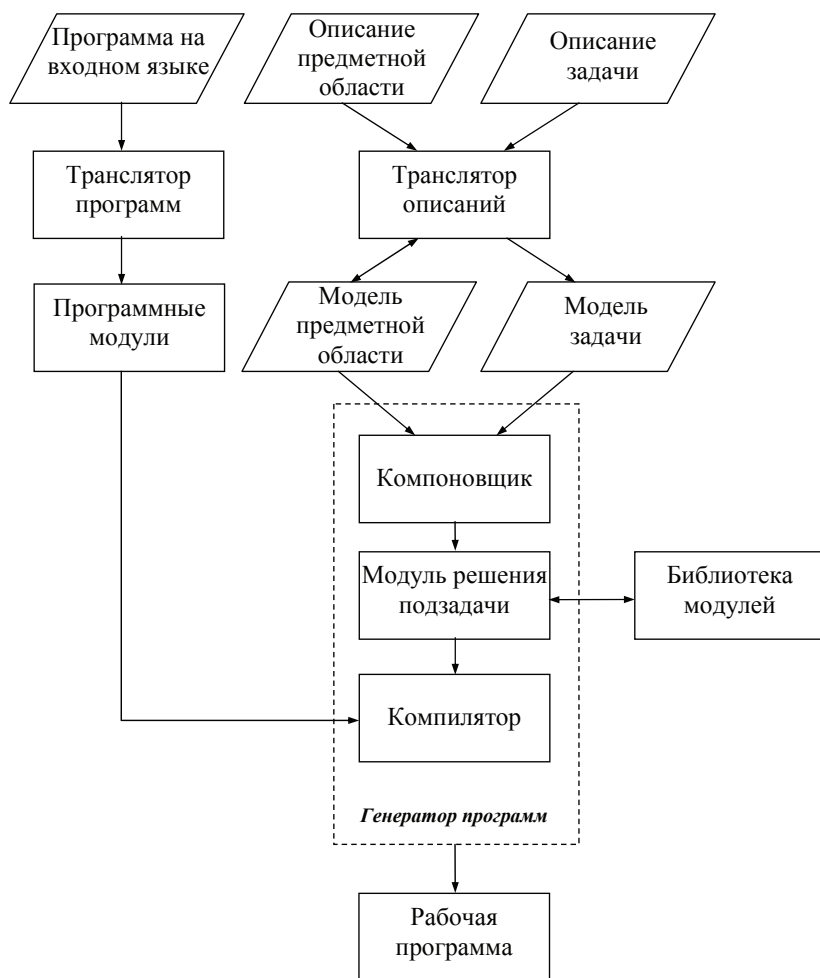


Рис. 2. Схема блока компоновки математических моделей

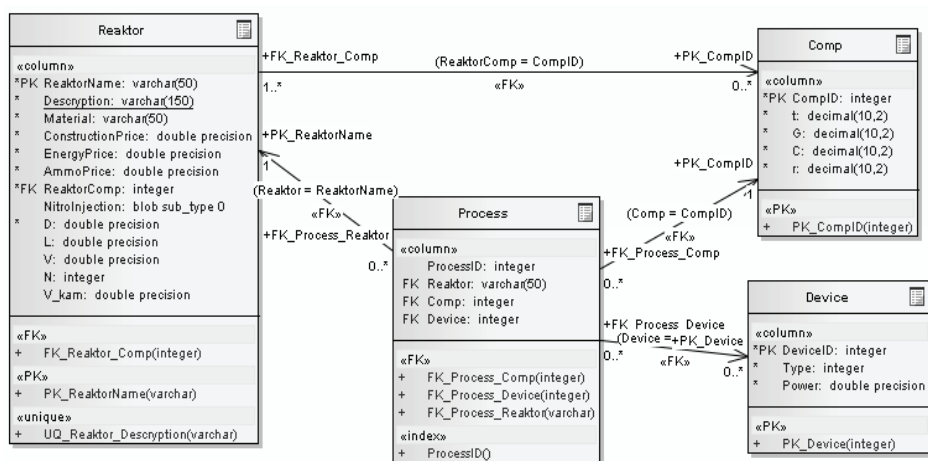


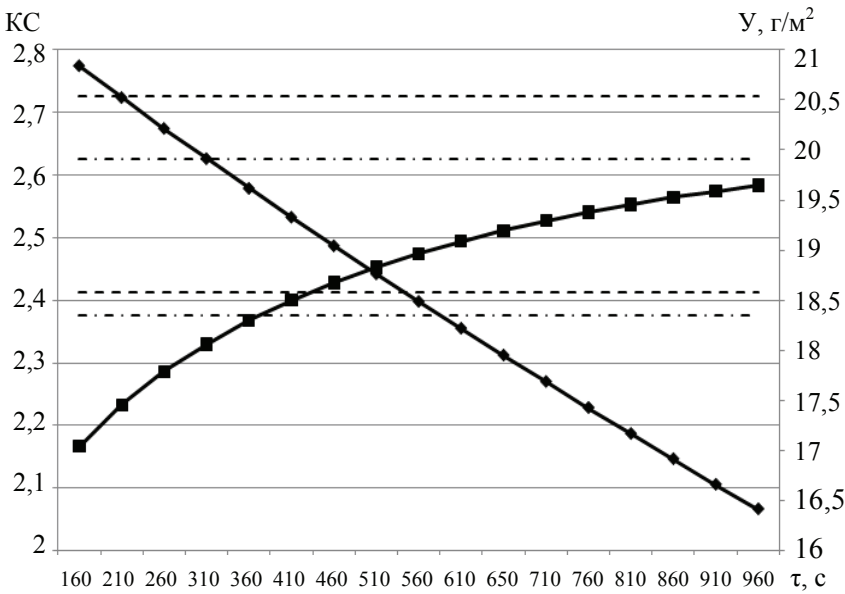
Рис. 3. Модель базы данных для процесса получения азокрасителей

технологий использована при разработке компьютерной среды для моделирования и проектирования процессов тонкого органического синтеза (диазотирования и азосочетания).

Построенные в системе математические модели позволяют рассчитывать не только параметры состояния ХТП, но и определять их качественные показатели. Приведем их результаты расчета (рис. 4).

Как видно из рисунка значительное влияние на качественные показатели процесса азосочетания и физико-колористические показатели получаемого пигмента оказывает время пребывания реакционной массы в реакторе. Увеличение времени пребывания позволяет добиться более высоких качественных параметров процесса азосочетания, однако его увеличение не может быть бесконечным и лимитируется требованиями по обеспечению производительности процесса, что позволяет, варьируя в заданных пределах временем пребывания реакционной массы, получать пигмент с заданным набором физико-колористических показателей.

Проведенные вычислительные эксперименты, моделирование технологических процессов синтеза азокрасителей, исследование их статических режимов, построение областей допустимых режимов функционирования реакторной системы азосочетания позволяют сделать вывод о необходимости постановки и решения задачи оптимизации технологических режимов процесса азосочетания, что позволит не только повысить качество получаемого азокрасителя, но и получать азокраситель с заданными качественными и физико-колористическими показателями.



**Рис. 4. График зависимости красящей способности (КС) и укрывистости (У) от среднего времени пребывания:**  
 ◆ – КС; ■ – У; коридоры допустимых значений для типового образца:  
 — — — — — КС; — · — · — У

### Список литературы

1. Грэхем, И. Объектно-ориентированные методы. Принципы и практика / пер. с англ. / И. Грэхем. – М. : Вильямс, 2004. – 880 с.
2. Майстренко, А. В. Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии непрерывного синтеза азопигментов / А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко, И. Л. Вольщак // *Вопр. соврем. науки и практики*. Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 306 – 314.
3. Майстренко, А. В. Моделирование технологических установок ресурсосберегающих химико-технологических процессов на основе объектно-ориентированного подхода / А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко // *Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Управление. Вычислительная техника. Информатика*. – 2017. – № 1. – С. 62 – 68.

### References

1. Grekhem, I., *Ob"ektno-orientirovannye metody. Printsipy i praktika* [Object-oriented methods. Principles and practices], M.: Vil'yams, 2004, 880 p.
2. Maistrenko A.V., Maistrenko N.V., Vol'shchak I.L., *Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 2013, no. 3 (47), pp. 306-314. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Maistrenko A.V., Maistrenko N.V., *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Upravlenie. Vychislitel'naya tekhnika. Informatika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Ser. Control. Computer Engineering. Computer science], 2017, no. 1, pp. 62-68. (In Russ.)

---

## Object-Oriented Tools for Designing Ecofriendly and Resource-Saving Chemical Technological Processes

A. V. Maystrenko, N. V. Maystrenko

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** object-oriented approach; mathematical model; chemical-technological process; diazotization; azo coupling.

**Abstract:** Modern software tools used for modeling, optimization and design of new chemical and technological processes allow analyzing these processes, sorting out a huge number of alternatives to their design and, as a result, finding the optimal solution for a new technological scheme of energy- and resource-saving chemical production with a high degree of environmental safety. One approach used in the development of this type of information system is an object-oriented approach. The possibility of applying an object-oriented approach for information systems modeling and design of complex chemical-technological processes is explored; the simulation results of these processes are presented.

---

© А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко, 2017

### НООСФЕРНЫЙ ВЕКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ КОНФЕРЕНЦИИ-ФОРУМА ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО

В период с 7 по 9 июня 2017 г. в г. Мичуринск Тамбовской области состоялась **Международная научно-практическая конференция-форум имени В. И. Вернадского «Ноосферный вектор устойчивого развития»**. Конференция проводилась на базе Мичуринского государственного аграрного университета под эгидой Администрации Тамбовской области и при поддержке Неправительственного экологического фонда имени В. И. Вернадского, Ассоциации «Объединенный университет имени В. И. Вернадского».

В оргкомитет конференции вошли руководители Тамбовского региона, а также Мичуринского, Белгородского, Брянского, Воронежского, Орловского аграрных университетов, Тамбовского государственного технического университета, Курской и Ярославской сельскохозяйственных академий, Рязанского аграрно-технологического университета и других организаций. Своих представителей на конференцию прислали и зарубежные вузы, в первую очередь Университеты Хоэнхайма и Анхальта (Германия).

Целью конференции стало обсуждение широкого круга вопросов, связанных с теорией и практикой устойчивого развития на глобальном, федеральном, региональном и муниципальном уровнях, рациональным использованием природных ресурсов, эколого-экономическими механизмами производственной деятельности, социальными и культурно-образовательными проблемами устойчивого развития общества; обмен опытом и результатами научных и инновационных исследований между учеными, производственниками, общественными деятелями и руководителями органов административной власти.

Для реализации поставленной цели в рамках конференции было выделено четыре основных вектора, соответствующих направлениям стратегического развития региональной экономики:

1. Техносфера и ноосфера: перспективы взаимодействия (инженерия) – всего подано около 80 докладов.
2. Ноосферный подход к природопользованию (биология и сельское хозяйство) – включено более 50 докладов.
3. Ноосферное образование (педагогика, культура, философия, психология и социальные науки) – заслушано и обсуждено около 30 докладов.
4. Ноосферный императив устойчивого развития региона (экономика) – подано 20 докладов.

Кроме указанных векторов в числе мероприятий конференции можно назвать семинары, круглые столы и выставки.

**7 июня 2017 г.** в рамках конференции одним из первых прошел *семинар по проекту 561969-EPP-1-2015-1-DE-EPPKA2-SVNE-JP 15.10.2015 – 14.10.2018 на тему «Устойчивое сельское хозяйство и развитие сельских территорий»*. На семинаре представители Университета Хоэнхайма (Германия) совместно с российскими учеными обсудили особенности развития сельскохозяйственной местности и методы повышения устойчивости сельских территорий.

**8 июня 2017 г.** общероссийская общественная организация «Зеленый патруль» организовала работу *круглого стола под девизом «Экологическая (зеленая) сертификация: реалии и перспективы»*. Участниками круглого стола стали представители Администрации Тамбовской области, руководители крупных региональных предприятий и ответственные лица городских органов власти.

Немаловажное значение на конференции придавалось и памяти ученых, ставших основателями современной науки об устойчивом развитии. Например, утром 8 июня 2017 г. руководство Управления по охране окружающей среды и природопользованию Тамбовской области, Тамбовского государственного технического университета, Мичуринского государственного аграрного университета совместно с представителями Неправительственного экологического фонда имени В. И. Вернадского *торжественно возложили цветы к памятнику академика В. И. Вернадского в г. Тамбов.*

Несколько позже в расширенном составе делегация всероссийских и региональных организаций во главе с губернатором Тамбовской области Александром Валерьевичем Никитиным *возложила цветы и к могиле И. В. Мичурина* (см. фото 1).



**Фото 1. Торжественное возложение цветов к памятникам  
В. И. Вернадского и И. В. Мичурина**  
(фото пресс-службы ФГБОУ ВО «ТГТУ», 08.06.2017)

В рамках мероприятий конференции состоялся ряд церемоний награждения. На пленарном заседании конференции-форума глава Администрации Тамбовской области Александр Валерьевич Никитин был награжден Орденом В. И. Вернадского. Победителям областного конкурса «Педагог-эколог – 2017» вручены денежные премии. Тогда же состоялось и награждение студентов вузов Тамбовской области – победителей Всероссийского конкурса именных стипендий Неправительственного экологического фонда имени В. И. Вернадского.

Параллельно с другими секциями на конференции работали *выставки* (фото 2):

- научных достижений университетов «Экология: наука и технологии»;
- студенческих конкурсных работ-агитплакатов «Ноосфера».

Одним из важнейших мероприятий конференции стало *Общее собрание членов Ассоциации «Объединенный университет имени В. И. Вернадского»*. Общее собрание прошло под руководством губернатора Тамбовской области А. В. Никитина, президента ассоциации, ректора Тамбовского государственного технического университета М. Н. Краснянского и вице-президента ассоциации, ректора Мичуринского государственного аграрного университета В. А. Бабушкина (фото 3).

В собрании участвовали представители Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, двух опорных вузов – Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А. и Воронежского государственного технического университета, ведущих вузов отраслевой экономики, таких как Российский государственный аграрный заочный университет, Липецкий государственный технический университет, Мичуринский государственный аграрный университет, Тамбовский государственный технический университет. Присутствовали и руководители Всероссийского научно-исследовательского института использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Уваровского химико-технологического колледжа, Аграрно-технологического техникума, ООО «НаноТехЦентр».



**Фото 2. Выставка в рамках конференции-форума им. В. И. Вернадского**  
(фото пресс-службы ФГБОУ ВО «ТГТУ», 08.06.2017)



**Фото 3. Общее собрание Ассоциации  
«Объединенный университет имени В. И. Вернадского»  
(фото пресс-службы ФГБОУ ВО «ТГТУ», 08.06.2017)**

Впервые на общем собрании ассоциации использовались цифровые мультимедийные технологии, когда по интернет-каналу связи в обсуждении вопросов повестки дня некоторые гости участвовали дистанционно.

Участники общего собрания Ассоциации «Объединенный университет имени В. И. Вернадского» обсудили результаты работы ассоциации за 2016 год и приняли план дальнейшей совместной работы на последующий период.

В торжественной части собрания состоялось вручение Ордена В. И. Вернадского и Медали М. В. Ломоносова ученым организаций-членов Ассоциации, внесшим значительный вклад в продвижение идей академика В. И. Вернадского. Здесь же произошло и награждение победителей Открытого конкурса учебно-методических материалов и инструментальных средств.

**9 июня 2017 г.** состоялось выездное заседание конференции-форума «Ноосферный вектор устойчивого развития» в имении Вернадовка, когда-то принадлежавшем В. И. Вернадскому.

Заседание проводилось не только в рамках конференции-форума, но и как органическая часть ставшего уже традиционным *III Музыкально-литературного и краеведческого праздника*, посвященного В. И. Вернадскому.

Участниками выездного заседания стали ученый секретарь Комиссии РАН по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского В. С. Чесноков, автор исследовательских работ о творчестве В. И. Вернадского и его научных биографий Г. П. Аксенов, представители Ассоциации «Объединенный университет имени В. И. Вернадского», работники Мичуринского государственного аграрного и Тамбовского государственного технического университетов, ректор и сотрудники Тамбовского государственного музыкально-педагогического института имени С. В. Рахманинова, руководство Тамбовского областного краеведческого музея, представители администрации Пичаевского района Тамбовской области (фото 4).



**Фото 4. III Музыкально-литературный и краеведческий праздник, посвященный В. И. Вернадскому**

(фото Тамбовского областного краеведческого музея со страницы в соцсети  
<https://www.facebook.com/tambovmuseum/photos/pcb.150076800982261/1500767456648983/?type=3>)

Выездное заседание проходило в форме встречи-обсуждения проблем устойчивого развития села. На заседании присутствовало большое количество жителей с. Вернадовка.

Основными проблемами, обсуждаемыми на выездном заседании, стали:

- вопросы развития учения академика В. И. Вернадском с учетом современных реалий и перспективных моментов;
- научные, организационные и хозяйственно-экономические аспекты работы музея-усадьбы В. И. Вернадского в Пичаевском районе Тамбовской области;
- возможные направления деятельности вузов и научных учреждений в целях усиления взаимодействия с органами власти и музейными комплексами по вопросу продвижения научных идей академика В. И. Вернадского в различные отрасли теоретического знания и практической деятельности.

**По итогам работы** конференции-форума ее участники приняли *Резолюцию*, в которой постановили:

1. Продолжить традицию проведения ежегодной Международной научно-практической конференции, посвященной В. И. Вернадскому, в Тамбовской области.
2. Привлечь внимание государственных структур и общественности к проблемам экологически безопасного природопользования, экологически чистого производства, охраны окружающей среды.
3. Обратить внимание ученых на необходимость разработки моделей устойчивого развития региональной экономики и общества.
4. Опубликовать доклады участников конференции в сборнике материалов до 01.10.2017 г.
5. Рекомендовать органам исполнительной власти региона и руководителям предприятий усилить работу в области производства и сертификации экологически чистой продукции в Тамбовской области.
6. Выразить благодарность оргкомитету, главе Администрации Тамбовской области А. В. Никитину, президенту и генеральному директору Неправительственного экологического фонда имени В. И. Вернадского В. А. Грачеву, начальнику управления природопользования и охраны окружающей среды Н. П. Петровой, ректору Мичуринского ГАУ В. А. Бабушкину за подготовку и успешное проведение международной конференции.

Таким образом, проведение Международной научно-практической конференции-форума имени В. И. Вернадского «Ноосферный вектор устойчивого развития» позволило интегрировать интересы различных кластеров научной и культурной деятельности, осуществить взаимный обмен опытом в целях более глубокого осмысления идей академика В. И. Вернадского на современном этапе развития экономики.

Вице-президент Ассоциации «Объединенный университет имени В. И. Вернадского», д-р техн. наук, профессор **В. Ф. Калинин**  
Исполнительный директор Ассоциации «Объединенный университет имени В. И. Вернадского», канд. пед. наук, доцент **А. В. Козачек**