

ISSN 1990-9047 (Print)  
ISSN 2541-853X (Online)  
DOI: 10.17277/issn.1990-9047

№ 2(96). 2025

**ВОПРОСЫ  
СОВРЕМЕННОЙ  
НАУКИ И ПРАКТИКИ.**

Университет им. В.И. Вернадского

Ассоциация  
«Объединенный университет  
имени В.И. Вернадского»

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

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

*Основан в 2006 году  
Выходит 4 раза в год*

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

**Ассоциированные члены:**

Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского

**Главный редактор**

д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов

СМИ журнал «Вопросы современной науки и практики.  
Университет им. В.И. Вернадского» зарегистрировано Федеральной службой  
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций  
и охране культурного наследия

Регистрационный номер СМИ ПИ № ФС77-23504 от 28.02.2006

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

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

---

**ИЗДАТЕЛЬ ФГБОУ ВО «ГГТУ»**

Адрес издателя: 392000, Тамбовская обл., г.о. город Тамбов, г. Тамбов,  
ул. Советская, д. 106/5, помещ. 2. Тел. (4752) 63 10 19; e-mail: tstu@admin.tstu.ru

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

392000, Тамбовская обл., г.о. город Тамбов, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106/5, помещ. 2.  
Тел. (4752) 63 81 08; e-mail: zhurnal\_vsnip@mail.ru

Редакторы: *И. М. Курносова, О. В. Мочалина*; редактор иностранного перевода *Н. А. Гунина*  
Компьютерная верстка: *О. В. Мочалина, И. М. Курносова*

Подписано в печать 20.06.2025. Дата выхода в свет 27.06.2025.  
Формат журнала 70×108/16. Усл. п. л. 14,53. Уч.-изд. л. 14,94. Тираж 100 экз. Цена свободная. Заказ 019.

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

---

ISSN 1990-9047 (Print)  
ISSN 2541-853X (Online)  
DOI: 10.17277/issn.1990-9047

Знак информационной продукции 16+

© Ассоциация «Объединенный университет  
имени В.И. Вернадского», 2025  
© Неправительственный экологический фонд  
имени В.И. Вернадского, 2025  
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
университет инженерных технологий», 2025  
© ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, 2025  
© ФГБОУ ВО «ГГТУ», 2025

## СОВЕТ РЕДАКТОРОВ

**Аксёнов Геннадий Петрович** – канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт истории естествознания и техники им. С. В. Вавилова РАН»; тел. +7(495) 988-22-80; e-mail: gen.aksenov@mail.ru

**Антипов Сергей Тихонович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный изобретатель, почетный работник высшего профессионального образования РФ; профессор кафедры «Машины и аппараты пищевых производств», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ); тел. +7(4732) 55-38-96; e-mail: post@vsuet.ru

**Битюков Виталий Ксенофонович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования; профессор кафедры «Информационные и управляющие системы», ВГУИТ; тел. +7(4732) 55-42-67, 55-35-21; e-mail: post@vsuet.ru

**Иванова Екатерина Викторовна** – д-р экон. наук, доцент; и. о. ректора ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» (МичГАУ); тел. +7 (47545) 3-88-04, доб. 444; e-mail: Ivanova@mgau.ru

**Бешенков Сергей Александрович** – д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры теории и методики спорта и физического воспитания, ГАОУ ВО г. Москвы «Московский государственный университет спорта и туризма»; тел. +7 977-919-42-37; e-mail: srg57@mail.ru

**Горбашко Елена Анатольевна** – д-р экон. наук, профессор; заслуженный работник Высшей школы; проректор по научной работе, заведующий кафедрой «Проектный менеджмент и управление качеством», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»; тел. +7(812) 310-22-09; e-mail: gorbashko.e@unecon.ru

**Завражнов Анатолий Иванович** – д-р техн. наук, профессор; академик РАН; почетный член Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского», профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности, МичГАУ; тел. +7(47545) 3-88-15, доб. 513; e-mail: prezident@mgau.ru

**Зазуля Александр Николаевич** – д-р техн. наук, профессор; главный научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»; тел. +7(4752) 44-61-12; e-mail: viitin-adm@mail.ru

**Злобина Наталья Васильевна** – д-р экон. наук, профессор; директор института дополнительного профессионального образования, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (ТамбГТУ); тел. +7(4752) 63-07-34; e-mail: idpo@admin.tstu.ru

**Иванова Татьяна Юрьевна** – д-р экон. наук, профессор; заведующий кафедрой менеджмента и теории экономики, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»; тел. +7(8422) 32-06-97; e-mail: tivanova.j@gmail.com

**Краснянский Михаил Николаевич** – д-р техн. наук, профессор; профессор РАН, почетный работник высшего профессионального образования РФ; ректор ТамбГТУ; президент Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»; тел. +7(4752) 63-10-19; e-mail: tsu@admin.tstu.ru

**Корнеева Ольга Сергеевна** – д-р биол. наук, профессор; заслуженный работник высшей школы РФ; и. о. проректора по научной и инновационной деятельности, заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии, ВГУИТ; тел. +7(4732) 55-07-51; e-mail: korneeva-olgas@yandex.ru

**Кудяров Валерий Николаевич** – д-р биол. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ; научный руководитель, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; тел. +7(496) 733-05-95; e-mail: vnikolaevich2001@mail.ru

**Матвейкин Валерий Григорьевич** – д-р техн. наук, профессор; заместитель генерального директора по развитию, ОА «Росхимзащита»; заведующий кафедрой «Информационные процессы и управление», ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-91-87; e-mail: valery.mat@rambler.ru

**Молоткова Наталия Вячеславовна** – д-р пед. наук, профессор; почетный работник высшего профессионального образования РФ; первый проректор, ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-06-49; e-mail: nvmolotkova@admin.tstu.ru

**Мищенко Елена Сергеевна** – д-р экон. наук, профессор; почетный работник высшего профессионального образования РФ; проректор по международной деятельности, ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-20-02; e-mail: int@tstu.ru

**Мищенко Сергей Владимирович** – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки и техники РФ; научный руководитель кафедры «Мехатроника и технологические измерения», ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-08-70; e-mail: kafedra@uks.tstu.ru

**Печерская Эвелина Павловна** – д-р пед. наук, канд. экон. наук, профессор; заслуженный работник высшей школы РФ, директор Центра делового образования, ФГАОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»; тел. +7 927-205-70-10; e-mail: pecherskaya@sseu.ru

**Попов Николай Сергеевич** – д-р техн. наук, заслуженный работник высшей школы РФ; профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ; **главный редактор**; тел. +7(4752) 63-03-65; e-mail: zhurnal\_vsnp@mail.ru

**Пучков Николай Петрович** – д-р пед. наук, профессор; заслуженный работник высшей школы РФ; профессор кафедры «Высшая математика», ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-04-38; e-mail: puchkov\_matematika@mail.ru

**Спиридонов Сергей Павлович** – д-р экон. наук; почетный работник сферы образования РФ; профессор кафедры «Экономика», ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-01-69; e-mail: banking@tstu.ru

**Стяжкин Константин Кириллович** – д-р биол. наук, профессор; и. о. директора, ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт биологического приборостроения»; тел. +7(495) 491-73-72; e-mail: fgup@gosniibp.ru

**Тарасова Наталия Павловна** – д-р хим. наук, профессор; член-корреспондент РАН; директор института химии и проблем устойчивого развития; заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития», ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева»; тел. +7(499) 973-24-19; e-mail: tarasnp@muctr.ru

**Толстяков Роман Рашидович** – д-р экон. наук, профессор, директор института экономики и качества жизни, ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-04-53; e-mail: tolstyakoff@mail.ru

**Федюк Роман Сергеевич** – д-р техн. наук, доцент; профессор Военного учебного центра, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; тел. +7(950) 281-79-45; e-mail: roman44@yandex.ru

**Филимонова Ольга Сергеевна** – старший преподаватель кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ; **ответственный секретарь**; тел. +7(4752) 63-04-26; e-mail: zhurnal\_vsnp@mail.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Экология</b> .....  | 7   |
| <b>Городников О. А., Охоткина В. Э.</b> Ликвидация нефтяных разливов под-<br>водным устройством, работающим от судовой системы пожаротушения .....   | 7   |
| <b>Епифанов А. В., Мозгушин М. А.</b> Расчет нормативов сбросов сточных вод<br>водопользователей .....   | 16  |
| <b>Зайцева Е. Н., Кулагина Т. А., Тюрикова О. А.</b> Снижение накопленного<br>экологического ущерба северных территорий России .....   | 25  |
| <b>Солодухин Е. С., Шушпанов А. Н., Шугаева А. Р., Капралова Д. О.,<br/>Шушпанова Д. В.</b> Государственная политика стран мира по использованию<br>растительного биотоплива с учетом критериев устойчивого развития ..... | 35  |
| <b>Старостина И. В., Половнева Д. О., Денисова Л. В.</b> Изучение процессов<br>сорбции анионного красителя углеродсодержащими адсорбентами на основе<br>отхода маслоэкстракционного производства .....                     | 55  |
| <b>Федорчук Ю. М., Рыбин А. С., Носова М. В., Данекер В. А., Солодов Е. В.,<br/>Леонова Л. А.</b> Разработка и исследование свойств панелей ангидритовых<br>отделочных из отходов фтороводородного производства .....      | 69  |
| <b>Региональная и отраслевая экономика</b> .....   | 84  |
| <b>Кондрашова О. В., Кублин И. М., Яшин Н. С.</b> Эволюционные подходы<br>к системе менеджмента качества.....  | 84  |
| <b>Левкина Е. В., Гусев Е. Г., Солобьева М. В.</b> Влияние экономической пре-<br>ступности на экономическую и экологическую безопасность рыбохозяй-<br>ственного комплекса.....  | 98  |
| <b>Тхориков Б. А., Сабынина М. В., Герасименко О. А., Цзяньдун Д.</b> Разра-<br>ботка маркетинговой стратегии фермерских рынков.....   | 113 |
| <b>Педагогика</b> .....  | 124 |
| <i>Теория и методика обучения и воспитания</i> .....   | 124 |
| <b>Бешенков С. А., Молоткова Н. В., Шутикова М. И.</b> Непрерывное образо-<br>вание в контексте четвертой технологической революции.....   | 124 |
| <b>Бредихин В. Е., Козачек А. В.</b> Историко-педагогические аспекты деятель-<br>ности комиссии Академии наук по разработке научного наследия В. И. Вер-<br>надского (1985 – 2019 гг.) .....                               | 134 |
| <b>Пучков Н. П., Дорохова Т. Ю.</b> Наставничество как элемент педагогической<br>системы в условиях целевого обучения специалистов в вузе.....   | 156 |

## CONTENTS

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Ecology</b> .....   | 7   |
| <b>Gorodnikov O. A., Okhotkina V. E.</b> Oil Spill Clean-up with an Underwater Device Fuelled by a Ship Fire-Extinguishing System.....   | 7   |
| <b>Epifanov A. V., Mozgushin M. A.</b> Calculation of Standards for Discharge of Wastewater by Water Consumers.....  | 16  |
| <b>Zaitseva E. N., Kulagina T. A., Tyurikova O. A.</b> Reducing the Accumulated Environmental Damage in the Northern Territories of Russia .....   | 25  |
| <b>Solodukhin E. S., Shushpanov A. N., Shugaeva A. R., Kapralova D. O., Shushpanova D. V.</b> National Policy of Countries on the Use of Plant Biofuels Using the Criteria of Sustainable Development .....          | 35  |
| <b>Polovneva D. O., Starostina I. V., Denisova L. V.</b> A Study of Sorption Processes of Anionic Dye by Carbon-Containing Adsorbents Based on Oil Extraction Waste Products .....                                   | 55  |
| <b>Fedorchuk Yu. M., Rybin A. S., Nosova M. V., Daneker V. A., Solodov E. V., Leonova L. A.</b> Development and Study of Properties of Anhydrite Finishing Panels from Hydrofluoride Waste Products .....            | 69  |
| <b>Regional and Sectoral Economy</b> .....   | 84  |
| <b>Kondrashova O. V., Kublin I. M., Yashin N. S.</b> Evolutionary Approaches to the Quality Management System .....  | 84  |
| <b>Levkina E. V., Gusev E. G., Solobneva M. V.</b> The Influence of Economic Crime on Economic and Environmental Security of the Fisheries Complex .....   | 98  |
| <b>Tkhorikov B. A., Sabynina M. V., Gerasimenko O. A., Jiandong D.</b> Developing a Marketing Strategy for Farmers' Markets.....   | 113 |
| <b>Pedagogy</b> .....  | 124 |
| <b><i>Theory and Methodology of Teaching and Education</i></b> .....   | 124 |
| <b>Beshenkov S. A., Molotkova N. V., Shutikova M. I.</b> Continuous Education in the Context of the Fourth Technological Revolution .....  | 124 |
| <b>Bredikhin V. E., Kozachek A. V.</b> Historical and Pedagogical Aspects of the Work of the Commission of the Academy of Sciences on the Development of the Scientific Legacy of V. I. Vernadsky (1985 – 2019)..... | 134 |
| <b>Puchkov N. P., Dorokhova T. Yu.</b> Mentoring as an Element of the Pedagogical System in the Conditions of Targeted Training of Specialists at a University .....   | 156 |

УДК 504.05

DOI: 10.17277/voprosy.2025.02.pp.007-015

### **ЛИКВИДАЦИЯ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ ПОДВОДНЫМ УСТРОЙСТВОМ, РАБОТАЮЩИМ ОТ СУДОВОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

**О. А. Городников, В. Э. Охоткина**

*ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет»,  
Владивосток, Россия*

**Ключевые слова:** Арктика; аппарат; ликвидация; разлив нефти; сорбент; судовая установка; судно.

**Аннотация:** Нефтегазовая отрасль стремительно расширяется в сторону Арктического региона. В связи с этим возрастает риск разливов нефтепродуктов, что в свою очередь требует поисков путей быстрого реагирования и ликвидации разливов в ледовых условиях. Предложен экспериментальный образец подводного устройства для распыления сорбента, способный работать в зоне разлива в замерзающих акваториях. Уникальность предлагаемого метода заключается в возможности оперативного использования и компактных габаритах самого устройства, что позволяет снабдить данным устройством любое судно. Отмечено, что предлагаемое подводное устройство единственное в своем роде, способное работать в толще воды. Представлена принципиальная схема в комплексе судовой энергетической установкой.

#### **Введение**

По оценкам экспертов, на российском арктическом шельфе запасы нефти и газа смогут обеспечить 20 – 30 % добычи нефти к 2050 году. Так, в настоящее время в российской Арктике открыто 360 месторождений нефти и газа, из них 334 на суше и 26 на шельфе [1]. При этом нефтегазовый потенциал изведен не до конца. Добыча в суровых арктических условиях имеет свои особенности, что обусловлено ледовыми условиями, климатическими характеристиками и практически полным отсутствием

---

Городников Олег Александрович – старший преподаватель кафедры нефтегазового дела; Охоткина Виктория Эльвировна – кандидат географических наук, доцент кафедры транспортных процессов и технологий, e-mail: okhotkina.ve@vvsu.ru, ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», Владивосток, Россия.

транспортной инфраструктуры. С учетом сложных климатических условий возможны утечки и разливы нефти в процессе добычи углеводородного сырья, при его транспортировке и хранении. По заявлению представителей Министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС) России с 2018 года каждая пятая чрезвычайная ситуация связана с попаданием сырья и продуктов переработки нефтегазовой промышленности в экосистему Арктики [2].

Арктика – наиболее уязвимый район со сложными природно-климатическими условиями, нефтяные разливы здесь более вероятны, а последствия разлива затруднительно ликвидировать, так как возможно присутствие битого или сплошного льда [3]. Примеры самых катастрофических нефтяных разливов, произошедших в арктической зоне (авария танкера «Эксон Валдиз» (США, Аляска, 1989 г.) и разгерметизация бака с дизельным топливом на ТЭЦ-3 (Норильск, Россия, 2020 г.)), доказывают, что службы реагирования пока не в состоянии эффективно ликвидировать последствия разливов.

Для решения проблем, связанных с потенциальными крупными разливами нефти на море, разрабатываются системы предотвращения разливов нефти, а также план ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в ходе осуществления деятельности по разведке, добыче, хранению и транспортировке нефти в арктических районах. В настоящее время уделяется большое внимание проблемам, связанным с реагированием на разливы нефти в арктических условиях, и вариантам их решения на всех этапах добычи и транспортировки нефти и газа [4].

Как правило, системы ликвидации разливов нефти основываются на сочетании методов механического сбора и немеханических технологий для очистки или обработки разлитой нефти:

- механический сбор (нефть удерживается в зоне разлива с применением боновых заграждений или в естественных ловушках и удаляется с помощью нефтесборщиков и насосов);
- термический метод или выжигание нефти;
- физико-химический (применение химических реагентов: сорбентов, адсорбентов и диспергентов);
- биологическая очистка (применение специальных бактерий или грибов для разложения или рассеивания нефтяного пятна) [5].

Все методы требуют материально-технического обеспечения для переброски агрегатов и обученного персонала к месту нефтяного разлива, развертывания аппаратного обеспечения и последующей очистки оборудования от загрязнения после завершения операции по ликвидации разлива [6].

*Цель исследования* – разработка подводного устройства, способного распылять активные вещества в толще воды и работать от системы пожаротушения на любом судне.

### **Обзор существующей проблемы**

В настоящее время существующие устройства по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов не могут обеспечить полной ликвидации нефтяного пятна и не способны работать в сложных климатических условиях, особенно в битом льду.

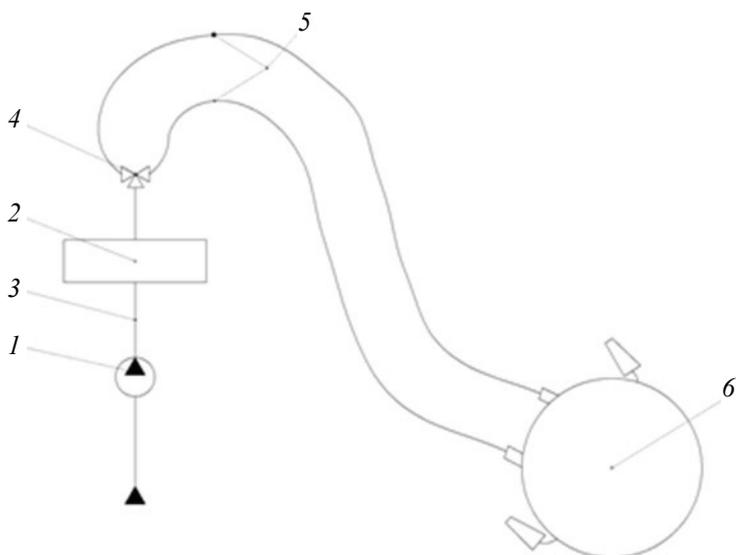
Предлагается новое техническое средство, способное работать от судовых энергетических установок без дополнительной его модернизации.

Комплекс «судовая энергетическая установка – подводное устройство» способен работать в любых погодных условиях, так как обработка нефтяного пятна проводится всплывающим сорбентом из-под воды.

*Научная новизна* выполненных исследований: предложен комплекс «судовая энергетическая установка – подводное устройство» для ликвидации нефтяного пятна с судов в замерзающих акваториях и битом льду.

### Система подачи активного вещества в зону загрязнения

Работа системы для подачи активного вещества в зону загрязнения осуществляется следующим образом: к распылителю, находящемуся в толще воды, от пожарного насоса под давлением подается вода совместно с паром для поддержания необходимой температуры для исключения вероятности образования наледи внутри системы (рис. 1) [7]. Насос, подающий воду по гибкому трубопроводу, подключается к соединительному устройству. Далее по соединенному с ним трубопроводу вода поступает к управляющей аппаратуре, которая направляет воду к правому, левому или обоим сопловым аппаратам сразу. В результате реакции от струи воды на устройство будет действовать реактивная тяга и распылитель начнет перемещаться. При подаче одновременно к правому и левому сопловым аппаратам распылитель получает гидравлическую тягу и удаляется от места спуска под лед на необходимое расстояние, вытягивая шланг на заданную длину. При подаче воды в правое сопловое устройство гидрореактивная тяга водяной струи будет смещать распылитель влево, при подаче в левое сопло – в противоположную сторону. Глубина погружения устройства регулируется изменением балластного утяжелителя в корпусе подводного устройства.



**Рис. 1. Принципиальная схема установки:**

1 – насос; 2, 4, 6 – смесительное, распределительное и подводное устройства соответственно; 3 – соединительный трубопровод; 5 – подающий шланг

При подходе распылителя в нужное место по гибкому трубопроводу производится подача сорбента в виде пульпы. Распыление активного вещества создается путем включения в поток воды твердого сорбента (например, терморасщепленного графитового сорбента). Приготовление пульпы осуществляется на борту судна или на стационарном объекте в специальном смесителе. Достигнув верхнего уровня воды, сорбент собирает нефтепродукты, находящиеся на ее поверхности. Применение для распыливания водометного движителя будет способствовать качественному, равномерному распределению сорбента в толще воды [8].

При обработке нефтяного пятна распылитель совершает движение по радиусу, определяемому длиной вытравленного рукава. По мере перемещения распылителя проводится вытягивание рукава на заданную длину. Необходимое для обработки нефтяного пятна количество сорбента регулируется содержанием сорбента в пульпе и скоростью перемещения распылителя, а также кратностью прохода распылителя.

Относительно существующих способов, данный способ дает возможность использования при любых погодных условиях, а также имеет и другие достоинства:

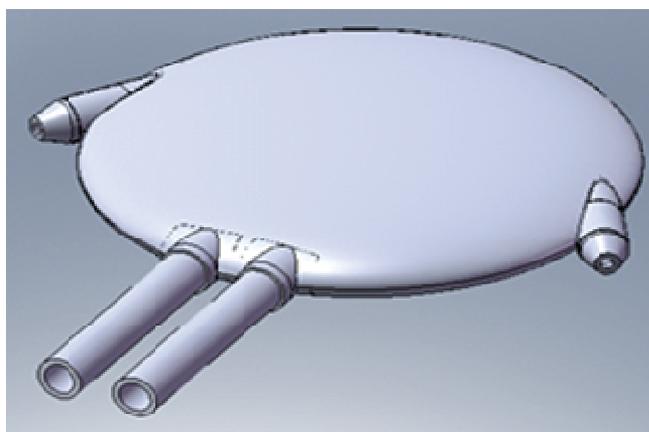
- возможность нанесения сорбирующего вещества в толще воды, в независимости от скорости ветра, температуры и других климатических факторов;
- простота конструкции и минимальные расходы при эксплуатации;
- контроль места нахождения аппарата при распылении сорбирующего вещества;
- практически полная ликвидация нефтяного загрязнения на поверхности и в толще воды;
- большая площадь распыления сорбирующего вещества;
- минимальные затраты при использовании аппарата.

### **Устройство для подачи и распыления активного вещества**

Данное устройство должно обеспечивать ликвидацию нефтяных загрязнений в тех местах, где остальные существующие способы не могут быть использованы. Использование такого устройства позволит бороться с нефтяным загрязнением в битом льду, тем самым давая возможность удаления нефти с поверхности и в толще воды.

Для решения поставленной задачи разработано подводное устройство, работающее от системы пожаротушения судовой энергетической установки, для распыления в толще воды сорбента (рис. 2) [9].

Связующим звеном между подводным устройством и судовой энергетической установкой служит гибкий шланг. Особенностью данной системы является то, что не требуется дополнительное оборудование. Элементами системы являются судовая энергетическая установка, подводное устройство, пожарный насос. Подводное устройство имеет «чечевичную» форму корпуса, что позволяет обеспечить минимальное сопротивление в толще воды при его движении в любом направлении.



**Рис. 2. Модель подводного устройства для распыления сорбента**

Движение под водой к нефтяному пятну осуществляется подачей в устройство струи воды, которая выходит через два сопла, расположенные на противоположных сторонах конструкции, создавая реактивную тягу, что способствует его движению. Подводное устройство сможет отдаляться от судна на расстояние до 150 м. При необходимости остановки или изменении траектории его движения подача воды прекращается или осуществляется через одно сопло.

Регулирование работы подводного устройства и подачи в одно или оба одновременно сопла осуществляется распределительным устройством, установленным на борту судна, имеющим сопловой движитель водометного типа с возможностью вращения в вертикальной плоскости. Сопловое устройство соединяется с управляющей аппаратурой, которая регулирует направление подачи жидкости (к правому, левому сопловым аппаратам или к обоим сразу).

### **Оценка возможностей судовых энергетических установок для обеспечения работы по ликвидации разливов нефти**

Анализ результатов расчетов и параметров системы пожаротушения судовой энергетической установки позволяет сделать вывод о том, что подводные устройства для устранения разливов нефти и нефтепродуктов могут применять различные типы судов [10]. Учитывая количество и возможности пожарных насосов на судах различных классов, возможно подключить и использовать не одно, а сразу несколько подводных устройств одновременно.

В связи с этим проведен анализ, касающийся возможности покрытия сорбирующим материалом всей площади нефтяного пятна. Учитывая, что на каждом судне имеется более одного пожарного насоса, определена возможность одновременного использования нескольких подводных устройств для увеличения скорости обработки нефтяного пятна.

В качестве источника для работы подводных устройств используются насосы пожаротушения на судне, характеристики которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Характеристики пожарных насосов на судах

| Название судна | Подача воды, м <sup>3</sup> /ч | Одновременно подключаемые устройства, шт. |
|----------------|--------------------------------|---|
| Ангара         | 200                            | 4   |
| FESCO MARINA   | 90/190                         | 4   |
| ST FORWARD     | 70                             | 2   |
| ФЕСКО НОВИК    | 150...200                      | 3   |
| KAROLINA WIND  | 75                             | 1   |

Основываясь на технических параметрах и габаритах судов, проанализируем возможность установки судовой энергетической системы для подключения подводного аппарата и оценки площади, которую он сможет охватить при устранении нефтяного загрязнения. Сравним данные о способности обеспечить движение подводного устройства и потенциальном количестве одновременных подключений нескольких аппаратов.

Для различных вариантов подключения подводного судового устройства в программе КОМПАС – 3D LT создадим схему и рассчитаем площадь покрытия.

Судно «ФЕСКО НОВИК» имеет следующие параметры: подача воды насосами 119,7 м<sup>3</sup>/ч; длина и ширина судна соответственно 126,8 и 19,4 м; высота борта до палубы переборок на миделе 9,45 м; длина шланга 150 м. Возможная схема подключения показана на рис. 3, а. Исходя из параметров судна проведен расчет возможного покрытия сорбентом нефтяного пятна. Площадь покрытия сорбентом через подводные устройства составит  $S = 29646,65 \text{ м}^2$ .

Судно «Ангара» имеет следующие параметры: подача воды насосами 229,44 м<sup>3</sup>/ч; длина и ширина судна соответственно 178,00 и 28,40 м; высота борта до палубы переборок на миделе 15,60 м; длина шланга 150 м (рис. 3, б). Также проведен расчет возможного покрытия сорбентом нефтяного пятна:  $S = 40782,66 \text{ м}^2$ .

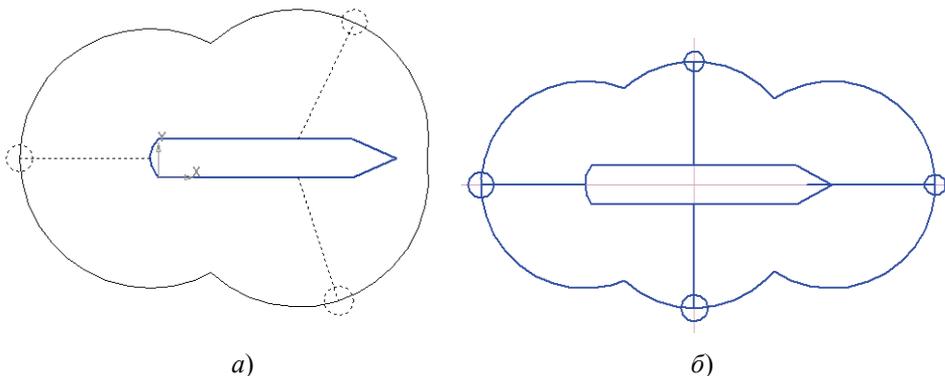
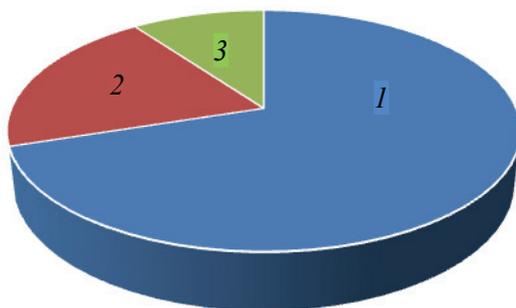


Рис. 3. Схема подключения подводного судового устройства к судам «ФЕСКО НОВИК» (а) и «Ангара» (б)



**Рис. 4. Затраты времени на использование сравниваемых методов**

1 – распыление сорбента из стационарного напорного вентилятора плавучего средства;  
2, 3 – использование сорбирующих бонов и подводного устройства соответственно

Данные расчеты дают возможность понять, что при использовании предлагаемого способа нанесения сорбентов и минимальной скорости разветывания системы перед началом работ можно в несколько десятков раз уменьшить время покрытия нефтяного пятна. Данным устройством возможно оснащение аварийно-спасательных судов.

Сравним новый метод нанесения сорбентов с наиболее часто используемыми способами – распылением с плавучих средств с использованием стационарного напорного вентилятора и применением сорбирующих бонов (рис. 4). В результате сравнительного анализа методов ликвидации разлива нефти (по времени) выявили, что применение предлагаемого устройства в два раза эффективнее использования сорбирующих бонов и в 5 раз – в результате распыления сорбента в потоке воздуха под давлением с плавучего средства.

### **Заключение**

Активная деятельность нефтегазовой отрасли в арктической зоне РФ способствует возрастанию риска разливов нефти и нефтепродуктов. Ликвидация разливов в арктической зоне практически невозможна по ряду причин. Это связано, в первую очередь, с суровыми природно-климатическими и ледовыми условиями, полным или частичным отсутствием инфраструктурных сообщений.

Представлено новое техническое средство, которое работает от системы пожаротушения судовых энергетических установок без дополнительной его модернизации. Уникальность данного комплекса «судовая энергетическая установка – подводное устройство» заключается в способности работать в любых погодных условиях, в том числе арктических (ледовых), так как обработка нефтяного пятна проводится всплывающим из-под воды сорбентом. Представлена принципиальная схема работы установки и модель устройства для распыления сорбирующего материала, а также схема системы подачи активного вещества в зону разлива нефти или нефтепродукта. Принцип работы основан на погружении установки в зону разлива под воду (или битый лед) на заданную глубину и подаче сорбента, который в результате реактивной тяги всплывает на поверхность, сорбируя нефть и в толще воды и на поверхности. В сравнении

с другими методами ликвидации разливов нефти, применение подводного устройства наиболее эффективно как в экономическом отношении, так и по времени реагирования.

Таким образом, применение комплекса позволит эффективно ликвидировать разливы нефти и нефтепродуктов в толще воды и на поверхности, в том числе в ледовых условиях.

#### *Список литературы*

1. Инвестиционный портал Арктической зоны России. Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики [Электронный ресурс]. – URL: <https://arctic-russia.ru/article/v-usloviyakh-vechnoy-merzloty-kak-dobyvayut-neft-i-gaz-v-arktike/> (дата обращения: 12.12.2024).

2. Сетевое издание Информационное агентство «Нефть и Капитал» [Электронный ресурс]. – URL: <https://oilcapital.ru/news/2023-05-27/kazhdoe-pyatoe-chs-v-arktike-razliv-nefti-i-topliva-2939824> (дата обращения: 12.12.2024).

3. Попов, П. А. Предложения по технике и технологии, применяемые при ликвидации последствий ЧС, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов в ледовых морях в условиях Арктики / П. А. Попов, Н. В. Осипова // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки : ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», 2011. – С. 32 – 38.

4. Инновационные факторы в освоении Арктического шельфа и проблемы импортозамещения / А. Н. Виноградов, Е. С. Горячевская, А. А. Козлов, А. М. Фадеев, В. А. Цукерман. – Апатиты : ФИЦ КНЦ РАН, 2019. – 80 с.

5. Кулакова, И. И. Ликвидация аварийных разливов нефти. Сорбционная очистка поверхности акваторий от нефтяных загрязнений: учеб. пособие / И. И. Кулакова, Г. В. Лисичкин – М. : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2022. – 82 с.

6. Городников, О. А. Определение параметров совместного использования подводного аппарата и судовых насосов для нанесения сорбентов / О. А. Городников, В. Э. Охоткина, А. П. Мельник // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – Т. 1, Ч. 4, № 3. – С. 15 – 21.

7. Городников, О. А. Экспериментальное исследование особенностей гидродинамики судового устройства для распыления сорбента / О. А. Городников, А. Е. Аввакумов, В. В. Шутов // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. – № 4-1 (58). – С. 99 – 105.

8. Городников, О. А. Разработка подводного аппарата для нанесения сорбентов при ликвидации разливов нефти в замерзающих акваториях / О. А. Городников // Концепт. – 2016. – Т. 11. – С. 2701 – 2705. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/86571.htm> (дата обращения: 18.06.2025).

9. Городников, О. А. Выбор движителя для подводного аппарата судовой энергетической установки / О. А. Городников, А. Е. Аввакумов, В. В. Шутов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2023. – № 1. – С. 30 – 36.

10. Описание полезной модели к пат. 144489 U1 Российская Федерация, МПК E02B 15/04, E02B 15/10. Устройство для подводного введения сорбента / Городников О. А., Монинец С. Ю., Петрашев С. В. ; патентообладатель Монинец С. Ю. – № 2013147318/13 ; заявл. 09.01.2014 ; опубл. 20.08.2014. Бюл. № 23. – 2 с.

#### *References*

1. Available at: <https://arctic-russia.ru/article/v-usloviyakh-vechnoy-merzloty-kak-dobyvayut-neft-i-gaz-v-arktike/> (accessed 12 December 2024).

2. Available at: <https://oilcapital.ru/news/2023-05-27/kazhdoe-pyatoe-chs-v-arktike-razliv-nefti-i-topliva-2939824> (accessed 12 December 2024).

3. Popov P.A., Osipova N.V. [Proposals on techniques and technologies used in the elimination of the consequences of emergencies caused by oil and petroleum products spills in ice seas in Arctic conditions], *Nauchnyye i obrazovatel'nyye problemy grazhdanskoj zashchity* [Scientific and educational problems of civil protection], Khimki: Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2011, pp. 32-38. (In Russ.)
4. Vinogradov A.N., Goryachevskaya E.S., Kozlov A.A., Fadeev A.M., Zukerman V.A. *Innovatsionnyye faktory v osvoenii Arkticheskogo shel'fa i problemy importozameshcheniya* [Innovative factors in the development of the Arctic shelf and problems of import substitution], Appatity: FITZ KSC RAS, 2019, 80 p. (In Russ.)
5. Kulakova I.I., Lisichkin G.V. *Likvidatsiya avariynykh razlivov nefi. Sorbtionnaya ochildka poverkhnosti akvatoriy ot nefyanykh zagryazneniy: ucheb. posobiye* [Liquidation of emergency oil spills. Sorption cleaning of the surface of water areas from oil pollution: a textbook], Moscow: Publishing House of Lomonosov Moscow State University, 2022, 82 p. (In Russ.)
6. Gorodnikov O.A., Okhotkina V.E., Melnik A.P. [Determination of parameters for the joint use of an underwater vehicle and ship pumps for applying sorbents], *Morskiye intellektual'nyye tekhnologii* [Marine Intelligent Technologies], 2023, vol. 1, part 4, no. 3, pp 15-21. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Gorodnikov O.A., Avvakumov A.E., Shutov V.V. [Experimental study of the hydrodynamics of a marine device for spraying sorbent], *Morskiye intellektual'nyye tekhnologii* [Marine intelligent technologies], 2022, no. 4-1(58), pp. 99-105. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Available at: <http://e-koncept.ru/2016/86571.htm> (accessed 18 June 2024).
9. Gorodnikov O.A., Avvakumov A.E., Shutov V.V. [Choice of propulsion for an underwater vehicle of a marine power plant], *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Morskaya tekhnika i tekhnologiya* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and Technology], 2023, no. 1, pp. 30-36. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Gorodnikov O.A., Moninets S.Yu., Petrashev S.V. *Ustroystvo dlya podvodnogo vvedeniya sorbenta* [Device for underwater introduction of sorbent], Russian Federation, 2014, Pat. 144489.

---

## Oil Spill Clean-up with an Underwater Device Fuelled by a Ship Fire-Extinguishing System

O. A. Gorodnikov, V. E. Okhotkina

*Vladivostok State University, Vladivostok, Russia*

**Keywords:** Arctic; device; liquidation; oil spill; sorbent; ship installation; vessel.

**Abstract:** The oil and gas industry is rapidly expanding towards the Arctic region. In this regard, the risk of oil spills increases, which, in turn, requires finding ways to quickly respond and clean up spills in ice conditions. An experimental model of an underwater device for sorbent spraying, capable of operating in the spill zone in freezing waters, is proposed. The uniqueness of the proposed method lies in the possibility of operational use and compact dimensions of the device itself, which allows any vessel to be equipped with this device. It is noted that the proposed underwater device is the only one of its kind, capable of operating in the water column. A basic diagram is presented in the complex with a ship power plant.

---

© O. A. Городников, В. Э. Охоткина, 2025

## РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

**А. В. Епифанов, М. А. Мозгушин**

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»,  
Санкт-Петербург, Россия*

**Ключевые слова:** контроль за сбросом сточных вод; методика расчетов нормативов допустимых сбросов; расчет норматива допустимых сбросов; сброс сточных вод; сточные воды.

**Аннотация:** Проведен анализ недостатков действующей системы экологического нормирования сбросов сточных вод водопользователями. Определены границы применимости методов расчета кратности разбавления сточных вод, используемых при расчете нормативов допустимых сбросов. Предложены математические модели расчета процессов переноса загрязняющих веществ от сброса сточных вод в водные объекты.

### Введение

Экологическое нормирование сбросов сточных вод водопользователей осуществляется на основе расчетов нормативов допустимых сбросов, проводимых согласно приказу Минприроды РФ от 29.12.2020 № 1118 [1] (далее – методика НДС), который в 2021 году заменил действовавший с 2007 г. приказ Минприроды РФ от 17.05.2021 № 333 [2]. С 1 сентября 2025 г. планируется введение в действие новой методики расчета нормативов допустимых сбросов. Показаны проблемы нормирования сбросов сточных вод актуальные на настоящий момент времени, которые не учтены в проекте изменения методики НДС.

В статье подробно рассмотрены вопросы нормирования сбросов сточных вод в черте населенных пунктов, расчета расстояния до контрольного створа, выбора методов расчета кратности разбавления сточных вод, перечня нормируемых микроорганизмов.

---

Епифанов Андрей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов; Мозгушин Максим Александрович – аспирант кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», e-mail: maxim120897@mail.ru; Санкт-Петербург, Россия.

## Нормирование сбросов сточных вод

### 1. Нормирование сбросов сточных вод в черте населенных пунктов.

Определение местоположения контрольного створа при сбросе сточных вод в водные объекты культурно-бытовой и хозяйственно-питьевой категорий водопользования регулируется п. 4 методики НДС, согласно которого расстояние до контрольного створа не может превышать 500 м и рассчитывается в соответствии с формулой (23.4) данной методики с учетом принятия значения показателя разбавления  $\chi$ , равным 0,9, и определяется в соответствии с требованиями к размещению пунктов контроля за составом сточных вод и качеством воды водных объектов в соответствии с СанПиН 2.1.3684-21: согласно п. 102, при сбросе сточных вод в черте населенных мест пункт производственного контроля за сбросом сточных вод должен быть расположен непосредственно у места сброса [3].

Соответственно, если выпуск предприятия расположен в черте населенного пункта, то контрольный створ должен быть расположен в месте сброса сточных вод и на выпуске сточных вод должны быть обеспечены нормативы качества воды. Согласно п. 6 методики НДС, для оценки качества вод поверхностных водных объектов рыбохозяйственного значения, используемых одновременно для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения и(или) в других целях, норматив качества устанавливается на уровне наименьшего из санитарно-гигиенического (ПДК<sub>с/г</sub>) или рыбохозяйственного (ПДК<sub>р/х</sub>) норматива.

Например, по железу ПДК<sub>с/г</sub> = 0,3 мг/л, а ПДК<sub>р/х</sub> = 0,1 мг/л. Таким образом, предприятие должно будет обеспечить на сбросе сточных вод концентрацию железа, равную 0,1 мг/л, несмотря на то что сброс даже 0,3 мг/л не противоречит требованиям СанПиН 2.1.3684-21 [3].

Решением проблемы могла бы стать возможность установления двух пунктов контроля, в месте сброса сточных вод и на расстоянии от их выпуска. Тогда в месте сброса концентрация сточных вод предприятия в городской черте должна была бы не превышать гигиенические нормативы, а в контрольном створе на расстоянии от выпуска сточных вод – нормативы качества воды (наименьшее значение из санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных нормативов).

Данный подход будет полностью отвечать требованиям п. 102 СанПиН 2.1.3684-21 и не приведет к дополнительным затратам на экологический мониторинг водных объектов водопользователями, так как, согласно методики НДС, водопользователи и так проводят мониторинг водных объектов в месте сброса сточных вод и контрольном створе.

Другим решением могло бы стать исключение из п. 4 методики НДС требования руководствоваться СанПиН 2.1.3684-21 [3] при определении местоположения контрольного створа с добавлением в алгоритм определения допустимой концентрации на сбросе  $S_{НДС}$  фразы «При сбросе сточных вод в черте населенных пунктов  $S_{НДС}$  не может превышать величины гигиенического норматива качества воды».

Тогда, например, если допустимая расчетная концентрация железа с учетом разбавления сточных вод от места выпуска до контрольного

створа составит 0,5 мг/л, то  $C_{\text{НДС}}$  будет ограничена гигиеническим нормативом и составит 0,3 мг/л, что обеспечит требования СанПиН 2.1.3684-21 [3] и не предъявит завышенных требований к предприятию.

2. Важным изменением приказа Минприроды РФ от 29.12.2020 № 1118 [1], по сравнению с приказом Минприроды РФ от 17.05.2021 № 333 [2], стало наличие формулы расчета расстояния до контрольного створа с учетом принятия значения показателя разбавления  $\chi$ , равным 0,9,

$$x = \frac{0,14q \sqrt{\frac{N}{\tilde{H}}}}{\chi(q + Q)\varphi} B, \quad (1)$$

где  $q$  – расход сточных вод на выходе из выпуска, м<sup>3</sup>/с;  $N$  – характеристическое число;  $\tilde{H}$  – безразмерная глубина реки, м;  $Q$  – расчетный расход водотока, м<sup>3</sup>/с;  $\varphi$  – коэффициент извилистости;  $B$  – средняя ширина русла реки на рассматриваемом участке, м.

Так как в данную формулу входит расход воды в водных объектах, то она применима только для водотоков, так как в водоемах и морях отсутствует понятие расхода воды и методика НДС не содержит рекомендаций, как определять расстояние до контрольного створа при сбросе сточных вод в водоемы и моря.

Согласно методике НДС, формула расчета расстояния до контрольного створа применяется при выборе контрольного створа предприятия для расчета расстояния от места выпуска сточных вод до створа наиболее полного перемешивания речной и сточной воды (90 %) (контрольный створ), а также для расчета расстояния до створов с заданными значениями максимальных концентраций.

Формула расчета расстояния до контрольного створа методики НДС предложена в работе [4]. Однако показатель разбавления  $\chi$ , равный 0,9, не характеризует местоположение контрольного створа наиболее полного перемешивания речной и сточной воды. Местоположение створа наиболее полного перемешивания речной и сточной воды характеризует коэффициент смешения, равный 0,9, который показывает, какая часть речного расхода смешивается со сточными водами в максимально загрязненной струе расчетного створа.

Согласно п. 5.1.2.3 РД 52.24.309–2016 [5], способы определения створа полного смешения представлены в [6] и [7]. Расстояние до створа практически полного перемешивания рассчитывается методом Фролова–Родзиллера на основе информации о коэффициенте смешения [7]. Аналогичная формула приведена в книге [8]

$$X_{\text{п.п}} = \left[ \frac{2,3}{\alpha} \lg \frac{\gamma_1 Q + q}{(1 - \gamma_1)q} \right]^3, \quad (2)$$

где  $\gamma_1$  – требуемое значение коэффициента смешения;  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения на данном участке водотока.

Считаем целесообразным проводить расчет расстояния до контрольного створа согласно (2).

Кроме этого, даже для водотоков расчет расстояния до контрольного створа невозможен, так как в формула (23.7) методики НДС приведена некорректно

$$C = \frac{v_p}{\sqrt{H}}, \quad (3)$$

где  $v_p$  – средняя скорость течения реки, м/с,  $H$  – средняя глубина реки, м.

При  $10 < C < 60$  параметр  $M = 0,7C + 6$ , при  $C > 60$  параметр  $M = 48 = \text{const}$ . Произведение  $M$  на  $C$ , где  $C$  – коэффициент, характеризующий интенсивность турбулентного перемешивания в реках, имеет размерность м<sup>0,5</sup>/с.

Очевидно, что в формуле, представленной в методике НДС, допущена ошибка, так как для подавляющего большинства рек рассчитанное значение коэффициента  $C$  по формуле (23.7) будет значительно ниже 10, а соответственно значения величины  $M$  найти не удастся.

Корректная формула выглядит [8]

$$C = \frac{v_p}{\sqrt{HI}}, \quad (4)$$

где  $I$  – уклон реки.

Данная ошибка была уже признана контролирующими органами:

– Федеральным агентством по рыболовству (письмо №11135-ВС/УО от 16.12.2021 г.);

– Федеральным агентством водных ресурсов (письмо №ВН-02-21/11562 от 17.12.2021 г.).

3. Сложнейшей задачей расчета НДС является *определение кратности разбавления сточных вод*.

Методы расчета кратности разбавления сточных вод, согласно действующей методике НДС, приведены в табл. 1. Представленные методы разработаны в XX в. для упрощения расчетов кратности разбавления сточных вод при недостатке вычислительных ресурсов. В методе расчета кратности разбавления сточных вод (метод 1) согласно формуле (23.6) методики НДС обратная кратность разбавления вычисляется

$$\frac{S_{\max}}{S_{\text{ст}}} = \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{ст}}} + \frac{0,14q \sqrt{\frac{N}{H}}}{\chi(q+Q)\varphi}, \quad (5)$$

где  $S_{\text{ст}}$ ,  $S_{\max}$  – концентрации загрязняющего вещества в сточных водах и ее максимальное значение соответственно;  $S_{\text{п}}$  – средняя концентрация загрязняющего вещества в створе достаточного перемешивания.

В первоисточнике [8] говорится, что расчет ведется по приведенным концентрациям, однако данная информация и формула для расчета  $S_{\text{п}}$  отсутствуют в действующей редакции методики НДС.

Таблица 1

## Методы расчета кратности разбавления сточных вод

| Методы, изложенные в [4] |                              |   |
|--------------------------|------------------------------|---|
| <i>Водотоки</i>          |                              |   |
| Номер метода             | Название метода              | Граничные условия, указанные в методике [4]   |
| 1                        | Фролова–Родзиллера и Лапшева | $0,0025 \leq q/Q \leq 0,1$  |
| 2                        | ТПИ                          | Метод используется для небольших водотоков с коэффициентом извилистости меньше 1,5  |
| 3                        | Караужева                    | –   |
| 4                        | ГГИ                          | Зависимость $Q_{ст}/Q_p = f(\eta_{зар})$ в пределах от $10^{-6}$ до 1   |
| <i>Водоёмы</i>           |                              |   |
| 1                        | Руффеля                      | Зоны смешения не превышают 10 м, расстояние от выпуска до контрольного створа вдоль берега в первом случае не превышает 20 км, расстояние от выхода сточных вод до берега против выпускного оголовка во втором случае не превышает 0,5 км |
| 2                        | Лапшева                      | Метод используется в случае, если не выполняются условия применимости предыдущего метода  |

Примечание: методы ТПИ и ГГИ – методы, разработанные соответственно Томским политехническим и Государственным гидрологическим институтами.

При сбросе сточных вод в водотоки расчет кратности разбавления проводят по формуле Фролова–Родзиллера при условии выполнения неравенства

$$0,0025 \leq q/Q \leq 0,1. \quad (6)$$

В некоторых случаях кратность разбавления сточных вод, определенная по методу Фролова–Родзиллера, значительно ниже фактической кратности разбавления сточных вод. Фактическая кратность разбавления сточных вод может быть найдена по формуле

$$n = \frac{C_{ст} - C_{ф}}{C_{кс} - C_{ф}}, \quad (7)$$

где  $C_{ст}$ ,  $C_{ф}$ ,  $C_{кс}$  – концентрации вещества на сбросе сточных вод, в фоновом и контрольном створах соответственно.

Очевидно, что фактическая кратность разбавления является величиной, определяемой на конкретный момент времени, характеризуемый своими гидрологическими (расходом воды, уровнем и скоростью течения), морфометрическими (глубиной, шириной и т.д.) условиями, а расчет кратности разбавления по методике НДС ведется для неблагоприятных гидрологических условий.

Однако можно сопоставить фактические и расчетные значения кратности разбавления сточных вод, полученные для фактических гидрологических и морфометрических условий, и на основе проведенного сопоставления принять решение об оптимальном методе расчета кратности разбавления сточных вод. При этом следует учитывать, что все измеряемые величины, и в первую очередь концентрации загрязняющих веществ, определяются с погрешностью, как правило, в 5 – 15 %. Поэтому расчет фактической кратности разбавления сточных вод целесообразно проводить по всем нормируемым загрязняющим веществам с последующей статистической обработкой полученных результатов.

Расчеты кратности разбавления в водотоках по методу 3 показали, что требуется разработка границ применимости, так как метод не учитывает соотношения расходов природной и сточной воды. При расходе сточных вод больше расхода воды в реке данный метод дает некорректные результаты.

Результаты расчета кратности разбавления по приведенным методам показали значительные расхождения полученных результатов. Величины кратностей разбавления, рассчитанные методами Фролова–Родзиллера, Лапшева и ТПИ, оказались меньше максимальной теоретической кратности разбавления [9 – 11].

Таким образом, на современном этапе развития компьютерной техники предлагается использовать исходные уравнения конвективно-диффузионного переноса и превращения веществ [8, 12 – 14]. Решение уравнений представлено в [8, 12, 15]. Однако использование детальных моделей потребует значительного количества исходных данных и необходимости аппроксимации моделей к нормируемым участкам водотоков. Поэтому детальные модели целесообразно начать внедрять с объектов 1 категории НВОС (негативное воздействие на окружающую среду).

### **Заключение**

Определены недостатки методики НДС. Предложен алгоритм определения допустимой концентрации при сбросе сточных вод в черте населенных пунктов. Показаны недостатки и ошибки действующего алгоритма определения расстояния от места выпуска сточных вод до контрольного створа. Представлен расчет расстояния до контрольного створа на основе метода Фролова–Родзиллера. Выявлены ошибки действующей методики НДС при расчете кратности разбавления сточных вод методом ГГИ.

Результаты расчета кратности разбавления по четырем приведенным методам показали значительные расхождения полученных результатов. В перспективе целесообразно детализировать границы применимости методов расчета кратности общего разбавления с учетом индивидуальных особенностей моделируемого водного объекта.

Учитывая вышеизложенное, в работе предложены математические модели возможных процессов переноса загрязняющих веществ от сброса сточных вод в водные объекты. Использование математических методов расчета требует значительного увеличения исходных морфометрических и гидрологических сведений о водном объекте, а соответственно и затрат водопользователей на эти исследования. Поэтому разработка данных моделей целесообразна объектами 1 категории НВОС в добровольном порядке или со значительным переходным периодом. Во многих случаях разработка таких моделей выгодна самим водопользователям, так как позволяет определить реальную ассимилирующую способность водных объектов и разработать экологически обоснованные нормативы допустимых сбросов.

#### *Список литературы*

1. Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей : Приказ Минприроды России от 29.12.2020 № 1118 (ред. от 08.05.2024). URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275596?ysclid=m8adak5j1198686435> (дата обращения: 15.03.2025).

2. Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей : Приказ Минприроды России от 17.05.2021 № 333. URL: <https://docs.cntd.ru/document/603727896?ysclid=m8alrc5pk2491612834> (дата обращения: 15.03.2025).

3. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 3 (ред. от 14.02.2022) Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177?marker=7DI0K8> (дата обращения: 15.03.2025).

4. Бесценная, М. А. Экспресс-метод расчета разбавления сточных вод в реках / М. А. Бесценная // Гигиена и санитария. – 1970. – № 18. – С. 109 – 110.

5. Руководящий документ от 03.04.2017 РД 52.24.309–2016 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши». URL: <https://docs.cntd.ru/document/495872993?ysclid=m8amjxkikf283177591> (дата обращения: 15.03.2025).

6. Практические рекомендации по расчету разбавления сточных вод в реках, озерах и водохранилищах. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Л. : ГГИ, 1973. – 101 с.

7. Руководящий документ от 01.01.2003 РД 52.24.309-2016 «Методические указания. Уточнение местоположения створов (пунктов) наблюдений и режимов отбора проб на основе использования трассерных методов изучения гидродинамических характеристик водных объектов». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200036930?ysclid=m8an3idvus82359730> (дата обращения: 15.03.2025).

8. Караушев, А. В. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 286 с.

9. Мозгушин, М. А. Разработка алгоритма расчета кратности разбавления сточных вод / М. А. Мозгушин, А. В. Епифанов // Вестник Санкт-Петербургского

государственного университета технологии и дизайна. – 2023. – № 3. – С. 70 – 73. doi: 10.46418/2079-8199\_2023\_3\_11

10. Разработка программного обеспечения для расчета модели ветровых течений / А. В. Епифанов, Н. Ю. Абрамов, М. А. Епифанова, В. И. Клязмин, Г. Я. Фролов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2022. – № 1. – С. 87 – 91. doi: 10.46418/2079-8199\_2022\_1\_13

11. Фролов, Г. Я. Разработка эмпирического метода оценки применимости стационарной модели расчета ветровых течений / Г. Я. Фролов, А. В. Епифанов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2021. – № 2. – С. 78 – 82. doi: 10.46418/2079-8199\_2021\_2\_11

12. Дружинин, Н. И. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши / Н. И. Дружинин, А. И. Шишкин. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 390 с.

13. Лепехин, А. П. К Шестидесятилетию наиболее известного метода расчета процессов разбавления / А. П. Лепехин // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2010. – № 5. – С. 81 – 95.

14. Клеванный, К. А. Прогноз изменений в режиме течений и концентрациях загрязняющих веществ Невской губе, связанных с окончанием строительства сооружений защиты С.-Петербурга от наводнений / К. А. Клеванный // Акваторра. – 2002. – № 1. – С. 81 – 83.

15. Клеванный, К. А. Использование программного комплекса Cardinal / К. А. Клеванный, Е. В. Смирнова // Журнал университета водных коммуникаций. – 2009. – № 1. – С. 152 – 160.

#### References

1. available at: <https://docs.cntd.ru/document/573275596?ysclid=m8adak5j1198686435> (accessed 15 March 2025).

2. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/603727896?ysclid=m8alrc5pk2491612834> (accessed 15 March 2025).

3. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573536177?marker=7DI0K8> (accessed 15 March 2025).

4. Bestsennaya M.A. [Express method for calculating the dilution of wastewater in rivers], *Gigiyena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], 1970, no. 18, pp. 109-110 (In Russ., abstract in Eng.).

5. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/495872993?ysclid=m8amjxkikf283177591> (accessed 15 March 2025).

6. *Prakticheskiye rekomendatsii po raschetu razbavleniya stochnykh vod v rekakh, ozerakh i vodokhranilishchakh* [Practical recommendations for calculating the dilution of wastewater in rivers, lakes and reservoirs], Leningrad: State Hydrometeorological Institute, 1973, 101 p. (In Russ.).

7. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200036930?ysclid=m8an3idvus82359730> (accessed 15 March 2025).

8. Karashev A.V. *Metodicheskiye osnovy otsenki antropogennogo vliyaniya na kachestvo poverkhnostnykh vod* [Methodological foundations for assessing the anthropogenic impact on the quality of surface waters], Leningrad: Gidrometeorizdat, 1987, 286 p. (In Russ.).

9. Mozgushin M.A., Epifanov A.V. [Development of an algorithm for calculating the dilution factor of wastewater], *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna* [Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design], 2023, no. 3, pp. 70-73 (In Russ., abstract in Eng.).

10. Epifanov A.V., Abramov N.Yu., Epifanova M.A., Klyaztmin V.I., Frolov G.Ya. [Development of software for calculating the wind current model], *Vestnik Sankt-*

*Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna* [Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design], 2022, no. 1, pp. 87-91. (In Russ., abstract in Eng.).

11. Frolov G.Ya., Epifanov A.V. [Development of an empirical method for assessing the applicability of a stationary model for calculating wind currents], *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna* [Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design], 2021, no. 2, pp. 78-82. (In Russ., abstract in Eng.).

12. Druzhinin N.I., Shishkin A.I. *Matematicheskoye modelirovaniye i prognozirovaniye za-gryazneniya poverkhnostnykh vod sushi* [Mathematical modeling and forecasting of land surface water pollution], Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989, 390 p. (In Russ.).

13. Lepekhin A.P. [On the Sixtieth Anniversary of the Most Famous Method for Calculating Dilution Processes], *Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye* [Water Management of Russia: Problems, Technologies, Management], 2010, no. 5, pp. 81-95. (In Russ., abstract in Eng.).

14. Klevanny K.A. [Forecast of Changes in the Current Regime and Concentrations of Pollutants in the Neva Bay Associated with the Completion of the Construction of Flood Protection Facilities in St. Petersburg], *Akvaterra* [Aquaterra], 2002, no. 1, pp. 81-83. (In Russ., abstract in Eng.).

15. Klevanny K.A., Smirnova E.V. [Using the Cardinal Software Package], *Zhurnal universiteta vodnykh kommunikatsiy* [Journal of the University of Water Communications], 2009, no. 1, pp. 51-60. (In Russ., abstract in Eng.).

---

## Calculation of Standards for Discharge of Wastewater by Water Consumers

A. V. Epifanov, M. A. Mozgushin

*St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,  
St. Petersburg, Russia*

**Keywords:** control over discharge of wastewater; methodology for calculating standards for permissible discharges; calculation of the standard for permissible discharges; discharge of wastewater; wastewater.

**Abstract:** The analysis of the shortcomings of the current system of environmental regulation of wastewater discharges by water consumers was carried out. The limits of applicability of the methods for calculating the dilution factor of wastewater used in calculating the standards for permissible discharges have been determined. Mathematical models for calculating the processes of pollutant transfer from wastewater discharge into water bodies have been proposed.

---

© A. V. Епифанов, М. А. Мозгушин, 2025

## СНИЖЕНИЕ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ

Е. Н. Зайцева, Т. А. Кулагина, О. А. Тюрикова

*ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,  
Красноярск, Россия; ФГАОУ ВО «Дальневосточный  
федеральный университет», Владивосток, Россия*

**Ключевые слова:** биологические и токсикологические методы контроля; водомасляная эмульсия; общий класс экологической безопасности; отработанные масла.

**Аннотация:** Утилизация отработанных масел может оправданно осуществляться в местах их использования, а не только на территории предприятий-утилизаторов. В первую очередь это относится к производствам, удаленным от центральной части России, где присутствуют экономические и климатические особенности. Сжигать в чистом виде отработанные масла запрещено действующим законодательством. Возможность получения из отработанного масла восстановленного и водомасляной эмульсии с применением эффектов гидродинамической кавитации дает альтернативу утилизации отработанных масел, как уже накопленных за долгие годы на северных территориях, так и образующихся на удаленных действующих предприятиях.

### Введение

В труднодоступных районах Российской Федерации находятся кладовые энергетических, минеральных и других ресурсов, составляющих стратегическое достояние страны. Активная добыча полезных ископаемых на этих территориях осуществляется с прошлого века, когда главной задачей производственного процесса было получение товарного продукта, мало обращали внимания на сопутствующие процессы и экологическое законодательство было несовершенным. В отсутствие железнодорожного и затрудненного автомобильного сообщения в короткий летний период баржами по рекам на север необходимо было доставить продукты питания для людей, оборудование и материалы для производственных процессов. А обратно на Большую землю успеть вывезти добытое и произведенное. Поэтому в ситуации жесткого климатического ограничения считалось обязательным вывозить отходы. Территории замусоривались стеклянкой,

---

Зайцева Елена Николаевна – старший преподаватель кафедры техносферной и экологической безопасности, e-mail: lenap1978@mail.ru; Кулагина Татьяна Анатольевна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой техносферной и экологической безопасности, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия; Тюрикова Ольга Алексеевна – ассистент, ведущий специалист департамента природно-технических систем и техносферной безопасности, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

металлической и другой тарой, на несанкционированных площадках хранения скапливались сотни, тысячи емкостей с отработанными материалами. В результате вокруг производственных объектов и поселений образовывались мусорные поля, на которых были и энергоемкие отходы и те, которые можно превратить во вторичные ресурсы.

К подобной категории относятся отработанные индустриальные и прочие масла, которые сливались в емкости без учета и паспортизации. Даже сейчас вывозить их в пункты переработки практически невозможно, так как баки проржавели, в них появились дыры, процесс транспортировки может сопровождаться большими рисками и осложнениями и будет не оправдан ни с экономической, ни с экологической точки зрения. Накопившиеся отработанные масла оптимально утилизировать в местах образования.

### Материалы и методы

Чтобы разработать приемлемую технологию переработки накопленных отходов, необходимо установить их характеристики. Для этого в испытательной лаборатории Сибирского федерального университета исследованы пробы неопознанных отработанных масел с помощью биологических и токсикологических методов контроля с использованием следующих приборов: культиватора КВМ-05, центрифуги лабораторной, климатостата (бокса для культивирования дафний) Р2, суперкавитационного миксера Silverson L5, дериватографа Q-1500D, калориметра АБК-1В.

Определение кратности разведения водной вытяжки из исследуемого материала, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует, осуществлялось по аттестованным методикам [1, 2] с применением двух тест-объектов из разных систематических групп (дафнии и хлорелла).

Биологический подход оценки токсичности сред использует методы биоиндикации и биотестирования. В первом случае оценивается состояние организмов-индикаторов (биоиндикаторов), естественным образом обитающих в исследуемой среде, а во втором – в тестируемую среду вносят лабораторные биологические тест-объекты, выращенные в искусственно поддерживаемых стандартных условиях. В обоих случаях исследуются видимые или незаметные повреждения у биоиндикаторов и тест-объектов, либо отклонения от нормы, являющиеся признаками стрессового воздействия (табл. 1).

### Результаты и обсуждения

На первом этапе проведено биотестирование водного раствора отработанного немаркированного индустриального масла по величине оптической плотности тест-культуры водоросли *Chlorella pyrenoidosa*, выращенной на среде, не содержащей токсических веществ (контрольная проба – дистиллированная вода, среднее значение оптической плотности в контрольной пробе  $D_k = 0,1488$  Б), и тестируемых пробах, в которых эти вещества присутствуют (рис. 1, табл. 2). Приготовление пробы осуществлялось следующим образом: водоросль фильтровали, а затем разводили специальной культивационной средой Тамия (50 %) до определенной оптической плотности, равной  $(0,156 \pm 0,020)$ .

Таблица 1

## Тест-объекты, используемые в тестировании

| Тест-объект   | Измеряемые параметры (тест-реакции)  |
|---|--|
| Водоросли: <i>Chlorella pyrenoidosa</i> , <i>Dunaliella salina</i> , <i>Nitella flexilis</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Selenastrum capricornutu</i> | Численность клеток, флуоресценция клеток <i>in vivo</i> , сырой и сухой вес, морфологические изменения клеток, содержание хлорофилла А и АТФ, подвижность клеток, скорость прорастания зооспор |
| Простейшие: <i>Daphnia</i> , <i>Paramecium caudatum</i> , <i>Spirostomum ambiguum</i> var. <i>Major Ehrbg.</i> , <i>Tetrahymena pyriformis</i>                  | Смертность, скорость прироста, двигательная активность, дыхательная активность, хемотаксическая реакция  |

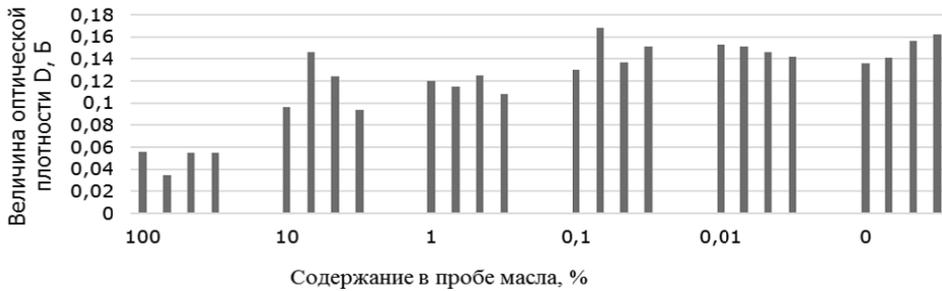
Рис. 1. Зависимость плотности среды с *Chlorella pyrenoidosa* от количества содержания масла в анализируемой пробе

Таблица 2

Результаты биотестирования на тест-культуре *Chlorella pyrenoidosa*

| Концентрация масла, % | Величина относительной разницы средних значений $I$ , %<br>$I = \frac{D_k - D_0}{D_k} 100\%$ | Среднее значение оптической плотности в тестируемой пробе $D_0$ , Б |
|-----------------------|--|---|
| 0,01                  | 0,54   | 0,1480  |
| 0,1                   | 1,55   | 0,1465  |
| 1                     | 21,37  | 0,1170  |
| 10                    | 22,72  | 0,1150  |
| 100                   | 66,20  | 0,0503  |

Далее выполняли анализ раствора (вода + отработанное немаркированное индустриальное масло) на определение смертности и изменение размножения дафний [3]. Были изучены серии из шести вариантов проб, каждая из которых состояла из 100 мл раствора: исходная водная вытяжка образца отработанного масла; экстракт-вытяжки, разбавленные в 10 раз

(10 %), 100 раз (1%), 1000 раз (0,1 %), 10 000 раз (0,01 %) и контрольная вода (отстоянная водопроводная).

Образцы заливались в пробирки объемом 50 мл с присутствием в них по 10 дафний, с временем жизни от 6 до 24 ч. Пробы воды и тест-объекты помещались во вращающуюся кассету устройства для экспонирования рачков дафнии УЭР-03. Затем кассета с пробами помещалась в климатостат, где поддерживалась постоянная температура ( $20 \pm 1$ ) °С. Через 24 и 48 ч проводился подсчет количества погибших особей дафний в опытных и контрольных пробах (рис. 2, табл. 3).

Обе серии экспериментов показали, что ближайшие 50%-е скачки, как в смертности биокультуры *Daphnia*, так и в снижении величины оптической плотности водоросли *Chlorella pyrenoidosa*, наблюдались между пробами 1 и 2.



Рис. 2. Фиксация гибели *Daphnia* в опытных и контрольном образцах

Таблица 3

Результаты биотестирования на тест-культуре *Daphnia*

| Номер пробы (% масла) | Число выживших дафний в образце (среднее значение из параллельных определений) |                   | Процент погибших в пробе дафний A, %, $A = \frac{X_K - X_T}{X_K} 100\%$ |
|-----------------------|--|-------------------|---|
|                       | тестируемом $X_T$  | контрольном $X_K$ |   |
| 1 (100 %)             | 0  | 10                | 100   |
| 2 (10 %)              | 5  | 10                | 50  |
| 3 (1 %)               | 6  | 10                | 40  |
| 4 (0,1 %)             | 7  | 10                | 30  |
| 5 (0,01 %)            | 8  | 10                | 20  |

Соответственно, дальнейшие исследования продолжились на водных вытяжках проб с 10%-м содержанием матричного, отработанного и отработанного кавитированного масла на тех же тест-объектах.

Уровень токсичности тестируемых образцов для водорослей оценивался путем сравнения оптической плотности тест-культуры в контрольной и опытной группах после 22 ч выращивания в культиваторе КВМ-05. Таким образом, для каждого эксперимента по результатам четырех одно-временных измерений было вычислено среднее значение оптической плотности

$$D_{\text{ср}} = \frac{\sum D_i}{n},$$

где  $D_i$  – значения оптической плотности в  $i$ -м параллельном определении;  $n$  – число параллельных определений.

Каждая проба повторно разводилась и проходила тестирование, если значение  $D_{\text{ср}}$  отличалось от 100 % более чем на 20 %. На основе количества повторных тестов делался вывод о токсичности пробы.

Полученные результаты серийного биотестирования водного раствора промышленных масел (исходного, отработанного и кавитационно восстановленного) позволяют говорить о том, что проба 1 классифицируется как токсичная, проба 2 – сильнотоксичная, проба 3 – среднетоксичная (табл. 4).

Процент погибших в тестируемом водном растворе масел *Daphnia* ( $A$ , %), по сравнению с контролем, определялся по формуле из табл. 3 и представлен в табл. 5.

Так как только для пробы 3 –  $A \leq 10$  %, то можно говорить о том, что исследуемые кавитационно обработанные водно-масляные образцы не оказывают острого токсического действия (безвредная кратность разбавления (БКР<sub>10-96</sub>) – 3). При этом общий класс экологической безопасности, даже по сравнению с матричным маслом понижается со II до III.

Следующим этапом исследования было воздействие на произвольно взятый масляный отход лопастями миксера установки Silverson L5 (рис. 3) с использованием эффекта гидродинамической кавитации [4 – 6].

Таблица 4

**Результаты биотестирования степени токсического воздействия на *Chlorella pyrenoidosa***

| Номер и тип пробы   | $D_{\text{ср}}$ | Число разведений* |
|---|-----------------|-------------------|
| Проба 1. Матричное масло, 10 %  | 89,36 ± 12,19   | 9                 |
| Проба 2. Отработанное масло, 10 %                                     | 89,26 ± 5,58    | 27                |
| Проба 3. Отработанное масло, обработанное кавитационным методом, 10 % | 85,19 ± 7,11    | 3                 |

\* Слаботоксичная – 1 разведение; среднетоксичная – 3 разведения; токсичная – 9 разведений; сильнотоксичная – 27 разведений; гипертотоксичная – 81 и более разведений.

**Результаты биотестирования степени токсического воздействия  
на *Daphnia***

| Номер и тип пробы   | $X_T$ , шт. | $X_K$ , шт. | $A$ , % | Число разведений |
|---|-------------|-------------|---------|------------------|
| Проба 1. Матричное масло, 10 %  | 7           | 10          | 30      | 9                |
| Проба 2. Отработанное масло, 10 %                                     | 5           | 10          | 50      | 27               |
| Проба 3. Отработанное масло, обработанное кавитационным методом, 10 % | 9           | 10          | 10      | 3                |

В результате, и это хорошо видно визуально (рис. 4), масло разделилось на два объема: светлый, который может быть использован по назначению, и темный, из которого в лаборатории была получена водомасляная эмульсия (ВМЭ).

Полученная эмульсия исследовалась на фазовые и структурные изменения с помощью термографического анализа (рис. 5). Наблюдающийся эндоэффект в образцах при температурах 85...87 °С связан с началом испарения содержащейся влаги. Дальнейшее нагревание от 105 до 400 °С приводит к изменению массы образцов с одновременным экзотермическим эффектом, что свидетельствует о сгорании легкокипящих фракций эмульсии. При продолжающемся повышении температуры до 648 °С происходит выгорание тяжелых углеводородов, общая потеря массы образцов достигает 77,3 – 87,5 %, из которой вода – 14 – 20 %, углеводородная составляющая – 63 – 67,5 % и механический осадок, который обусловлен процессом эксплуатации масел и появления в нем продуктов износа оборудования [7].

Сжигание ВМЭ уменьшает сажеобразование, вызванное, как правило, дефицитом кислорода в зоне реакции [8]. Очевидно, что водяные пары, имеющиеся в достатке в ВМЭ, гарантируют сгорание углерода с образованием СО и затем доокисляются до СО<sub>2</sub>, то есть более высокая эффек-



**Рис. 3. Суперкавитационный миксер  
Silverson L5**



**Рис. 4. Кавитационно обработанное  
масло**

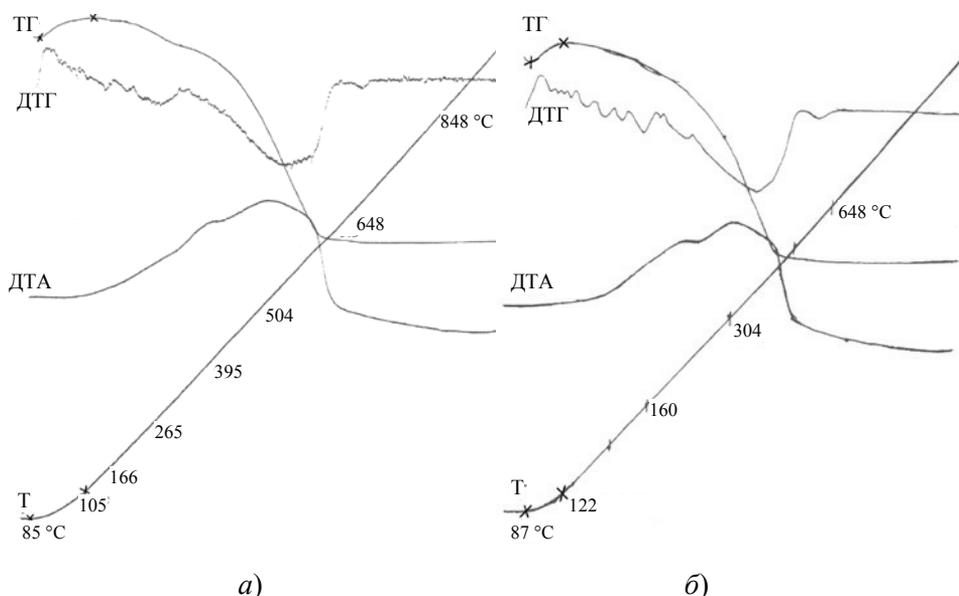


Рис. 5. Термограммы ВМЭ с содержанием воды 10 (а) и 15 % (б)

Таблица 6

**Увеличение калорийности ВМЭ [8]**

| Скорость вращения лопастей, тыс. об/мин | 3         | 5         | 10        |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Калорийность ВМЭ, ккал/кг               | 9520      | 9588      | 10164     |
| Прирост калорийности, ккал/кг (%)       | 100 (1,1) | 168 (1,8) | 744 (7,9) |

тивность горения объясняется тем, что в пламени создаются оптимальные концентрации радикалов ОН и Н, ускоряющие процесс цепной реакции горения СО и продуктов разложения топлива благодаря более легким условиям их образования.

Получены многократные результаты определения калорийности ВМЭ30% (содержание нефтепродуктов – 30 %) в калориметрической бомбе (табл. 6). Исходная калорийность топлива – 9420 ккал/кг.

Для подтверждения возможности безопасного сжигания ВМЭ ее использовали вместо мазута в производственной установке УЗГ-1М на территории базовой кафедры СФУ. Процесс розжига начинается с подачи в горелку жидкого топлива. Были проведены замеры концентраций выбросов NO<sub>2</sub>, СО, SO<sub>2</sub>, углерода (сажи) и бен(а)пирена при горении следующих видов жидких углеводородных топлив: мазута, ВМЭ10%, ВМЭ15% и ВМЭ30%. По результатам исследований выполнен расчет и смоделировано рассеивание загрязняющих веществ в открытой атмосфере с помощью программного комплекса Интеграл (УПРЗА Эколог 4.70).

Зона с концентрациями 1 ПДК и более по диоксиду азота (соответствует 250 м от источника) заметно снижается при переходе с основного вида топлива на водомасляные эмульсии и достигает значения 0,9 ПДК при сжигании ВМЭ30% (70...100 м от источника).

По диоксиду серы зона с концентрацией 3 ПДК при сжигании мазута (соответствует 70...100 м от источника) существенно меняется на 0,9 ПДК и менее при переходе на водомасляные эмульсии (70...100 м) и достигает минимума 0,7 ПДК при сжигании ВМЭ30%.

### Заключение

При использовании подобных жидкотопливных установок на территориях промышленных предприятий севера или в целом на малозаселенных территориях осуществляется возможность минимального воздействия на атмосферный воздух в местах их эксплуатации при отсутствии фоновых концентраций указанных загрязняющих веществ (из-за удаленности от крупных населенных пунктов и промышленных предприятий). Кроме того, замена в установке основного топлива (мазута или дизеля) на ВМЭ позволяет не только утилизировать накопленные за долгие годы освоения северных территорий и до сих пор там хранящихся углеводородных отходов, но и выполнять задачи ресурсосбережения [9 – 11].

### Список литературы

1. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, Т 16.1:2:2.3:3.7-04. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства и потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*chlorella vulgaris beijer*). – М.: ФБУ ФЦАО, 2012. – 36 с.
2. Об обеспечении единства измерений : федер. закон от 26.06.2008 года № 102-ФЗ. – URL : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=490078> (дата обращения: 20.03.2025).
3. ФР.1.39.2007.03222. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. – М., 2007. – 51 с.
4. Ивченко, В. М. Кавитационная технология / В. М. Ивченко, В. А. Кулагин, А. Ф. Немчин. – Красноярск : Изд-во КГУ, 1990. – 200 с.
5. Кулагин, В. А. Гидродинамические воздействия на жидкости, золи, смеси твердые границы потоков / В. А. Кулагин // Вестник КГТУ. Вып. 8. Проблемы развития теплоэнергетики и пути их решения : тр. науч.-практ. конф. КГТУ. – Красноярск, 1997. – С. 26 – 43.
6. Теплообмен и суперкавитация / Н. Д. Демиденко, В. А. Кулагин, Ю. И. Шокин, Ф. Ч. Ли. – Новосибирск : Новосибирский филиал ФГУП «Академический научно-издательский и книгораспространительский центр «Наука», 2015. – 436 с.
7. Обращение с отходами нефтепродуктов : монография / Т. А. Кулагина, Е. Н. Зайцева, В. А. Кулагин, Л. В. Кулагина, О. Г. Дубровская, Э. Э. Кобилев. – М.: РУСАЙНС, 2024. – 242 с.
8. Кулагина, Т. А. Разработка режимов сжигания обводненных топочных мазутов и водотопливных эмульсий : дис. ... канд. техн. наук / Кулагина Татьяна Анатольевна. – Красноярск, 2000. – 174 с.
9. Совершенствование технологий утилизации отходов нефтепродуктов / Т. А. Кулагина, О. Г. Дубровская, Е. Н. Зайцева, Р. Н. Крылышкин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335, № 6. – С. 46 – 54. doi: 10.18799/24131830/2024/6/4607

10. Крылышкин, Р. Н. Энергоэффективность термической утилизации нефтяных остатков / Р. Н. Крылышкин, Р. В. Гурина // Енисейская теплофизика : тезисы докл. I Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Красноярск, 28 – 31 марта 2023 г. – Красноярск, 2023. – С. 372 – 373.

11. Гурина, Р. В. Утилизация накопленных и образующихся отходов нефтяной промышленности / Р. В. Гурина // Экология и безопасность жизнедеятельности : сб. ст. XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 20–21 декабря 2018 г. – Пенза, 2018. – С. 127 – 131.

### References

1. HDPE F T 14.1:2:3:4.10-04, T 16.1:2:2.3:3.7-04. [A method for determining the toxicity of drinking water, natural and wastewater, water extracts from soils, sewage sludge and waste products from production and use by changing the optical density of chlorella (*chlorella vulgaris* beijer) cultures], Moscow: FBU FCAO, 2012, 36 p. (In Russ.)

2. available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=490078> (accessed 20 March 2025).

3. FR.1.39.2007.03222. [Methodology for determining the toxicity of water and water effluents from soils, sewage sludge, waste by mortality and changes in fertility of daphnia], Moscow, 2007, 51 p. (In Russ.)

4. Ivchenko V.M., Kulagin V.A., Nemchin A.F. *Kavitatsionnaya tekhnologiya* [Cavitation technology]. Krasnoarsk: Izdatel'stvo KSU, 1990, 200 p. (In Russ.)

5. Kulagin V.A. [Hydrodynamic phenomena on liquid, ash, mixture of solid stream boundaries], *Vestnik KGTU. Issue 8. Problemy razvitiya teploenergetiki i puti ikh resheniya: tr. nauch.-prakt. konf. KGTU* [KSTU Bulletin. Issue 8. Problems of Heat Power Engineering Development and Ways to Solve Them: Proceedings of the Scientific and Practical Conf. KSTU], Krasnoyarsk, 1997, pp. 26-43. (In Russ.)

6. Demidenko N.D., Kulagin V.A., Shokin Yu.I., Li F.C. *Teplomassoobmen i superkavitatsiya* [Heat and mass transfer and supercavitation], Novosibirsk: Novosibirsk Branch of the Academic Scientific Publishing and Book Distribution Center Nauka, 2015. 436 p. (In Russ.)

7. Kulagina T.A., Zaitseva E.N., Kulagin V.A., Kulagina L.V., Dubrovskaya O.G., Kobilov E.E. *Obrashcheniye s otkhodami nefteproduktov: monografiya* [Waste management of petroleum products: monograph], Moscow: RUSAINS, 2024, 242 p. (In Russ.)

8. Kulagina T.A. *PhD of Candidate's thesis (Engineering)*, Krasnoyarsk, 2000, 174 p. (In Russ.)

9. Kulagina T.A., Dubrovskaya O.G., Zaitseva E.N., Krylyshkin R.N. [Improvement of technologies for waste disposal of petroleum products], *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov* [Bulletin of Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources], 2024, vVol. 335, no. 6, pp. 46-54. doi: 10.18799/24131830/2024/6/4607 (In Russ., abstract in Eng.)

10. Krylyshkin R.N., Gurina R.V. [Energy efficiency of thermal utilization of oil residues], *Yeniseyskaya teplofizika: tezisy dokl. I Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiyem* [Yenisei thermophysics: Abstracts of the I All-Russian Scientific Conference with international participation], Krasnoyarsk, March 28-31, 2023, Krasnoyarsk, 2023. pp. 372-373. (In Russ.)

11. Gurina R.V. [Utilization of accumulated and generated waste from the oil industry], *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: sb. st. XVIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.*, [Ecology and life safety: collection of articles of the XVIII International Scientific and Practical Conference], Penza, December 20-21, 2018, Penza, 2018. pp. 127-131. (In Russ.)

## **Reducing the Accumulated Environmental Damage in the Northern Territories of Russia**

**E. N. Zaitseva, T. A. Kulagina, O. A. Tyurikova**

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia;  
Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia*

**Keywords:** biological and toxicological control methods; water-oil emulsion; general class of environmental safety; waste oils.

**Abstract:** Waste oils can be justifiably disposed of at the places of their use, and not only at the disposal sites. This primarily applies to production facilities located far from the central part of Russia, where there are economic and climatic features. Burning waste oils in their pure form is prohibited by current legislation. The possibility of obtaining recovered and W/O emulsion from waste oil, using the effects of hydrodynamic cavitation, provides an alternative to the disposal of waste oils, both those already accumulated over many years in northern territories and those generated at remote operating enterprises.

---

© Е. Н. Зайцева, Т. А. Кулагина, О. А. Тюрикова, 2025

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА СТРАН МИРА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РАСТИТЕЛЬНОГО БИОТОПЛИВА С УЧЕТОМ КРИТЕРИЕВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Е. С. Солодухин, А. Н. Шушпанов, А. Р. Шугаева,  
Д. О. Капралова, Д. В. Шушпанова

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева»; ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы», Москва, Россия;  
ФГАУ «НИИ «Центр экологической промышленной политики», Мытищи, Россия*

**Ключевые слова:** биотопливо; биоэтанол; биодизель; государственная политика стран; развитие биотопливных технологий.

**Аннотация:** Представлен обзор производства и использования биоэтанола и биодизеля с точки зрения критериев устойчивого развития в ряде стран мира, включая Российскую Федерацию. Кратко дано описание экономических аспектов производства биотоплива из растительного сырья и применения в смеси с ископаемым топливом в транспортной сфере. Представлена информация по государственной политике США, Китая, Бразилии, Индии, ЕС и России в части развития биотопливной отрасли, в том числе ряд документов, которые предоставляют возможность использования биотоплива в указанных странах. Выявлены факторы, ограничивающие использование биотоплива в некоторых странах мира, в том числе Китае и России. Даны предложения по использованию биотоплива в качестве перспективного способа утилизации отходов производства и потребления.

### Введение

Одним из важнейших компонентов экономического роста и высокого уровня жизни человечества является энергетика, 80 % которой производится за счет использования ископаемых природных ресурсов (нефти, га-

---

Солодухин Егор Сергеевич – старший лаборант кафедры техносферной безопасности; Шушпанов Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности; Шугаева Арина Романовна – аппаратчик синтеза кафедры техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», Москва, Россия; Капралова Дарья Олеговна – кандидат биологических наук, доцент департамента рационального природопользования института экологии, ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы», Москва, Россия; Шушпанова Джемма Викторовна – научный сотрудник отдела методологии ресурсосбережения, e-mail: jshoo@yandex.ru, ФГАУ «НИИ «Центр экологической промышленной политики», Мытищи, Россия.

за, угля) [1]. Добыча и использование ископаемых видов топлива наносит серьезный ущерб окружающей среде и приводит к глобальным экологическим проблемам, включающим не только загрязнение атмосферного воздуха, водных объектов и почв вредными веществами, но и увеличение рисков продовольственной безопасности [2].

В настоящее время заменой ископаемого топлива может стать биомасса, значительные запасы которой превышают 550 млрд т углерода, из которых порядка 80 % приходится на растительное сырье [3].

Наиболее распространенными видами биотоплива, полученного из растительной биомассы, принято считать биоэтанол и биодизель [4, 5], мировое производство которых в 2022 г. составило 105,5 и 45,1 млрд т в год соответственно [6]. Динамика роста мирового производства биотоплива представлена на рис. 1 [7].

По статистическим оценкам размер рынка биотоплива в 2024 г. составил 173 млрд долл. США и, по прогнозам, к 2037 г. достигнет 360 млрд долл. США, увеличиваясь в среднем, на 5,8 %. К концу 2025 г. объем рынка биотоплива предположительно составит 181 млрд долларов США [8].

Использование биоэтанола и биодизеля в качестве замены традиционных топлив позволит сократить объемы выбросов вредных веществ, особенно в энергетическом и транспортном секторах, которые являются основными потребителями ископаемых видов топлива, тем самым уменьшив негативное воздействие на климат и снизив негативное воздействие на окружающую среду в целом.

На основе отечественных и международных научных публикаций, официальных статистических данных и нормативной документации некоторых стран мира подготовлен обзор видов исследуемых биотоплив, экономических аспектов развития биотопливной отрасли, основных стран-производителей биотоплива, а также государственного регулирования по производству и использованию биотоплива на примере биодизеля и биоэтанола, в том числе на территории Российской Федерации.

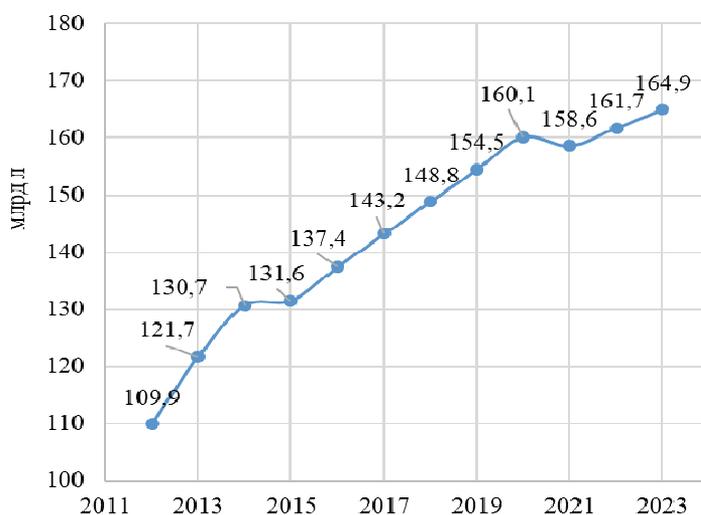


Рис. 1. Динамика мирового производства биотоплива в период с 2012 по 2023 гг.

## Характеристики основных видов биотоплив

Биодизель – это смесь алкиловых спиртов, получаемая из жирных кислот в основном методом переэтерификации в присутствии катализаторов [5]. Данный вид топлива обладает высокой эффективностью сгорания (температура вспышки – 150 °С), цетановым числом, низким содержанием серы и ароматических соединений; широко используется в качестве транспортного топлива как в чистом виде, так и в сочетании с бензином или авиакеросином [9]. Кроме того, биодизель биоразлагаем [10] и невзрывоопасен [11].

Побочным продуктом производства биодизеля является глицерин, который применим в различных отраслях экономики, в том числе текстильной, лакокрасочной и пищевой промышленности [12].

Биоэтанол – это этиловый спирт с массовой долей не менее 92,1 %<sup>1</sup>, полученный путем биосинтеза органического сырья, например, целлюлозы, крахмала, сахарозы. Он применяется в бензинах в качестве присадки, повышающей их октановое число и позволяющей снизить выбросы углекислого газа до 30 %. Большинство представленных на рынке транспортных средств могут эффективно использовать 10%-ную смесь бензина и биоэтанола, при этом необходимо учитывать ряд ограничений для ее использования в виде выбросов оксидов азота, замерзания топлива при низкой температуре (точка помутнения), коррозионной активности по отношению к латуни и меди, проблем с перекачкой и распылением топлива из-за его высокой вязкости, а также потерей смеси рабочих характеристик при долгом простое в двигателе в нерабочем состоянии [13].

## Экономические аспекты производства и использования биотоплива

По данным [14] спрос на биотопливо увеличится на 38 млрд л в течение 2025 – 2028 гг., что почти на 30 % больше, чем за последние пять лет. Наибольший спрос на биотопливо приходится на страны с развивающейся экономикой, особенно Бразилию и Индию, где проводится политика в области развития биотопливных технологий, особенно биодизеля и биоэтанола, растет спрос на транспортное биотопливо и имеется высокий сырьевой потенциал. Хотя страны с развитой экономикой, включая Европейский союз и США, также укрепляют свою транспортную политику, рост объемов производства биотоплива сдерживается увеличением популярности использования электромобилей, высокими затратами на биотопливо и техническими ограничениями в его широком применении.

Прогнозируется рост затрат на биодизельное топливо по мере увеличения объемов смешивания с ископаемым топливом и повышения цен на сырье, особенно в США. При этом стоимость топлива на смеси этанола, вероятно, останется на прежнем уровне или даже снизится в ряде стран благодаря стабильным или снижающимся ценам на основное сырье, такое как сахарный тростник и кукуруза. В Бразилии, например, нормы смеси-

---

<sup>1</sup> ГОСТ 33872–2016 Межгосударственный стандарт. Биоэтанол топливный денатурированный. Технические условия. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22.11.2016 № 93-П).

вания этанола вырастут на 10 % за прогнозируемый период, но разница в стоимости чистого бензина снизится с 6 до 4 центов США за литр. Затраты снижаются, поскольку цены на сахар и кукурузу были близки к пиковым уровням в 2023 г. из-за перебоев с поставками, связанных с погодными условиями. В Европе, США и Индии цены на сырье остаются неизменными.

Ценообразование биотоплива в настоящее время напрямую связано с ценами на сельскохозяйственную продукцию, так как именно они являются основным фактором, определяющим затраты на производство биотоплива. Тем не менее подобные экономические оценки носят лишь ориентировочный характер, так как основаны на макротенденциях (таких как рост численности населения планеты, особенности питания, нормы высева сельскохозяйственной продукции и ее урожайность), улучшающих показатели и влияющих на глобальное предложение и спрос.

### **Критерии устойчивости производства и использования биотоплива**

Одним из важнейших факторов производства и использования биотоплива является его экологическая устойчивость. В 2012 году Круглый стол по устойчивому биотопливу (The Round table on Sustainable Biofuels) установил 12 критериев оценки устойчивости биотоплива, которые позволяют улучшать государственное регулирование и оказывать меры поддержки организациям-производителям и потребителям биотоплива.

Производство биотоплива, в соответствии с данными критериями, должно положительно влиять на три сферы развития общества: экологическую, социальную и экономическую (табл. 1) [15].

Таблица 1

#### **Влияние производства биотоплива на сферы развития общества**

| Сфера общества | Влияние  |
|----------------|--|
| Экологическая  | Соответствие международным соглашениям по климату, охране окружающей среды, снижению уровня парниковых газов, избеганию негативного влияния на биоразнообразие, территории высокой природоохранной ценности  |
| Социальная     | Обеспечение достойной работы и благополучия трудящихся с учетом всех прав человека, развитие сельских, коренных народов и общин, снижение ущерба продовольственной безопасности  |
| Экономическая  | Развитие биотопливных проектов с учетом мнения всех заинтересованных сторон, наиболее экономически эффективным способом с обязательством повысить эффективность производства, а также с учетом социальных и экологических показателей на всех этапах производства биотоплива |

Для реализации критериев устойчивости производства и использования биотоплива, а также решения ряда сопутствующих технических, социально-экономических и экологических проблем необходимо развитие государственной политики в области формирования отрасли биотопливных технологий. Производство биотоплива может быть поддержано директивами и другими нормативными правовыми документами по использованию биотоплива, предоставлением финансовой помощи, субсидий, развитием и поддержкой международных биоэнергетических программ и грантов.

## **Государственное регулирование некоторых стран мира в области развития производства и потребления биотоплива**

### **Соединенные Штаты Америки**

Один из первых в мире законов об охране окружающей среды – «Закон о чистом воздухе» – вышел в 1963 г. в США. Он напрямую не касался вопросов производства и потребления биотоплива, но заложил действующую до настоящего времени основу системы экологического регулирования США.

В 2005 году принят «Закон об энергетической политике» (*далее* – закон), предусматривающий налоговые льготы и кредиты для производства некоторых видов возобновляемой энергии (ВИЭ) и определяющий стандарты устойчивости топлива из ВИЭ. Данным законом предписано в том числе использование биоэтанола и биодизеля и снижение уровня парниковых газов в сравнении с ископаемым топливом.

С 2020 года Министерством сельского хозяйства США (USDA) разрабатываются положения Программы стимулирования инфраструктуры расширения производства топливных смесей из этанола и биодизеля и увеличения доступности этих видов биотоплива для потребителей.

С 2022 года Агентство по окружающей среде США (EPA) должно учитывать факторы, представленные в «Законе об энергетической независимости и безопасности» (EISA) 2007 года, включающие в том числе экономические затраты, качество воздуха и воды, изменение климата, энергетическую безопасность, проблемы развития инфраструктуры, изменение цен на сырье [16, 17].

В 2023 году EPA установило требования к объему производства биотоплива, полученного из биомассы, на 2023 – 2025 гг. (данные в табл. 2 представлены в единицах RIN, эквивалентных одному галлону (1 американский галлон равен 3,79 л) возобновляемого топлива в эквиваленте этанола).

Таблица 2

### **Конечные целевые показатели объема производства некоторых видов биотоплива [16]**

| Целевые показатели   | 2023 | 2024 | 2025 |
|--|------|------|------|
| Биоэтанол на основе целлюлозы (древесный спирт) (млрд RIN в год) | 0,84 | 1,09 | 1,38 |
| Биодизель (млрд галлонов)  | 2,82 | 3,04 | 3,35 |

## Бразилия

В связи с энергетическим кризисом 1970-х гг., сделавшим экономически невыгодным импорт нефтепродуктов в страны Южной Америки, Бразилия провела крупномасштабный эксперимент по производству биоэтанола при финансовой поддержке правительства, в результате чего стала одним из ведущих мировых производителей биотоплива.

В целях реализации климатической повестки и стимулирования местного производства правительством Бразилии принято решение о смешивании неэтилированного бензина с биотопливом. В 1975 году в стране запущена Национальная правительственная программа Pro'alcool, в соответствии с которой доля этанола в бензине увеличивалась до 25 % (E25<sup>2</sup>), и внедрялся гидратированный этанол для использования в легковых автомобилях. В настоящее время в бразильских автомобилях в основном используется 27%-й этанол (E27) [18].

В 2005 году запущена программа производства и использования биодизеля Brazil's Biodiesel Production and Use Program – PNPB. В соответствии с этой программой дизельное топливо должно иметь определенную долю биодизеля, составляющую смесь (B<sub>xx</sub>) [19], например, в 2008 г. доля биодизеля в смеси с дизельным топливом в Бразилии составляла 2 %, в 2010 г. – 5 %, а к 2020 г. она составила 12 % (B<sub>12</sub>) [20].

В 2017 году в Бразилии принят закон № 13,576/2017– RENOVABIO, направленный на снижение углеродоемкости транспортного топлива на 10 % и предотвращение выбросов 620 млн т эквивалента CO<sub>2</sub> в период с 2018 по 2030 гг. с их последующей коммерциализацией на Бразильской фондовой бирже. Уже в 2021 г. поставленная цель политики была выполнена на 97,6 %, а выручка производителей биотоплива достигла 650 млн бразильских реалов (125 млн долл. США).

## Евросоюз

В Евросоюзе (ЕС) действует одно из самых сложных и технически развитых законодательств по биотопливу. Основные директивы законодательства ЕС касаются реализации вопросов устойчивого развития, возобновляемых источников энергии, климатической, торговой, сельскохозяйственной политик, государственной помощи и защиты окружающей среды. Законодательство ЕС осложнено тем, что оно сосуществует с национальными законами стран, входящих в ЕС.

Европейская законодательная база определяет подробные стандарты и критерии устойчивого развития, добровольные схемы и схемы поддержки, а также планы действий по производству биотоплива. Например, законодательство ЕС в области биотоплива предусматривает использование широкого спектра политических инструментов, таких как субсидии, смешанные мандаты, пошлины, налоги и стимулы [21, 22].

---

<sup>2</sup> Для биоэтанола и смесевых бензинов на его основе используются буквенно-цифровые обозначения: E5, E10, E85. E – от английского ethanol, а цифры – это процентное (в объемных долях) содержание биоэтанола в топливе. Наиболее распространены смеси E5, E10 и E85, в Бразилии пользуется спросом и чистый биоэтанол – E100.

Правительство ЕС изначально поощряло более широкое использование биотоплива с целью смягчения последствий изменения климата, поставив перед собой цель использования к 2020 г. 20 % возобновляемых источников энергии.

Директива RED 2009 г. предписывала, чтобы возобновляемые источники могли обеспечить к 2020 г. минимум 10 % конечного потребления энергии в транспортном секторе [23].

В 2015 году Европейский парламент одобрил Директиву PLUC (2015/1513), которая устранила один из основных недостатков предыдущей законодательной базы, а именно отсутствие решений по косвенным изменениям в землепользовании. Хотя общая цель по количеству использования биотоплива в транспортном секторе осталась прежней – 10 % к 2020 году – новая директива предписывала, чтобы, по крайней мере, 3 % производства биотоплива производилось не из продовольственных культур (биотопливо II и III поколений) [24].

В 2018 году принята REDII, в 2023 г. в нее внесены поправки, которые предписывают сократить выбросы парниковых газов в 2030 г. на 55 % (по сравнению с 1990 г.), а к 2050 г. достичь полной углеродной нейтральности [25].

В июне 2023 г. принята Директива 2023/1640, которая устанавливает использование доли биотоплива транспортными средствами (включая морские и авиационные суда) совместно с ископаемым топливом [26]. Целевой показатель общей доли возобновляемых источников энергии составляет не менее 42,5 % к 2030 г. Для использования биотоплива в транспортных средствах государства-члены ЕС могут выбрать к 2030 г. либо перспективу сокращения интенсивности выбросов парниковых газов на 14,5 %, либо обеспечить использование не менее 29 % возобновляемых источников в конечном потреблении энергии. Также директива устанавливает обязательный целевой показатель для биотоплива, произведенного не из сельскохозяйственного сырья, в размере 1 % в 2025 г. и 5,5 % в 2030 г. [25].

## Индия

Индийский закон об энергетическом этаноле 1948 г. можно назвать первым законом о биотопливе, который требовал смешения бензина с 20 % этанола, но он так и не был реализован из-за ограничений на сырье [27]. В 2009 году Индия смогла разработать свою первую политику в области производства и использования биотоплива с целью замены 20 % транспортного топлива биотопливом, однако она также не была реализована из-за нехватки сырья (мелассы) [28].

Несмотря на ограниченность рынка биодизельного топлива и низкие агротехнические показатели сырья (ятрофы), Индия старалась точно поддерживать его производителей [29].

В 2018 году Министерством нефти и природного газа Индии опубликована Национальная политика в области биотоплива, целью которой стало сокращение импорта нефтепродуктов путем стимулирования внутреннего производства биотоплива. В соответствии с дорожной картой, к 2025 – 2026 гг., предполагается достичь смешивания 20 % биоэтанола и обнаружить дополнительные виды сырья для его производства [6].

Эти мероприятия позволят государству поддержать рост внутреннего производства биоэтанола, произведенного из излишков зерновых культур, с 7 млрд баррелей в 2021 г. до 15 баррелей в 2025 г., а также продвигать биотопливо на экспорт в рамках кампании «Сделано в Индии» [30].

В настоящее время основным источником производства биоэтанола в Индии является сахарный тростник; достичь уровня Е-20 к концу 2025 г. будет трудно из-за высокого спроса как на экспорт сахара, так и на внутреннее производство питьевого спирта. Тем не менее правительство Индии в мае 2021 г. внесло соответствующие поправки в Приказ о контроле над сахарным тростником от 1966 г.

Кроме того, Индия планирует к 2030 г. ввести 5 % долю биодизеля, произведенного из животных жиров, а также непищевых и отработанных пищевых масел, в дизельное топливо.

Использование биодизеля в Индии остается исключительно низким из-за ограничений на импорт, отсутствия организованной цепочки поставок, а также чрезмерных затрат и отсутствия сырья. Ежегодно производится около 3,0 млн т отработанного пищевого масла, но отсутствие спроса приводит к их ограниченному использованию. Около 80 % затрат на производство биодизеля приходится на закупку сырья [30].

## Китай

Китай является пятым по величине производителем топливного этанола в мире после США, Бразилии, Индии и ЕС. Основными видами сырья для него (порядка 80 %) являются зерно риса, кукурузы и пшеницы. Еще 10 % биоэтанола производится из импортируемых в страну маниоки и сахарного тростника.

В 2017 году в Китае в промышленных масштабах началось производство транспортного биодизеля для последующего экспорта в Европу. Это связано с тем, что в Китае практически отсутствуют меры государственной поддержки для создания внутреннего спроса на биодизель. В конце 2020 г. Китай взял на себя международное обязательство по достижению пиковых выбросов углекислого газа к 2030 г., однако для реализации поставленных целей биотопливо в качестве директивы отсутствовало.

Единственная в стране программа по производству биодизельного топлива реализуется в Шанхае, где в начале 2023 г. был опубликован План реализации по координированному сокращению загрязнения и снижению выбросов углерода, призывающий к подготовке технико-экономического обоснования производства из отработанного кулинарного масла биодизеля В<sub>10</sub> и его дальнейшего использования в качестве топлива на речных судах.

Что касается реализации программы производства топливного этанола, то она, по сути, является программой утилизации излишков кукурузы. В начале 2000-х гг. Китай реализовал одну из первых в мире программ по производству топливного этанола для формирования в те годы дополнительного спроса на поставки зерна.

В 2007 году опубликован «Средне- и долгосрочный план развития возобновляемой энергетики», а с 2010 г. начался поэтапный отказ от государственных субсидий КНР для заводов, производящих традиционный

зерновой этанол, который завершился в 2018 г. В этот период Китай стал нетто-импортером кукурузы. В 2016 году Государственный совет Китая объявил о своих целях по производству к 2020 г. 5,1 млрд л этанола и 2,3 млрд л биодизельного топлива, что больше показателей 2016 г. в 4 раза.

Государственная политика, принятая в 2016 г., проложила путь к возрождению индустрии топливного этанола за счет отмены политики временных резервов для кукурузы; восстановление возврата НДС на продукцию этанола оказало дополнительную поддержку.

В 2017 году кабинет министров КНР, совместно с Национальной комиссией развития и реформ (NDRC) и национальным энергетическим управлением (NEA) Китая объявили о планах по расширению производства этанола и его продвижению в качестве транспортного топлива (E10) к 2020 г. и переходу на производство целлюлозного этанола к 2025 г.

В декабре 2019 г. СМИ сообщили, что Китай приостановит расширение своего мандата E10, по сути, ограничив его регионами, где он уже был введен, поскольку запасы кукурузы были ограничены, а мощности по производству этанола слишком малы для правильного внедрения E10 по всей стране. Что касается производства и использования биодизеля, то он по-прежнему не поддерживается на внутреннем рынке и становится все более ориентированным на экспорт [20, 31].

### Государственная политика России в области развития биотопливных технологий

Российская Федерация входит в число крупнейших производителей нефтепродуктов и традиционного топлива в мире (рис. 2) [32], кроме того, она занимает четвертое место в мире по выбросам парниковых газов за счет использования природного газа, нефти и угля. Общий объем выбросов парниковых газов в 2023 г. составил 1 577 млн т CO<sub>2</sub>-экв. (рис. 3) [33].

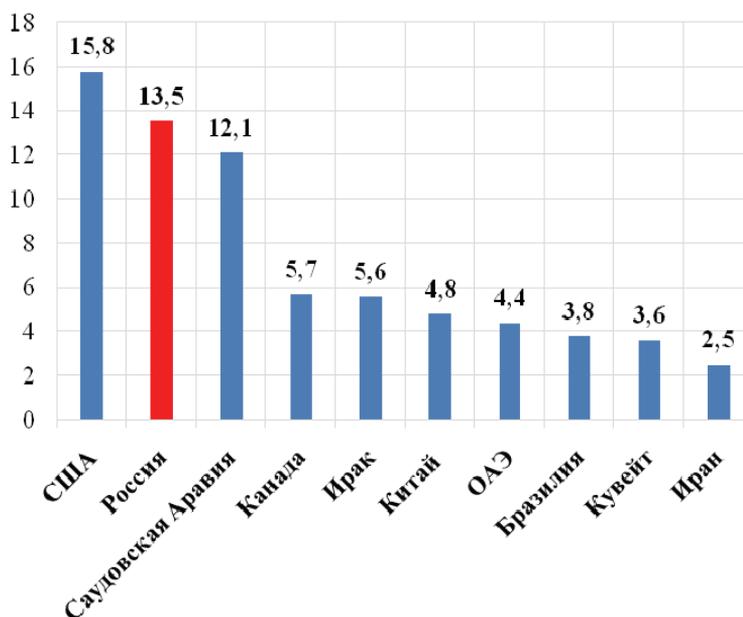


Рис. 2. Страны-лидеры по добыче нефти, млн баррелей в день, в 2021 г.

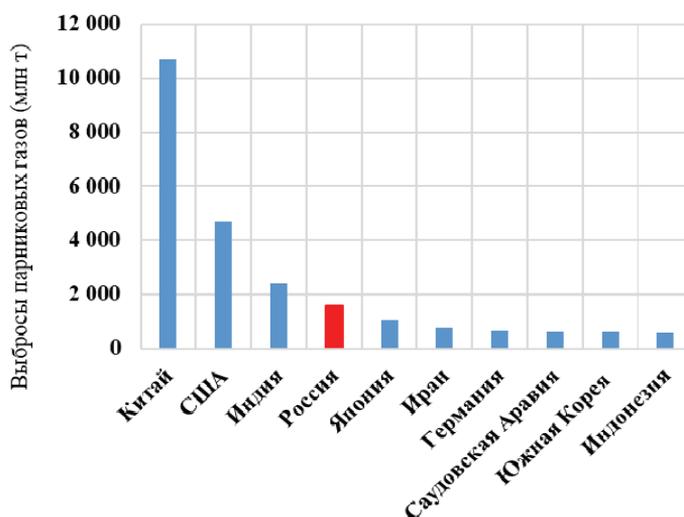


Рис. 3. Крупнейшие страны-эмитенты парниковых газов в 2023 г.

Российская Федерация ратифицировала климатические конвенции и международные соглашения [34 – 37], выполняет соответствующие обязательства по достижению показателей уровня выбросов парниковых газов. В частности, в стране проводятся мероприятия по внедрению возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В 2023 году 340 МВт из введенных 801 МВт новой мощности пришлось именно на ВИЭ [38].

Установленная мощность ВИЭ-генерации из биомассы на территории России в 2015 – 2022 гг. составила 12 МВт, при этом объем выработки электроэнергии из биомассы в том же временном интервале составил 42млн кВт·ч [39].

Наша страна имеет высокий потенциал производства этанола и дизеля из биомассы, однако основной целью производства биотоплива является снятие с рынка излишков сельскохозяйственной продукции. На сегодняшний день производство биотоплива в Российской Федерации ограничено. Это связано в основном с нерентабельностью использования биотоплива из-за наличия больших запасов нефти, газа и угля.

Тем не менее биотопливо может быть востребовано для решения весьма специфических задач, к которым относятся:

- утилизация твердых коммунальных отходов, а также отходов агропромышленного комплекса [40, 41] с созданием производственных предприятий малой мощности для обеспечения топливом городского и сельского транспорта, а также для генерации тепловой энергии для собственных нужд;

- обеспечение потребностей в распределенной энергии в отдаленных и труднодоступных районах, включая арктическую зону (за счет местного сырья, водорослевой биомассы [42] или осадка очистных сооружений сточных вод);

- обеспечение моторным топливом и электроэнергией районов при чрезвычайных ситуациях природного или техногенного характера [28].

Развитию производства биотоплива в России может помочь государственная поддержка, в том числе в виде снятия законодательных ограни-

чений, препятствующих производству биоэтанола, а также формирование четкой структуры сбыта биотоплива на внутреннем рынке и в зарубежные страны [43].

Российское нормативно-правовое регулирование в части производства биотоплива в настоящий момент находится в стадии развития, однако уже сейчас утвержден ряд документов, которые предоставляют возможность использования возобновляемых источников энергии, в том числе с низким выбросом парниковых газов (табл. 3).

Стоит обратить внимание, что в правительственных нормативных правовых актах речь идет в основном о генерации электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии, таких как ветровые, солнечные электростанции, гидроэлектростанции. Для генерирующих объектов, функционирующих на основе биологических возобновляемых источников энергии, в нормативно-правовых документах пока не представлены целевые показатели [47].

Существует также ряд негативных факторов, не позволяющих ускорить на территории России темпы развития и использования возобновляемых источников энергии из биомассы:

1. Неконкурентоспособность реализации проектов использования биотоплива в сравнении с использованием традиционного топлива в условиях текущей рыночной экономики.

2. Незрелость инфраструктуры для развития тепло- и электроэнергетики из биологического сырья, дисбаланс в размещении центров производства и потребления энергии, большое логистическое плечо перевозки энергоресурсов. Например, 60 % от общего энергопотребления страны расположено в европейской части России, 80 % добычи традиционных энергоресурсов приходится на Сибирский и Дальневосточный федеральные округа и Арктическую зону Российской Федерации [49].

Данные препятствия влияют на ценовую политику производства, транспортировки и потребления энергоресурсов из биологического сырья. Реализация приоритетов развития энергетической политики России предполагает значительное увеличение добычи и переработки всех видов энергоресурсов в Российской Арктике<sup>3</sup>, Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Целью является увеличение производства транспортабельной энергоемкой продукции высокой степени переработки и улучшение транспортной, экономической и социальной инфраструктуры энергетического сектора в восточной и северной частях нашей страны

Что касается долгосрочных трендов, возможно скрытое субсидирование за счет установления государством определенного процента содержания биотоплива. Благодаря этому может быть создан рынок для биодизеля и биоэтанола.

Производство биодизеля может быть существенной частью переработки масличных культур, в то время как производство этанола может осуществляться из древесного сырья (древесный спирт) [50]. При этом необходимые стандарты на территории Российской Федерации уже имеются [51 – 54].

---

<sup>3</sup>В соответствии со Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности до 2035 года

Таблица 3

**Перечень нормативных правовых актов, способствующих развитию биотопливных технологий на территории Российской Федерации**

| Нормативно-правовой документ  | Цель  | Ссылка       |
|---|---|--------------|
| Климатическая доктрина Российской Федерации   | Обеспечение безопасного и устойчивого развития Российской Федерации, в том числе с использованием возобновляемых и альтернативных источников энергии с низким уровнем выбросов парниковых газов   | [37]         |
| Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации  | Сокращение в период до 2050 г. накопленного объема чистой эмиссии парниковых газов в Российской Федерации до 70 % относительно уровня 1990 г.   | [44]         |
| Стратегия научно-технического развития Российской Федерации   | Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, а также к формированию новых источников энергии, способов ее передачи и хранения.<br>Развитие производства и увеличение объемов потребления газомоторного топлива, снижение отрицательного воздействия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) на окружающую среду и климат, а также повышение инвестиционной активности в отраслях ТЭК | [45]         |
| Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 г.  | Возможности развития биотехнологий, включающих в себя производство биотоплива и компонентов из биомассы, а также развитие аквабиоккультуры, которая также может стать источником биомассы для производства биотоплива и биополимеров  | [46]         |
| Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 г. | Повышение энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии, необходимое для надежного, устойчивого и долгосрочного энергообеспечения экономического развития Российской Федерации   | [47]         |
| Внесение изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике»   | Увеличение в топливно-энергетическом балансе России доли продукции объектов с установленной мощностью до 15 кВт, которые функционируют на основе ВИЭ  | [48, 40, 41] |

### Заключение

В настоящее время наиболее распространенными видами биотоплива являются биоэтанол и биодизель, однако их применение вызывает серьезные риски влияния на мировую продовольственную безопасность в связи

с использованием сельскохозяйственных культур и их остатков в качестве сырья для производства биотоплив. Это особенно важно, поскольку доля производства и применения биотоплива существенно и неуклонно увеличилась на 26,2 % в течение последнего десятилетия (с 130,7 в 2014 г. до 169,9 млрд л в 2023 г.).

В качестве наиболее серьезных недостатков внедрения биодизеля и биоэтанола можно назвать экономические аспекты, обусловленные дороговизной создания новых производств и необходимостью конкуренции с более дешевым по своей себестоимости ископаемым топливом. Основные проблемы, связанные с производством биотоплива, могут быть решены заменой или поиском новых видов сырья (смена «поколений») – отходов, аквакультур [55].

Стоит отметить, что количество в исследуемых странах внедренных нормативных актов, касающихся производства и применения биотоплива, существенно возросло с 2006 г., что говорит об активном развитии биотопливного направления в последние годы. Наибольший прогресс в плане поставленной цели/реализация в части производства и применения биотоплива наблюдается у Бразилии. Также активное развитие биотопливного сектора наблюдается в США и Европейском союзе.

Наибольшее количество затруднений при введении в действие принятого законодательства можно отметить у Китая, где биотопливным технологиям не уделяется большого внимания и отсутствует государственная поддержка для их развития, а также у России, где, несмотря на проработанную законодательную политику, основным фактором является широкая доступность ископаемого топлива. Тем не менее развитие биотопливной отрасли как минимум в рамках утилизации отходов может иметь как экономическую выгоду, так и способствовать улучшению экологичности топлива.

#### *Список литературы*

1. Biofuels an alternative to traditional fossil fuels: A comprehensive review / L. Cherwoo, I. Gupta, G. Flora [et al.] // Sustainable Energy Technologies and Assessments. – 2023. – Vol. 60. – Art. 103503. doi: 10.1016/j.seta.2023.103503
2. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2023 г.). Краткий обзор: Доклад о разрыве в уровне выбросов за 2023 год. Заезженная пластинка – температура установила новые рекорды, однако миру не удастся сократить объемы выбросов (снова) [Электронный ресурс] // Найроби. – URL: <https://www.unep.org/interactives/emissions-gap-report/2023/ru/> (дата обращения: 15.12.2024).
3. A review on feedstocks, production processes, and yield for different generations of biodiesel / D. Singh, D. Sharma, S. L. Soni [et al.] // Fuel. – 2019. – Vol. 262(082208). – Art. 116553. doi: 10.1016/j.fuel.2019.116553
4. Biofuels: Potential Alternatives to Fossil Fuels / F. A. Malla, S. A. Bandh, S. A. Wani, A. T. Hoang, N. A. Sofi // In book: Biofuels in Circular Economy. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. – P. 1 – 15. doi: 10.1007/978-981-19-5837-3\_1
5. Optimizing biomass pathways to bioenergy and biochar application in electricity generation, biodiesel production, and biohydrogen production / A. I. Osman,

Zh. Y. Lai, M. Farghali [et al.] // *Environmental Chemistry Letters*. – 2023. – Vol. 21, No. 5. – P. 2639 – 2705. doi: 10.1007/s10311-023-01613-2

6. *World Energy Outlook 2023* // IEA. Paris. – URL : <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023> (дата обращения: 25.12.2024).

7. *Global conventional biofuel production, 2011-2023* // IEA. Paris. – URL : <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-conventional-biofuel-production-2011-2023> (дата обращения: 17.01.2025)

8. *Biofuels Market Size & Share, by Type (First Generation, Second Generation, Third Generation); Fuel Type (Ethanol, Propanol, Butanol); Feedstock (Starch Crops, Sugar Crops, Oil, Lignocellulosic Crop, Algae and Aquatic Biomass), Form (Solid, Liquid, Gas); Application (Transportation, Automotive, Aviation, Heating, Energy Generation, Industrial Processes) – Global Supply & Demand Analysis, Growth Forecasts, Statistics Report 2025-2037* // Research Nester. – 2024. – URL : <https://www.researchnester.com/reports/biofuels-market/6209> (дата обращения: 17.01.2025)

9. *Combustion kinetics of alternative jet fuels. Part-II: Reaction model for fuel surrogate* / T. Kathrotia, P. Obwald, Cl. Naumann, S. Richter, M. Köhler // *Fuel*. – 2021. – Vol. 302, No. 1. – Art. 120736. doi: 10.1016/j.fuel.2021.120736

10. *Biodegradation half-lives of biodiesel fuels in aquatic and terrestrial systems: A review* / W. Wilms, J. Homa, M. Woźniak-Karczewska, M. Owsianiak, Ł. Chrzanowski // *Chemosphere*. – 2023. – Vol. 313. – Art. 137236. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.137236

11. *Effects of Biodiesel on Thermal Safety and Detonation Characteristics of Emulsion Explosive* / H.-W. Li, C. Yang, J.-H. Sun, Y. Cheng // *Propellants Explosives Pyrotechnics*. – 2023. – Vol. 48, No. 5. – Art. e202200258. doi: 10.1002/prop.202200258

12. *Guo, M. Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective* / M. Guo, W. Song, J. Buhain // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2015. – Vol. 42, No. 20. – P. 712 – 725. doi: 10.1016/j.rser.2014.10.013

13. *Niculescu, R. Review on the Use of Diesel–Biodiesel–Alcohol Blends in Compression Ignition Engines* / R. Niculescu, A. Clenci, V. Iorga-Siman // *Energies*. – 2019. – Vol. 12, No. 7. – P. 1 – 41. doi: 10.3390/en12071194

14. *Renewables 2023. Analysis and forecast to 2028* // IEA. Paris. – URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2023> (дата обращения: 19.01.2025).

15. *Roundtable on Sustainable Biofuels Certification Readiness Study: Hawai'i Biofuel Projects* // RSB Certification Readiness Study: Hawaii Biofuel Projects. – Hawaii Biofuel Foundation and NCSI Americas Inc. – August, 2012. – 116 p. – URL : <https://www.hnei.hawaii.edu/wp-content/uploads/Roundtable-on-Sustainable-Biofuels-Certification-Readiness-Study.pdf> (дата обращения: 19.01.2025).

16. *Final Renewable Fuels Standards Rule for 2023, 2024, and 2025* // EPA. Renewable Fuel Standard Program., 2023. – URL : <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/final-renewable-fuels-standards-rule-2023-2024-and-2025#rule-summary> (дата обращения: 16.12.2024).

17. *Bernt N. EPA Proposes Renewable Fuel Standards for 2023, 2024 and 2025* // MARKET INTEL. – Jan 31, 2023. – URL : <https://www.fb.org/market-intel/epa-proposes-renewable-fuel-standards-for-2023-2024-and-2025> (дата обращения: 15.12.2024)

18. *Sustainability Assessment of Ethanol and Biodiesel Production in Argentina, Brazil, Colombia, and Guatemala* / N. Canabarro, P. S. Ortiz, L. A H. Nogueira [et al.] // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2022. – Vol. 171. – Art. 113019. doi: 10.1016/j.rser.2022.113019

19. Lei nº 11.097 de 13/01/2005. – Brasília, 13 de janeiro de 2005; 184º da Independência e 117º da República. – 5 p. – URL : <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=86644> (дата обращения: 15.12.2024)
20. Su, Y. An overview of biofuels policies and industrialization in the major biofuel producing countries/ Y. Su, P. Zhang, Y. Su // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2015. – Vol. 50. – P. 991 – 1003. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.032
21. Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) (Text with EEA relevance) // *Official Journal of the European Union*. 21.12.2018. – 128 p. – URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001> (дата обращения: 15.12.2024)
22. Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC (Text with EEA relevance) // *Official Journal of the European Union*. 05.06.2009. – 26 p. – URL : <https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur111099.pdf> (дата обращения: 15.12.2024)
23. Issues to consider, existing tools and constraints in biofuels sustainability assessments / E. E. S. Lora, J. C. E. Palacia, M. H. Rocha [et al.] // *Energy*. – 2011. – Vol. 36, No. 4. – P. 2097 – 2110. doi: 10.1016/j.energy.2010.06.012
24. Morone, P. Biofuels: Technology, Economics, and Policy Issues / P. Morone, L. Cottoni, F. Giudice // In book: *Handbook of Biofuels Production*. – Woodhead Publishing, 2023. – P. 55 – 92. doi:10.1016/B978-0-323-91193-1.00012-3
25. Kumar S. (Ed.). *Biofuels: Technologies, Policies, and Opportunities* / S. Kumar. – CRC Press, 2023. – 406 p. doi: 10.1201/9781003197737
26. Lieberz, S. Biofuel Mandates in the EU by Member State – 2024 / S. Lieberz, A. Rudolf. – USDA, June 27, 2024. European Union, Berlin. – 34 p. – URL : [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuel%20Mandates%20in%20the%20EU%20by%20Member%20State%20-%202024\\_Berlin\\_European%20Union\\_E42024-0016.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuel%20Mandates%20in%20the%20EU%20by%20Member%20State%20-%202024_Berlin_European%20Union_E42024-0016.pdf) (дата обращения: 15.12.2024)
27. Топ стран по добыче нефти: когда закончатся запасы в России // РИА Новости. – 13.04.2022. – URL : <https://ria.ru/20220413/neft-1783302785.html> (дата обращения: 18.12.2024).
28. Greenhouse Gas Emissions Countries 2024 // *GeeksforGeeks*. 22 March, 2024. – URL : <https://www.geeksforgeeks.org/global-greenhouse-gas-emissions-data/> (дата обращения: 15.01.2025).
29. Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1640 of 5 June 2023 on the methodology to determine the share of biofuel and biogas for transport, produced from biomass being processed with fossil fuels in a common process *Official Journal of the European Union*. 18.08.2023. – 6 p. – URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1640> (дата обращения: 15.01.2025).
30. On the Viability of Implementing the Industrial Production of Liquid Biofuels in Russia / A. Yu. Krylova, V. M. Zaitchenko, T. N. Gaeva, I. I. Lishchiner, O. V. Malova // *Nanobiotechnology Reports*. – 2023. – Vol. 18, No. 1. – P. 12 – 18. doi: 10.1134/S2635167623010068
31. Agarwal, A. K. Greener and Scalable E-fuels for Decarbonization of Transport / A. K. Agarwal, H. Valera (Eds.). – Singapore : Springer, 2022. – 706 p. doi: 10.1007/978-981-16-8344-2
32. Das, Sh. *Biofuels Annual – 2023* / Sh. Das, M. Rosmann // USDA, June 20, 2023. *India's Biofuel Policy 2018*. India, New Delhi. – 23 p. – URL : <https://apps.fas>

- usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual\_New%20Delhi\_India\_IN2023-0039.pdf (дата обращения: 15.01.2025).
33. Covert, E. Biofuels Annual / E. Covert and FAS China Staff // USDA, Oct. 19, 2023. China, People's Republic of, Beijing. – 26 p. – URL : [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20People%27s%20Republic%20of\\_CH2023-0109](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20People%27s%20Republic%20of_CH2023-0109) (дата обращения: 15.01.2025).
34. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (принята 09.05.1992). – URL : [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/climate\\_framework\\_conv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml) (дата обращения: 15.01.2025).
35. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (принят 11.12.1997). – URL : [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/kyoto.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml) (дата обращения: 15.01.2025).
36. Парижское соглашение Организации Объединенных Наций (принято 12.12.2015). – URL : <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения: 15.01.2025).
37. Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации : Указ Президента РФ от 26.10.2023 № 812. – URL : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49910> (дата обращения: 15.01.2025).
38. Новак, А. ТЭК России сегодня и завтра: итоги и задачи / А. Новак // Энергетическая политика. – 2024. – №1. – С. 6 – 13. – URL : <https://energypolicy.ru/tek-rossii-segodnya-i-zavtra-itogi-i-zadachi/business/2024/12/25/> (дата обращения: 15.01.2025).
39. Статистика ВИЭ. Динамика совокупной установленной мощности объектов ВИЭ-генерации в России // Ассоциация развития возобновляемой энергетики. – URL: <https://treda.ru/industry/statistics/#graph1> (дата обращения: 10.12.2024).
40. Shushpanova, D. V. Life-Cycle Assessment of Kelp in Biofuel Production / D. V. Shushpanova, D. O. Kapralova // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1079, No. 6. – Art. 072023. doi: 10.1088/1757-899X/1079/7/072023
41. О внесении в Государственную Думу Федерального Собрания РФ проекта федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации : Распоряжение Правительства РФ от 03.11.2018 № 2381-р. – URL : <http://static.government.ru/media/acts/files/0001201811070015.pdf> (дата обращения: 10.12.2024).
42. О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации : Федер. закон от 27.12.2019 г. № 471-ФЗ. – URL : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44996> (дата обращения: 10.12.2024).
43. Бронникова, А. Есть ли шанс у биодизеля в России и за рубежом? / А. Бронникова // Свое медиа от Россельхозбанка. – 02.05.2023. – URL : <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/est-li-shans-u-biodizelja-v-rossii-i-zarubezhom> (дата обращения: 15.01.2025).
44. Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года : Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р. – URL : <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtlpyzWfHaiUa.pdf> (дата обращения: 15.01.2025).
45. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145. – URL : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 15.01.2025).
46. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года : утв. Правительством РФ 3 января 2014 г. – URL :

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/> (дата обращения: 15.01.2025).

47. Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года : Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р. – URL : <http://government.ru/docs/all/66930/> (дата обращения: 15.01.2025).

48. О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» : Федер. закон № 501-ФЗ от 19.10.2023. – URL : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49897> (дата обращения: 15.01.2025).

49. Erokhin, V. Energy Innovations and Sustainable Development of Circumpolar Territories in Russia / V. Erokhin, G. Tianming // In book: Innovation and Sustainable Manufacturing. – Elsevier, 2022. – P. 67 – 108. doi: 10.1016/B978-0-12-819513-0.00001-9

50. Асланова, П. Биодизель в России / П. Асланова // Сфера Медиа. – 25.07.2023. – URL: <https://sfera.fm/articles/mzhi/biodizel-v-rossii> (дата обращения: 11.01.2025).

51. ГОСТ 33131–2014. Смеси биодизельного топлива (B6-B20). Технические требования. Введ. 2015-05-29. – М. : Стандартинформ, 2015. – 20 с.

52. ГОСТ 33113–2014. Топливо базовое биодизельное B100 и смеси биодизельные. Введ. 2015-05-29. – М. : Стандартинформ, 2015. – 15 с.

53. ГОСТ 56146–2014. Этанол денатурированный, используемый в качестве компонента топлива для двигателей с искровым зажиганием. Технические требования. Введ. 2015-07-01. – М. : Стандартинформ, 2015. – 15 с.

54. ГОСТ 32513–2013. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. Введ. 2015-01-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 21 с.

55. Shushpanova, D. V. Possibilities of Bioethanol Production from Brown Seaweeds / D. V. Shushpanova // III Междунар. науч. конф. SEWAN – 2021 : сб. тр. / отв. ред. С. В. Романенко. – СПб., 2021. – С. 269 – 271.

#### References:

1. Cherwoo L., Gupta I., Flora G. [et al.]. Biofuels an alternative to traditional fossil fuels: A comprehensive review, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2023, vol. 60, art. 103503. doi: 10.1016/j.seta.2023.103503

2. Available at: <https://www.unep.org/interactives/emissions-gap-report/2023/ru/> (accessed 15 December 2024).

3. Singh D., Sharma D., Soni S.L. [et al.]. A review on feedstocks, production processes, and yield for different generations of biodiesel, *Fuel*, 2019, vol. 262(082208), art. 116553. doi: 10.1016/j.fuel.2019.116553

4. Malla F.A., Bandh S.A., Wani S.A., Hoang A.T., Sofi N.A. Biofuels: Potential Alternatives to Fossil Fuels, In book: *Biofuels in Circular Economy*, Singapore: Springer Nature Singapore, 2023, pp. 1-15. doi: 10.1007/978-981-19-5837-3\_1

5. Osman A.I., Lai Zh.Y., Farghali M. [et al.] Optimizing biomass pathways to bioenergy and biochar application in electricity generation, biodiesel production, and biohydrogen production, *Environmental Chemistry Letters*, 2023, vol. 21, no. 5, pp. 2639-2705. doi: 10.1007/s10311-023-01613-2

6. Available at: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023> (accessed 25 December 2024).

7. Available at: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-conventional-biofuel-production-2011-2023> (accessed 17 January 2025)

8. Available at: <https://www.researchnester.com/reports/biofuels-market/6209> (accessed 17 January 2025)

9. Kathrotia T., Oßwald P., Naumann Cl., Richter S., Köhler M. Combustion kinetics of alternative jet fuels. Part-II: Reaction model for fuel surrogate, *Fuel*, 2021, vol. 302, no. 1, art. 120736. doi: 10.1016/j.fuel.2021.120736
10. Wilms W., Homa J., Woźniak-Karczewska M., Owsianiak M., Chrzanowski Ł. Biodegradation half-lives of biodiesel fuels in aquatic and terrestrial systems: A review, *Chemosphere*, 2023, vol. 313, art. 137236. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.137236
11. Li H.-W., Yang C., Sun J.-H., Cheng Y. Effects of Biodiesel on Thermal Safety and Detonation Characteristics of Emulsion Explosive, *Propellants Explosives Pyrotechnics*, 2023, vol. 48, no. 5, art. e202200258. doi: 10.1002/prop.202200258
12. Guo M., Song W., Buhain J. Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, vol. 42, no. 20, pp. 712-725. doi: 10.1016/j.rser.2014.10.013
13. Niculescu R., Clenci A., Iorga-Siman V. Review on the Use of Diesel–Biodiesel–Alcohol Blends in Compression Ignition Engines, *Energies*, 2019, vol. 12, no. 7, pp. 1-41. doi: 10.3390/en12071194
14. Available at: <https://www.ica.org/reports/renewables-2023> (accessed 19 January 2025).
15. Available at: <https://www.hnei.hawaii.edu/wp-content/uploads/Roundtable-on-Sustainable-Biofuels-Certification-Readiness-Study.pdf> (accessed 19 January 2025).
16. Available at: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/final-renewable-fuels-standards-rule-2023-2024-and-2025#rule-summary> (accessed 16 December 2024).
17. Available at: <https://www.fb.org/market-intel/epa-proposes-renewable-fuel-standards-for-2023-2024-and-2025> (accessed 15 December 2024)
18. Canabarro N., Ortiz P.S., Nogueira L.A H. [et al.] Sustainability Assessment of Ethanol and Biodiesel Production in Argentina, Brazil, Colombia, and Guatemala, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2022, vol. 171, art. 113019. doi: 10.1016/j.rser.2022.113019
19. Available at: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=86644> (accessed 15 December 2024)
20. Su Y., Zhang P., Su Y. An overview of biofuels policies and industrialization in the major biofuel producing countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, vol. 50, pp. 991-1003. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.032
21. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001> (accessed 15 December 2024)
22. Available at: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur111099.pdf> (accessed 15 December 2024)
23. Lora E.E.S., Palacia J.C.E., Rocha M.H. [et al.] Issues to consider, existing tools and constraints in biofuels sustainability assessments, *Energy*, 2011, vol. 36, no. 4, pp. 2097-2110. doi: 10.1016/j.energy.2010.06.012
24. Morone P., Cottoni L., Giudice F. Biofuels: Technology, Economics, and Policy Issues, In book: *Handbook of Biofuels Production*, Wood head Publishing, 2023, pp. 55-92. doi:10.1016/B978-0-323-91193-1.00012-3
25. Kumar S. (Ed.). *Biofuels: Technologies, Policies, and Opportunities*, CRC Press, 2023, 406 p. doi: 10.1201/9781003197737
26. Available at: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuel%20Mandates%20in%20the%20EU%20by%20Member%20State%20-%202024\\_Berlin\\_European%20Union\\_E42024-0016.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuel%20Mandates%20in%20the%20EU%20by%20Member%20State%20-%202024_Berlin_European%20Union_E42024-0016.pdf) (accessed 15 December 2024)
27. Available at: <https://ria.ru/20220413/neft-1783302785.html> (accessed 18 December 2024).
28. Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/global-greenhouse-gas-emissions-data/> (accessed 15 January 2025).

29. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1640> (accessed 15 January 2025).
30. Krylova A.Yu., Zaitchenko V.M., Gaeva T.N., Lishchiner I.I., Malova O.V. On the Viability of Implementing the Industrial Production of Liquid Biofuels in Russia, *Nanobiotechnology Reports*, 2023, vol. 18, no. 1, pp. 12-18. doi: 10.1134/S2635167623010068
31. Agarwal A. K., Valera H. (Eds.). *Greener and Scalable E-fuels for Decarbonization of Transport*, Singapore: Springer, 2022, 706 p. doi: 10.1007/978-981-16-8344-2
32. Available at: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual\\_New%20Delhi\\_India\\_IN2023-0039.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_New%20Delhi_India_IN2023-0039.pdf) (accessed 15 January 2025).
33. Available at: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20People%27s%20Republic%20of\\_CH2023-0109](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20People%27s%20Republic%20of_CH2023-0109) (accessed 15 January 2025).
34. Available at: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/climate\\_framework\\_conv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml) (accessed 15 January 2025).
35. Available at: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/kyoto.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml) (accessed 15 January 2025).
36. Available at: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (accessed 15 January 2025).
37. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49910> (accessed 15 January 2025).
38. Available at: <https://energypolicy.ru/tek-rossii-segodnya-i-zavtra-itogi-i-zadachi/business/2024/12/25/> (accessed 15 January 2025).
39. Available at: <https://rreda.ru/industry/statistics/#graph1> (accessed 10 December 2024).
40. Shushpanova D.V., Kapralova D.O. Life-Cycle Assessment of Kelp in Biofuel Production, *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 2021, vol. 1079, no. 6, art. 072023. doi: 10.1088/1757-899X/1079/7/072023
41. Available at: <http://static.government.ru/media/acts/files/0001201811070015.pdf> (accessed 10 December 2024).
42. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44996> (accessed 10 December 2024).
43. Available at: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/est-li-shans-u-biodizelja-v-rossii-i-za-rubezhom> (accessed 15 January 2025).
44. Available at: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtlpyzWfHaiUa.pdf> (accessed 15 January 2025).
45. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (accessed 15 January 2025).
46. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/> (accessed 15 January 2025).
47. Available at: <http://government.ru/docs/all/66930/> (accessed 15 January 2025).
48. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49897> (accessed 15 January 2025).
49. Erokhin V., Tianming G. Energy Innovations and Sustainable Development of Circumpolar Territories in Russia, In book: *Innovation and Sustainable Manufacturing*, Elsevier, 2022, pp. 67-108. doi: 10.1016/B978-0-12-819513-0.00001-9
50. Available at: <https://sfera.fm/articles/mzhi/biodizel-v-rossii> (accessed 11 January 2025).
51. GOST 33131-2014. *Smesi biodizel'nogo topliva (B6-B20). Tekhnicheskiye trebovaniya* [Biodiesel fuel blends (B6-B20). Technical requirements], Moscow: Standartinform, 2015, 20 p. (In Russ.)

52. GOST 33113-2014. *Toplivo bazovoye biodizel'noye V100 i smesi biodizel'nyye* [Biodiesel base fuel B100 and biodiesel blends], Moscow: Standartinform, 2015, 15 p. (In Russ.)

53. GOST 56146-2014. *Etanol denaturirovanny, ispol'zuyemy v kachestve komponenta topliva dlya dvigateley s iskrovym zazhiganiyem. Tekhnicheskiye trebovaniya* [Denatured ethanol used as a fuel component for spark-ignition engines. Technical requirements], Moscow: Standartinform, 2015, 15 p. (In Russ.)

54. GOST 32513-2013. *Topliva motornyye. Benzin neetilirovanny. Tekhnicheskiye usloviya* [Motor fuels. Unleaded gasoline. Specifications], Moscow: Standartinform, 2019, 21 p. (In Russ.)

55. Shushpanova D.V.; Romanenko S.V. [Ed.] Possibilities of Bioethanol Production from Brown Seaweeds, *III Mezhdunar. nauch. konf. SEWAN – 2021: sb. tr.* [III Int. scientific conf. SEWAN – 2021: collection of papers], St. Petersburg, 2021, pp. 269-271.

---

## National Policy of Countries on the Use of Plant Biofuels Using the Criteria of Sustainable Development

E. S. Solodukhin, A. N. Shushpanov, A. R. Shugaeva,  
D. O. Kapralova, D. V. Shushpanova

*D. I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia;  
Peoples' Friendship University of Russia named after P. Lumumba,  
Moscow, Russia;  
Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre", Mytishchi,  
Russia*

**Keywords:** biofuel; bioethanol; biodiesel; state policy of countries; development of biofuel technologies.

**Abstract:** This article presents an overview of the production and use of bioethanol and biodiesel from the point of view of sustainable development criteria in a number of countries, including the Russian Federation. It briefly describes the economic aspects of biofuel production from plant materials and their use in a mixture with fossil fuels in the transport sector. It provides information on the state policies of the USA, China, Brazil, India, the EU and Russia on the development of the biofuel industry, including a number of documents that provide the opportunity to use biofuels in these countries. It identifies factors that limit the use of biofuels in some countries, including China and Russia. Proposals are given for the use of biofuels as a promising method for the disposal of production and consumption waste.

---

© Е. С. Солодухин, А. Н. Шушпанов, А. Р. Шугаева,  
Д. О. Капралова, Д. В. Шушпанова, 2025

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОРБЦИИ АНИОННОГО КРАСИТЕЛЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИМИ АДСОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ОТХОДА МАСЛОЭКСТРАКЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д. О. Половнева, И. В. Старостина, Л. В. Денисова

*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», г. Белгород, Россия*

**Ключевые слова:** изотермы адсорбции; кизельгуровый шлам; кислотный краситель; модели сорбции; поллютант; сточные воды; углеродсодержащий адсорбционный материал; химическая активация.

**Аннотация:** Представлены результаты исследований характера процессов сорбции кислотного красителя эозина Н на поверхности нативного и химически активированных углеродсодержащих сорбционных материалов, полученных термолизом при температуре 500 °С отработанного кизельгурового шлама ТКШ<sub>500</sub> – отхода маслоэкстракционного производства. В качестве активаторов использовали 1М раствор гидроксида натрия, концентрированную азотную кислоту и ее 10%-й и 30%-й растворы, 30%-й раствор пероксида водорода, 20%-й раствор хлорида натрия. Согласно полученным результатам, максимальная сорбционная емкость (0,0047 ммоль/г) характерна для ТКШ<sub>500</sub>, активированного 30%-м раствором HNO<sub>3</sub>. Величина адсорбции и равновесная концентрация рассматриваемых сорбционных материалов математически обработаны с использованием уравнений регрессии моделей сорбции с получением коэффициентов детерминации. Определены термодинамические параметры адсорбционного процесса для каждого сорбента – константы сорбционного равновесия и свободная энергия Гиббса. Полученные результаты показали, что сорбция красителя эозина Н преимущественно является полимолекулярной.

### Введение

Красители представляют собой чаще всего порошкообразные органические вещества, растворимые в воде, спирте и органических растворителях избирательно. Их отличительная особенность – способность пропитыв-

---

Половнева Дария Олеговна – аспирант кафедры экиобиотехнологии, e-mail: dariya.polovneva@bk.ru; Старостина Ирина Викторовна – кандидат технических наук, заведующий кафедрой экиобиотехнологии, Денисова Любовь Васильевна – кандидат химических наук, доцент, профессор кафедры теоретической и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», Белгород, Россия.

вать окрашиваемый материал (древесину, бумагу, текстиль) и давать цвет по всему объему.

Существует большое разнообразие красителей, но из всех видов следует более подробно рассмотреть синтетические красители лакокрасочного производства, так как они негативно воздействуют на окружающую природную среду. Синтетические красители образуют окраски, устойчивые к различным физико-химическим воздействиям в процессах последовательной переработки окрашенных материалов и при их эксплуатации, например, к обработке горячей водой и насыщению паром, действию активного хлора и др. [1]. Сточные воды, содержащие примеси анионных (кислотных) красителей, образующиеся в текстильной, кожевенной и пищевой промышленности, являются причиной значимых экологических проблем [1, 2].

Такие красители обладают кислотными свойствами, используются при окраске белковых (коллаген кожи, шелк, шерсть и др.) и полиамидных волокон (пластмассы) под действием органических или минеральных кислот, имеют высокую дисперсность, что позволяет им проникать в толщу ткани. Из всей группы красителей наибольшей растворимостью в воде обладают натриевые соли ароматических сульфокислот. Для них характерны высокая яркость и насыщенность цвета, устойчивость в условиях агрессивных сред и мокрой обработки волокон, однако при воздействии света они не устойчивы [2].

Негативное воздействие анионных красителей на окружающую среду может привести к таким основным последствиям, как:

- окрашивание водоемов, что уменьшает количество видимого света, проникающего через поверхностный слой и затрудняет фотосинтез водных растений, негативно воздействуя на пищевые цепи. Наиболее чувствительны к снижению фотосинтеза зеленые микроводоросли, которые составляют основу водной пищевой цепи. Наличие красителей в водной среде приводит к задержке их роста и деформации клеток [3];

- накопление красителей в природных водоемах и их сорбция организмами гидробионтов, что может вызвать у них нескоординированное движение, расстройство дыхания, повреждение печени, дисфункцию почек и др. [4];

- нарушение баланса микробных сообществ в почве;

- отрицательное воздействие на организм человека, вызывая аллергию, астму, дерматит и расстройства центральной нервной системы, а также дисфункцию различных органов и др. [5, 6].

Все методы очистки от красителей подразделяются на деструктивные и недеструктивные, зависящие от целостности извлекаемого поллютанта [7]. К основным способам очистки сточных вод от кислотных красителей можно отнести:

- коагуляционный метод: в качестве коагулянтов в основном используют соли железа, алюминия, кальция [8];

- метод ионного обмена: удаление красителя осуществляется путем фильтрования очищаемой воды через синтетические или природные ионообменные материалы, при этом снижается общее солесодержание воды, и за счет сорбции ионитами практически полностью снимается остаточная окраска сточных вод [9];

– мембранная фильтрация: с целью извлечения красителей из сточных вод используются баромембранные процессы (под действием разности давлений): микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация и обратный осмос.

Выбор способа очистки сточных вод, содержащих красители, зависит от их концентрации, химического строения, качества и количества содержащихся примесей, а также требований, предъявляемых к очищенной воде [10].

Из недеструктивных методов, основанных на концентрировании веществ без их разложения, широко используются адсорбционные, характеризующиеся высокой эффективностью очистки и экономической целесообразностью, поскольку позволяют использовать в качестве сорбентов как природные материалы (торф, различные глины, цеолиты, вермикулиты, алуниты), так и отходы производства (золу, опилки и др.) [2, 8, 11]. Наиболее эффективными адсорбентами являются активированные угли – как порошкообразные, так и гранулированные [12]. Использование отходов в качестве сырья наиболее перспективно, поскольку способствует снижению загрязнения окружающей природной среды и сокращению затрат на производство новых сорбционных материалов [13, 14]. На сегодняшний день из большого разнообразия адсорбентов широкое применение получили углеродные и углеродсодержащие, что обусловлено наличием беспорядочной слоистой структуры углеродного слоя, которая обеспечивает высокую эффективность очистки сточных вод, содержащих различные поллютанты [15 – 17].

В ряде случаев природные материалы и отходы производства обладают недостаточной сорбционной емкостью, поэтому в целях увеличения их активности используют различные методы активации или модификации (рис. 1) [18, 19].

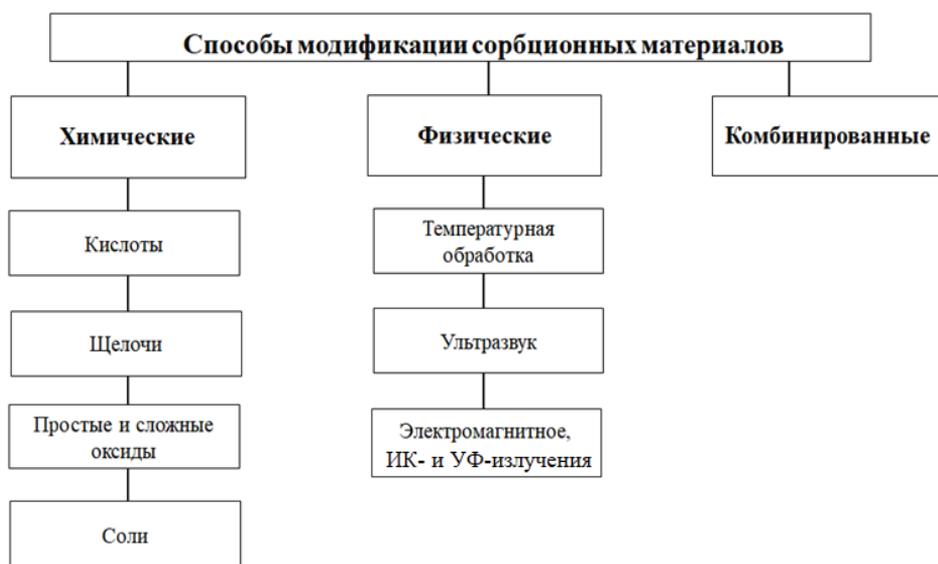


Рис. 1. Классификация способов модификации сорбентов

*Цель работы* – исследовать характер процесса адсорбции кислотного красителя эозина Н (ЭО) на поверхности нативного и химически модифицированных образцов углеродсодержащего сорбционного материала, полученного на основе шламового отхода производства растительных масел.

### Материалы и методы

В качестве сорбционного материала рассматривали отработанный кизельгуровый шлам (ОКШ) маслоэкстракционного производства, термически модифицированный при температуре 500 °С в условиях недостатка кислорода, с условным обозначением ТКШ<sub>500</sub>. Кизельгуровый шлам с содержанием органических примесей до 70 % образуется на стадии вентеризации производства рафинированных растительных масел (рис. 2). Процесс основан на охлаждении масла до температуры кристаллизации растительных восков с последующим их отделением на намывных фильтрах, где в качестве фильтрующей загрузки используются порошкообразный минерал – диатомит [20, 21]. Химический состав минеральной части ОКШ, масс. %, следующий: SiO<sub>2</sub> – 86,54; CaO – 5,85; Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,9; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,4; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,89; MgO – 0,54; K<sub>2</sub>O – 0,36; TiO<sub>2</sub> – 0,14; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,13; SO<sub>3</sub> – 0,06. Отмечено, что в кизельгуровом шламе преобладает оксид кремния SiO<sub>2</sub>, так как сам минерал диатомит состоит из целых и частично разрушенных панцирей одноклеточных водорослей – диатомей, состоящих в основном из аморфного кремнезема [21].

Отход относится к 4 классу опасности, к малоопасным материалам, и поэтому преимущественно размещается на полигонах ТКО. Однако высокая удельная поверхность материала способствует интенсивному окислению органических примесей, что может привести к его самовозгоранию и возникновению пожароопасной ситуации [22]. Данная проблема становится все более актуальной с учетом увеличения объемов маслоэкстракционного производства [20]. Одним из решений может быть получение на основе ОКШ сорбционного материала, активного в отношении различных загрязняющих веществ.

Процесс сорбции осуществляли в статических условиях в течение 24 ч методом переменных концентраций с гидравлическим модулем 100, после перемешивания фазы разделяли центрифугированием. Начальную



Рис. 2. Чистый порошкообразный минерал – диатомит (а) и отработанный кизельгуровый шлам (б)

концентрацию красителя изменяли в интервале 0,174...0,660 ммоль/дм<sup>3</sup> (120,5...456,6 мг/дм<sup>3</sup> соответственно). Содержание красителя эозина Н в модельных растворах до и после сорбции определяли методом фотометрии при длине волны 510 нм с использованием фотоэлектроколориметра Арел AP-101 [23]. Химическую активацию поверхности ТКШ<sub>500</sub> проводили 24 ч при температуре 25 °С при соотношении фаз тв. (г) : ж. (мл) – 1:10. После активации сорбционные материалы отмывали дистиллированной водой до нейтральных значений рН и высушивали при температуре 105 °С. В качестве активаторов использовали 1М раствор гидроксида натрия, концентрированную азотную кислоту HNO<sub>3</sub> и ее 10%-й и 30%-й растворы, 30%-й раствор пероксида водорода, 20%-й раствор хлорида натрия [24].

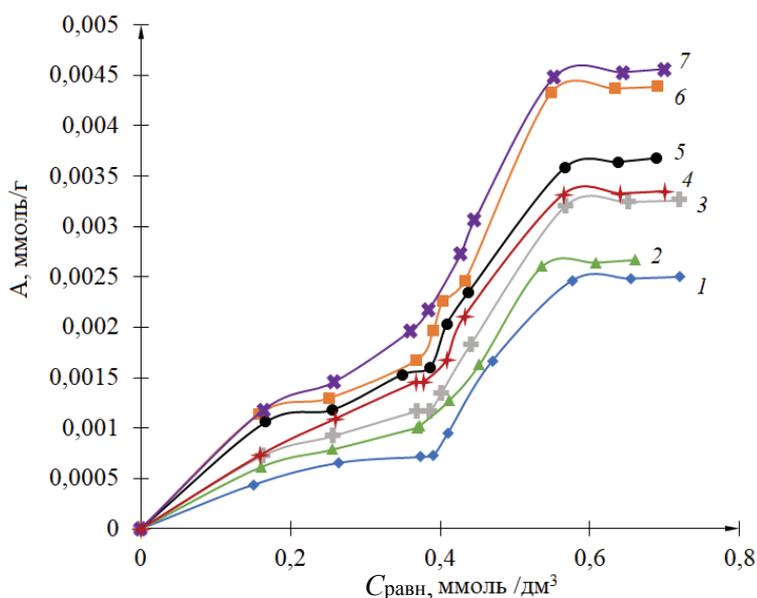
Сорбционную емкость, ммоль/г, определяли по формуле

$$A = \frac{(C_n - C_k)V}{m_a}, \quad (1)$$

где  $C_n$  и  $C_k$  – начальная и конечная концентрации красителя ЭО соответственно, ммоль/дм<sup>3</sup>;  $V$  – объем раствора, дм<sup>3</sup>;  $m_a$  – масса адсорбционного материала, г.

### Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что изотермы сорбции ЭО на исследуемых углеродсодержащих сорбционных материалах – ТКШ<sub>500</sub> исходном и химически модифицированных образцах, имеют S-образный вид, что обуславливает полимолекулярную адсорбцию (рис. 3).



**Рис. 3. Изотермы адсорбции красителя эозина Н нативным и химически активированными сорбционными материалами:**

1 – ТКШ<sub>500</sub> исх.; 2 – ТКШ<sub>500</sub>+HNO<sub>3</sub> (10%-й); 3 – ТКШ<sub>500</sub>+NaOH (1М); 4 – ТКШ<sub>500</sub>+HNO<sub>3</sub> (конц.); 5 – ТКШ<sub>500</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%-й); 6 – ТКШ<sub>500</sub>+NaCl (20%-й); 7 – ТКШ<sub>500</sub>+HNO<sub>3</sub> (30%-й)

В области малых концентраций раствора красителя происходит образование монослоя молекул ЭО на поверхности углеродсодержащих сорбционных материалов. Далее при увеличении содержания красителя происходит достраивание молекул ЭО до димера, что показывает резкое увеличение величины сорбции рассматриваемых сорбционных материалов, и сорбция приобретает полимолекулярный характер, то есть имеет несколько слоев, состоящих из молекул красителя эозина Н. Согласно полученным результатам наибольшая сорбционная емкость (0,0047 ммоль/г) наблюдается у ТКШ<sub>500</sub>, активированного 30%-м раствором HNO<sub>3</sub> (см. рис. 3).

В целях исследования механизмов процессов адсорбции красителя ЭО с использованием ТКШ<sub>500</sub> построены изотермы в интервале концентраций 0,150...0,361 ммоль/дм<sup>3</sup> (103,9...249,8 мг/дм<sup>3</sup>), соответствующих образованию монослоя [24].

Сорбционная емкость монослоя для нативного ТКШ<sub>500</sub> составляет 0,0025 ммоль/г. Химическая модификация ТКШ<sub>500</sub> способствует увеличению сорбционной емкости по красителю ЭО. Максимальная сорбционная емкость монослоя характерна для ТКШ<sub>500</sub>, обработанного 30%-м раствором HNO<sub>3</sub>, которая составляет 0,0047 ммоль/г и соответствует увеличению емкости по сравнению с исходным ТКШ<sub>500</sub> на 88 %.

Таблица 1

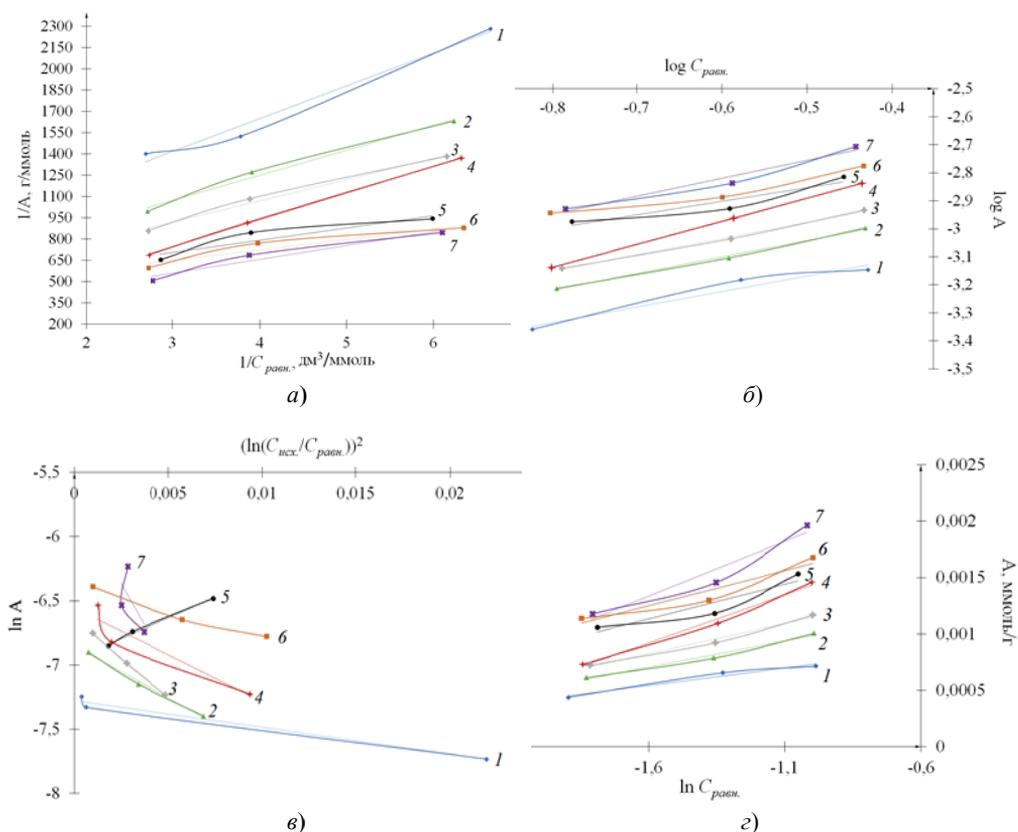
**Уравнения регрессии и коэффициенты детерминации**

| Адсорбционный материал ТКШ <sub>500</sub> | Модель сорбции         |                        |                         |                        |
|---|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|   | Ленгмюра               | Фрейндлиха             | Дубинина–Радужкевича    | Темкина                |
| Исходный                                  | $y = 230,39x + 728,35$ | $y = 0,5548x - 2,891$  | $y = -20,831x - 7,2762$ | $y = 0,0003x + 0,001$  |
|   | $R^2 = 0,9801$         | $R^2 = 0,9518$         | $R^2 = 0,9768$          | $R^2 = 0,9666$         |
| + NaOH (1M)                               | $y = 150,05x + 470,55$ | $y = 0,5816x - 2,6851$ | $y = -123,67x - 6,6381$ | $y = 0,0005x + 0,0017$ |
|   | $R^2 = 0,9896$         | $R^2 = 0,9964$         | $R^2 = 0,9988$          | $R^2 = 0,9836$         |
| + NaCl (20%-й)                            | $y = 73,544x + 428,9$  | $y = 0,4494x - 2,5937$ | $y = -41,98x - 6,3681$  | $y = 0,0006x + 0,0022$ |
|   | $R^2 = 0,9089$         | $R^2 = 0,9435$         | $R^2 = 0,9729$          | $R^2 = 0,9198$         |
| + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%-й)   | $y = 86,254x + 447,67$ | $y = 0,4834x - 2,6117$ | $y = 64,034x - 6,9525$  | $y = 0,0006x + 0,0021$ |
|   | $R^2 = 0,8633$         | $R^2 = 0,8987$         | $R^2 = 0,9940$          | $R^2 = 0,8729$         |
| + HNO <sub>3</sub> (10%-й)                | $y = 176,81x + 541,92$ | $y = 0,5896x - 2,7474$ | $y = -80,141x - 6,8547$ | $y = 0,0005x + 0,0015$ |
|   | $R^2 = 0,9886$         | $R^2 = 0,9959$         | $R^2 = 0,9938$          | $R^2 = 0,9818$         |
| + HNO <sub>3</sub> (30%-й)                | $y = 97,733x + 265,53$ | $y = 0,638x - 2,4374$  | $y = -254,85x - 5,7393$ | $y = 0,001x + 0,0029$  |
|   | $R^2 = 0,9523$         | $R^2 = 0,9656$         | $R^2 = 0,3860$          | $R^2 = 0,9362$         |
| + HNO <sub>3</sub> (конц.)                | $y = 189,72x + 175,53$ | $y = 0,8223x - 2,4792$ | $y = -73,01x - 6,5535$  | $y = 0,0009x + 0,0023$ |
|   | $R^2 = 0,9996$         | $R^2 = 0,9999$         | $R^2 = 0,8846$          | $R^2 = 0,9899$         |

Наименьшее увеличение сорбционной способности по сравнению с нативным ТКШ<sub>500</sub> (на 6,5 %) получено при модифицировании 10%-м раствором HNO<sub>3</sub>.

Затем полученные изотермы математически обработаны в рамках моделей сорбции Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина–Радушкевича и Темкина. Результаты представлены в табл. 1 и на рис. 4 в виде уравнений регрессии и коэффициентов детерминации.

По результатам математической обработки полученных изотерм адсорбции в интервале концентраций, соответствующих образованию монослоя (табл. 1, коэффициент детерминации –  $R^2$ ), можно судить о механизме процесса сорбции красителя эозина Н. Для нативного ТКШ<sub>500</sub> сорбция красителя эозина Н описывается уравнением модели Ленгмюра, что говорит о мономолекулярной адсорбции на однородной поверхности. При химической активации поверхности ТКШ<sub>500</sub> концентрированной HNO<sub>3</sub> и ее 10%-м и 30%-м растворами сорбция красителя ЭО в интервале концентраций, соответствующих образованию монослоя, с большим значением схожимости описывается уравнениями модели сорбции Фрейндлиха, что характеризует протекание полимолекулярной адсорбции на неоднородной поверхности сорбционного материала.



**Рис. 4. Модели сорбции:**

*a* – Ленгмюра; *б* – Фрейндлиха; *в* – Дубинина–Радушкевича; *г* – Темкина:

*1* – ТКШ<sub>500</sub> исх.; *2* – ТКШ<sub>500</sub>+HNO<sub>3</sub> (10%-й); *3* – ТКШ<sub>500</sub>+ NaOH (1M); *4* – ТКШ<sub>500</sub>+ HNO<sub>3</sub> (конц.); *5* – ТКШ<sub>500</sub>+ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%-й); *6* – ТКШ<sub>500</sub>+ NaCl (20%-й); *7* – ТКШ<sub>500</sub>+ HNO<sub>3</sub> (30%-й)

Таблица 2

**Термодинамические параметры процесса адсорбции**

| Адсорбционный материал ТКШ <sub>500</sub> | <i>K</i>           | $\Delta G$ , кДж/моль |
|---|--------------------|-----------------------|
| Исходный                                  | $0,32 \pm 0,016$   | $2,82 \pm 0,14$       |
| +NaCl (20%-й)                             | $41,91 \pm 2,096$  | $-9,26 \pm 0,46$      |
| +NaOH (1М)                                | $123,67 \pm 6,183$ | $-11,94 \pm 0,60$     |
| +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%-й)    | $-64,03 \pm 3,202$ | 0                     |
| +HNO <sub>3</sub> (10%-й)                 | $0,002 \pm 0,0001$ | $15,397 \pm 0,77$     |
| +HNO <sub>3</sub> (30%-й)                 | $0,004 \pm 0,0002$ | $13,68 \pm 0,68$      |
| +HNO <sub>3</sub> (конц.)                 | $0,003 \pm 0,0002$ | $14,39 \pm 0,72$      |

Процесс адсорбции эозина Н на поверхности ТКШ<sub>500</sub>, модифицированного растворами 20%-м NaCl, 1М NaOH и 30%-м H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, описывается уравнениями модели сорбции Дубинина–Радушкевича, которая обусловлена объемным заполнением красителем ЭО микропор сорбентов [25, 26].

По моделям сорбции определены термодинамические параметры адсорбционного процесса для каждого сорбента: константы сорбционного равновесия *K* и свободная энергия Гиббса  $\Delta G$ , кДж/моль (табл. 2). Константы определяли для каждой рассматриваемой модели сорбции по уравнениям регрессии с двумя переменными вида  $y = kx + b$ . Результаты  $\Delta G$  показали, что в основном адсорбция эозина Н при использовании ТКШ<sub>500</sub>, активированных различными реагентами, за исключением хлорида и гидроксида натрия, не является самопроизвольной и протекает за счет внешних сил.

При применении в качестве сорбента ТКШ<sub>500</sub>, активированного 30%-м раствором перекиси водорода, между адсорбтивом (молекулами красителя, находящегося в сточной воде) и адсорбатом (молекулами красителя, уже поглощенного сорбентом) достигается адсорбционное равновесие – концентрации красителя эозина Н в растворе до адсорбции ТКШ<sub>500</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%-й) и на его поверхности после адсорбции находятся в таком соотношении, при котором достигается равновесие, так как  $\Delta G = 0$ , при этом их химические потенциалы равны. В условиях равновесия скорости адсорбции и десорбции становятся равными [27, 28].

**Заключение**

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Изотермы сорбции ЭО при использовании исследуемых углеродсодержащих сорбционных материалов – ТКШ<sub>500</sub> исходного и химически модифицированных, имеют S-образный вид, что говорит о полимолекулярной

адсорбции. Наибольшее значение сорбционной емкости (0,0047 ммоль/г) достигается при использовании ТКШ<sub>500</sub>, активированного 30%-м раствором азотной кислоты, и соответствует увеличению емкости на 88 % по сравнению с исходным образцом (0,0025 ммоль/г).

2. При математической обработке с использованием моделей сорбции можно предположить, что сорбция красителя эозина Н с использованием ТКШ<sub>500</sub> нативного может быть мономолекулярной на однородной поверхности; при химической активации концентрированной HNO<sub>3</sub> и ее 10%-м и 30%-м растворами – полимолекулярной на неоднородной поверхности; для ТКШ<sub>500</sub>, обработанного NaCl, NaOH и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, может происходить объемное заполнение красителем микропор сорбента.

3. При расчете термодинамических параметров – константы сорбционного равновесия и свободной энергии Гиббса, можно сказать, что в основном при использовании исследуемых активированных материалов, кроме ТКШ<sub>500</sub>+NaCl (20%-й) и ТКШ<sub>500</sub> + NaOH (1М), адсорбция не является самопроизвольной и протекает за счет внешних сил. При применении ТКШ<sub>500</sub>, активированного H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%-й), на его поверхности достигается адсорбционное равновесие, то есть концентрации красителя эозина Н в растворе до адсорбции и после адсорбции таким материалом находятся в таком соотношении, при котором достигается равновесие. При этом скорости адсорбции и десорбции становятся равными.

*Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова.*

#### *Список литературы*

1. Конькова, Т. В. Кинетика и механизм адсорбции анионных красителей на монтмориллоните, модифицированном метасиликатом натрия / Т. В. Конькова, А. П. Рысев, Ю. О. Малкова // Журнал физической химии. – 2021. – Т. 95, № 1. – С. 28 – 33. doi: 10.31857/S004445372101012X
2. Джубари, М. К. Методы удаления пигментов из сточных вод / М. К. Джубари, Н. В. Алексеева, Г. И. Базияни, В. С. Таха // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг Георесурсов. – 2021. – Т. 332, № 7. – С. 54 – 64. doi: 10.18799/24131830/2021/7/3263
3. Strebel, A. Anionic azo dyes and their removal from textile wastewater through adsorption by Various Adsorbents: a Critical Review / A. Strebel, M. Behringer, H. Hilbig, A. Machner, B. Helmreich // Frontiers in Environmental Engineering. – 2024. – Vol. 3. – P. 01 – 17. doi: 10.3389/fenve.2024.1347981
4. Адсорбция органических красителей магнитными наночастицами / О. С. Иванова, И. С. Эдельман, А. Е. Соколов [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2023. – Т. 87, № 3. – С. 390 – 395. doi: 10.31857/S0367676522700685
5. Рамазанова, Г. Р. Сорбционно-спектроскопическое определение синтетических анионных пищевых красителей : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.02 / Г. Р. Рамазанова. – М., 2016. – 186 с.

6. Ананьева, Е. А. Сорбционно-спектрофотометрическое определение анионных пищевых красителей / Е. А. Ананьева // Вестник магистратуры. – 2019. – № 9-1 (96). – С. 17 – 20.
7. Катализаторы на основе мезопористого диоксида кремния для окисления азокрасителей в сточных водах / Т. В. Конькова, М. Г. Гордиенко, М. Б. Алехина, Н. В. Меньшутина, С. Д. Кирик // Катализ в промышленности. – 2015. – Т. 15, – № 6. – С. 56 – 61. doi:10.18412/1816-0387-2015-6-56-61
8. Очистка сточных вод от нефтепродуктов / К. Т. Абдылдабеков, К. Б. Талантбек, А. Р. Рыспекова, Э. Ж. Жолдошбеков // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 82 – 84.
9. Романовский, В. И. Сравнительный анализ методов очистки сточных вод от красителей / В. И. Романовский, В. В. Лихавицкий, М. В. Пилипенко // Вода Magazine. – 2016. – № 12(112). – С. 54 – 58.
10. Омурзакова, А. Б. Очистка сточных вод нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий от нефтепродуктов модифицированным карбонатным шламом / А. Б. Омурзакова // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2014. – № 32-1. – С. 358 – 363.
11. Химическое строение, пористая структура и сорбционные свойства адсорбентов из органических техногенных субстратов / В. В. Самонин, Е. А. Спиридонова, А. С. Зотов, М. Л. Подвязников, А. В. Гарабаджиу // Журнал общей химии. – 2021. – Т. 91, № 8. – С. 1284 – 1308. doi: 10.31857/S0044460X21080175
12. Работягов, К. В. Сравнение сорбционной активности различных активных углей / К. В. Работягов, А. Д. Ратушная, А. С. Бахтин // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Т. 8, № 1. – С. 224 – 235.
13. Использование растительного сорбента для извлечения красителя Конго красный из модельных растворов / С. В. Свергузова, Ж. А. Сапронова, Е. В. Локтионова, В. И. Сыса, И. Г. Шайхиев // Chemical Bulletin. – 2021. – Т. 4, № 1. – С. 44 – 55.
14. Физико-химические свойства отбелной глины / С. В. Свергузова, И. Г. Шайхиев, Ж. А. Сапронова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Серия химия и химическая технология. – 2023. – Т. 66, № 6. – С. 76 – 84. doi: 10.6060/ivkkt.20236606.6780
15. Адсорбционные материалы на основе лузги подсолнечника / Н. О. Сиволобова, Н. В. Грачева, К. А. Жашуева, А. В. Сикорская // Инженерный вестник Дона. – 2017. – Т. 44, № 1. – С. 1 – 5. – URL: [http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_91\\_Sivolobova\\_Zhashueva.pdf\\_c026b3d7c4.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_91_Sivolobova_Zhashueva.pdf_c026b3d7c4.pdf) (дата обращения: 25.04.2025).
16. Солдатов, А. И. Общая характеристика процессов формирования поверхности углеродных материалов / А. И. Солдатов // Вестник Челябинского государственного университета. – 2004. – Т. 4, № 1. – С. 76 – 80.
17. Изучение способа получения гидрофобного сорбента на основе модифицированного торфа / Е. А. Баннова, Н. К. Китаева, С. М. Мерков, М. В. Мучкина, Е. П. Залозная [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2013. – Т. 13. – Вып. 1. – С. 60 – 68.
18. Васильева, С. Ю. Равновесная сорбция  $\alpha$ -токоферола на модифицированном клиноптилолите : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 / С. Ю. Васильева. – Воронеж, 2014. – 137 с.
19. Дудина, С. Н. Исследование механизма активации глин электромагнитным воздействием / С. Н. Дудина // Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2011. – № 9(104). – Вып. 15. – С. 110 – 113.

20. Отработанный кизельгуровый шлам маслоэкстракционного производства – сырье для получения сорбционного материала / И. В. Старостина, С. В. Свергузова, Д. В. Столяров [и др.] // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 16. – С. 133 – 136.

21. Starostina, I. V. Carbonic and Mineral Adsorbent, received out of a Slurry Withdrawal of Oil-Extracting Production / I. V. Starostina, D. V. Syarov, M. M. Kosukhin // Solid State Phenomena. – 2017. – Vol. 265. – P. 319 – 324. doi: 10.4028/www.scientific.net/SSP.265.319

22. Пичугин, Е. А. Оценка воздействия бурового шлама на окружающую природную среду / Е. А. Пичугин // Молодой ученый. – 2013. – № 9(56). – С. 122 – 123.

23. Аскалепова, О. И. Экстракционно-фотометрическое определение дигидрохлорид 9-(2-диэтиламиноэтил)-2,3 дигидроимидазо[1,2-а]бензимидазола (диабенола) / О. И. Аскалепова, И. Е. Никанорова, В. А. Анисимова // Медицинский вестник Юга России. – 2011. – № 4. – С. 24 – 28.

24. Старостина, И. В. Исследование механизма процесса сорбции красителя эозина и химически активированными углеродсодержащими сорбционными материалами / И. В. Старостина, Д. О. Половнева // Российский химический журнал. – 2024. – Т. 68, № 2. – С. 45 – 52. doi: 10.6060/rcj.2024682.6

25. Исследование кинетики процессов адсорбции фенола отходами валяльно-войлочного производства / Г. А. Алмазова, И. Г. Шайхиев, Р. З. Галимова, С. В. Свергузова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2016. – Т. 1, № 10. – С. 179 – 184.

26. Описание изотермы сорбции гидрохлорида пиридоксина на клиноптилолитовом туфе / Д. Л. Котова, Фам Тхи Гам, Т. А. Крысанова, С. Ю. Васильева, Ю. А. Тимченко [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2014. – Т. 14. – Вып. 4. – С. 572 – 577.

27. Термодинамическая модель ионообменных процессов на примере сорбции церия из сложносольевых растворов / О. В. Черемисина, Й. Шенк, Е. А. Черемисина, М. А. Пономарева // Записки Горного института. – 2019. – Т. 237. – С. 307 – 316. doi:10.31897/pmi.2019.3.307

28. Остапенко, Г. И. Коллоидная химия : учеб. пособие / сост. Г. И. Остапенко. – Тольятти : ТГУ, 2010. – 71 с.

### References

1. Konkova T.V, Rysev A.P, Malkova Yu.O. [Kinetics and mechanism of adsorption of anionic dyes on montmorillonite modified with sodium metasilicate], *Zhurnal fizicheskoy khimii* [Journal of Physical Chemistry], 2021, vol. 95, no. 1, pp. 28-33. doi: 10.31857/S004445372101012X (In Russ., abstract in Eng.).

2. Gubari M.K., Alekseeva N.V., Baziyani G.I., Taha V.S. [Methods of removing pigments from wastewater], *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring Georesursov* [Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering], 2021, vol. 332, no. 7, pp. 54-64. doi: 10.18799/24131830/2021/7/3263 (In Russ., abstract in Eng.).

3. Strebels A., Behringer M., Hilbig H., Machner A., Helmreich B. Anionic azo dyes and their removal from textile wastewater through adsorption by various Adsorbents: a Critical Review, *Frontiers in Environmental Engineering*, 2024, vol. 3, pp. 01-17. doi: 10.3389/fenve.2024.1347981

4. Ivanova O.S., Edelman I.S., Sokolov A.E., Svetlitsky E.U., Zharkov S.M. [et al.] [Adsorption of organic dyes by magnetic nanoparticles], *Izvestiya Rossiyskoy akademii*

*nauk. Seriya fizicheskaya* [News of the Russian Academy of Sciences. Physical Series], 2023, vol. 87, no.3, pp. 390-395. doi: 10.31857/S0367676522700685 (In Russ., abstract in Eng.).

5. Ramazanova G.R. *PhD of Candidate's thesis (Chemistry)*, Moscow, 2016, 186 p. (In Russ.).

6. Ananyeva E.A. [Sorption spectrophotometric determination of anionic food dyes], *Vestnik magistratury* [Bulletin of the Magistracy], 2019, vol. 96, no. 9-1, pp. 17-20. (In Russ., abstract in Eng.).

7. Konkova T.V., Gordienko M.G., Alyokhina M.B., Menshutina N.V., Kirik S.D. [Catalysts based on mesoporous silicon dioxide for the oxidation of azo dyes], *Kataliz v promyshlennosti* [Catalysis in industry], 2015, vol. 6, no. 15, pp. 56-61. doi: 10.18412/1816-0387-2015-6-56-61 (In Russ., abstract in Eng.).

8. Abdyldebekov K.T., Talentbek K.B., Ryspekova A.R., Zholdosbekov E.Zh. [Analysis of the wastewater quality of a textile enterprise], *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo Slavyanskogo universiteta* [Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University], 2018, vol. 18, no. 4, pp. 79-81. (In Russ., abstract in Eng.).

9. Romanovsky V.I., Likhavitsky B.B., Pilipenko M.V. [Comparative analysis of wastewater treatment methods from dyes], *Voda Magazine* [Water magazine], 2016, no. 12(112), pp. 54-59. (In Russ., abstract in Eng.).

10. Omurzakova A.B. [Wastewater treatment of petrochemical and oil refining enterprises from petroleum products with modified carbonate sludge], *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova* [Proceedings of the Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov], 2014, no. 32-1, pp. 358-363. (In Russ., abstract in Eng.).

11. Samonin B.B., Spiridonova E.A., Zotov A.S., Podvyaznikov M.L., Garabagiu A.B. [Chemical structure, porous structure and sorption properties of adsorbents from organic technogenic substrates], *Zhurnal obshchey khimii* [Journal of General Chemistry], 2021, vol. 91, no. 8, pp. 1284-1308. doi: 10.31857/S0044460X21080175 (In Russ., abstract in Eng.).

12. Raboyagov K.V., Ratushnaya A.D., Bakhtin A.C. [Comparison of sorption activity of various activated carbons], *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya* [Scientific Notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry], 2022, vol. 8, no. 1, pp. 224-235. (In Russ., abstract in Eng.).

13. Sverguzova S.V., Saponova Zh.A., Loktionova E.V., Sysa V.I., Shaikhiev I.G. [The use of a vegetable sorbent to extract the Congo red dye from model solutions], *Chemical Bulletin* [Chemical Bulletin], 2021, vol. 4, no. 1, pp. 44-55. (In Russ., abstract in Eng.).

14. Sverguzova S.V., Shaikhiev I.G., Saponova Zh.A., Lupandina N.S., Voronina Yu.S., Gafarov R.R. [Physico-chemical properties of bleached clay], *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Chemistry and Chemical Technology series], 2023, vol. 66, no. 6, pp. 76-84. doi: 10.6060/ivkkt.20236606.6780 (In Russ., abstract in Eng.).

15. Sivolobova N.O., Gracheva N.V., Zhashueva K.A., Sikorskaya A.V. [Adsorption materials based on sunflower husks], *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2017, vol. 44, no. 1: pp. 1-5. available at: [http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_91\\_Sivolobova\\_Zhashueva.pdf\\_c026b3d7c4.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_91_Sivolobova_Zhashueva.pdf_c026b3d7c4.pdf) (accessed 25 April 2025) (In Russ., abstract in Eng.).

16. Soldatov A.I. [General characteristics of the processes of surface formation of carbon materials], *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of

Chelyabinsk State University], 2004, vol. 4, no. 1, pp. 76-80. (In Russ., abstract in Eng.).

17. Bannova E.A., Kitaeva N.K., Merkov S.M., Muchkina M.V., Zaloznaya E.P., Martynov P.N. [Study of a method for obtaining a hydrophobic sorbent based on modified peat], *Sorbtsionnyye i khromatograficheskiye protsessy* [Sorption and chromatographic processes], 2013, vol. 13, no. 1, pp. 60-68. (In Russ., abstract in Eng.).

18. Vasilyeva S.Yu. *PhD of Candidate's thesis (Chemistry)*, Voronezh, 2014, 137 p. (In Russ.).

19. Dudina S.N. [Investigation of the mechanism of activation of clays by electromagnetic action], *Nauchnyye vedomosti. Seriya Yestestvennyye nauki* [Scientific bulletin. Natural Sciences Series], 2011, no. 9(104), is. 15, pp. 110-113. (In Russ., abstract in Eng.).

20. Starostina I.V., Sverguzova S.V., Stolyarov D.V., Porozhnyuk E.V., Shaikhiyev I.G., Anichina Ya.N. [Spent kieselguhr sludge of oil extraction production is a raw material for obtaining sorption material], *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University], 2017, vol. 20, no. 16, pp. 133-136. (In Russ., abstract in Eng.).

21. Starostina I.V., Syarov D.V., Kosukhin M.M. Carbonic and Mineral Adsorbent, received out of a Slurry Withdrawal of Oil-Extracting Production, *Solid State Phenomena*, 2017, vol. 265, pp. 319-324. doi: 10.4028/www.scientific.net/SSP.265.319

22. Pichugin E.A. [Assessment of the impact of drilling mud on the environment], *Molodoy uchenyy* [The Young Scientist], 2013, no. 9(56), pp. 122-123. (In Russ., abstract in Eng.).

23. Askalepova O.I., Nikanorova I.E., Anisimova V.A. [Extraction-photometric determination of 9-(2-diethylaminoethyl)-2,3 dihydroimidazo [1,2-a] benzimidazole (diabenol) dihydrochloride], *Meditsinskiy vestnik Yuga Rossii* [Medical Bulletin of the South of Russia], 2011, no. 4, pp. 24-28. (In Russ., abstract in Eng.).

24. Starostina I.V., Polovneva D.O. [Investigation of the mechanism of the sorption process of eosin H dye by chemically activated carbon-containing sorption materials], *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal* [Russian Chemical Journal], 2024, vol. 68, no. 2, pp. 45-52. doi: 10.6060/rcj.2024682.6 (In Russ., abstract in Eng.).

25. Almazova G.A., Shaikhiyev I.G., Galimova R.Z., Sverguzova S.V. [Investigation of the kinetics of phenol adsorption processes by felting and felt production waste], *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova* [Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov], 2016, vol. 1, no. 10, pp. 179-184. (In Russ., abstract in Eng.).

26. Kotova D.L., Pham Thi Gam, Krysanova T.A., Vasilyeva S.Yu., Timchenko Yu.A., Beketov B.N. [Description of the isotherm of sorption of pyridoxine hydrochloride on clinoptilolite tuff], *Sorbtsionnyye i khromatograficheskiye protsessy*. [Sorption and chromatographic processes], 2014, vol. 14, no. 4, pp. 572-577. (In Russ., abstract in Eng.).

27. Cheremisina O.V., Schenk Y., Cheremisina E.A., Ponomareva M.A. [Thermodynamic model of ion exchange processes using the example of cerium sorption from complex salt solutions], *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute], 2019, vol. 237, pp. 307-316. doi:10.31897/pmi.2019.3.307. (In Russ., abstract in Eng.).

28. Ostapenko G.I. *Kolloidnaya khimiya: ucheb. posobiye* [Colloidal chemistry], Tolyatti: TSU, 2010, 71 p. (In Russ.).

## **A Study of Sorption Processes of Anionic Dye by Carbon-Containing Adsorbents Based on Oil Extraction Waste Products**

**D. O. Polovneva, I. V. Starostina, L. V. Denisova**

*Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov,  
Belgorod, Russia*

**Keywords:** adsorption isotherms; kieselguhr sludge; acidic dye; sorption models; pollutant; wastewater; carbon-containing adsorption material; chemical activation.

**Abstract:** The article presents the results of studies of the nature of the sorption processes of the acid dye eosin H on the surface of native and chemically activated carbon-containing sorption materials – TKSh<sub>500</sub>, prepared by thermolysis at a temperature of 500 °C of spent kieselguhr sludge – waste from oil extraction production. 1M sodium hydroxide solution, concentrated nitric acid and its 10 % and 30 % solutions, 30 % hydrogen peroxide solution, 20 % sodium chloride solution were used as activators. According to the obtained results, the maximum sorption capacity (0.0047 mmol/g) is characteristic of TKSh<sub>500</sub> activated by a 30 % HNO<sub>3</sub> solution. The adsorption value and equilibrium concentration of the sorption materials under consideration were mathematically processed using regression equations of sorption models to obtain determination coefficients. Thermodynamic parameters of the adsorption process for each sorbent were determined – sorption equilibrium constants and Gibbs free energy. The results obtained showed that the sorption of the eosin H dye is predominantly polymolecular.

---

© Д. О. Половнева, И. В. Старостина, Л. В. Денисова, 2025

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПАНЕЛЕЙ АНГИДРИТОВЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ ИЗ ОТХОДОВ ФТОРОВОДОРОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Ю. М. Федорчук, А. С. Рыбин, М. В. Носова,  
В. А. Данекер, Е. В. Солодов, Л. А. Леонова**

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет», Томск, Россия;  
Сахалинское ЛПУМТ ООО «Газпром трансгаз Томск», Томск,  
Россия; АО «ТомскНИПИнефть», Томск, Россия*

**Ключевые слова:** ангидритовое вяжущее; охрана окружающей среды; промышленное производство; строительные материалы; фторангидрит; утилизация отходов.

**Аннотация:** Рассмотрен процесс утилизации отходов, образующихся при производстве фтороводорода в ходе химической реакции между природным инертным материалом – фторидом кальция и концентрированной серной кислотой. Текущие методы утилизации включают нейтрализацию отходов щелочью и их сброс в водные системы, что оказывает негативное воздействие на окружающую среду из-за содержания фторид- и сульфат-анионов. Предложена технологическая схема лабораторной установки, позволяющей из нейтрализованного отхода производства фтороводорода – фторангидрита, изготавливать экологически безопасные строительные материалы: панели ангидритовые отделочные. Дано описание последовательного процесса производства, начиная от загрузки исходных материалов в смесители до формирования и хранения готовых панелей, деталей спроектированной лабораторной установки, а именно ее составных узлов и производительности.

---

Федорчук Юрий Митрофанович – доктор технических наук, профессор отделения контроля и диагностики (ИШНКБ), ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»; Рыбин Александр Сергеевич – инженер по подготовке производства 1 категории, e-mail: sasha.rybin.1995@mail.ru, Сахалинское ЛПУМТ ООО «Газпром трансгаз Томск», Томск, Россия; Носова Мария Владимировна – кандидат биологических наук, ведущий инженер отдела ОВОС, АО «ТомскНИПИнефть»; Данекер Валерий Аркадьевич – кандидат технических наук, доцент отделения электроэнергетики и электротехники (ИШЭ); Солодов Егор Викторович – студент; Леонова Лилия Александровна – кандидат технических наук, доцент отделения ядерно-топливного цикла (ИЯТШ), ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия.

## Введение

Отходы производства фтороводорода образуются в результате химической реакции между природным инертным материалом, фторидом кальция и концентрированной серной кислотой. В настоящее время на предприятиях атомной промышленности применяют следующий способ утилизации отходов: нейтрализованный избытком щелочи фторангидрит (ФА) сбрасывается в речные воды и водотоки в пределах установленных нормативов допустимых сбросов [1, 2]. Однако данный метод приводит к накоплению фторид- и сульфат-ионов в водной среде, что оказывает негативное воздействие на экосистему и биологические организмы.

Фторид-ионы в концентрациях, превышающих предельно допустимые нормы, оказывают токсическое воздействие на живые организмы, нарушая клеточный метаболизм, проницаемость мембран и процессы транскрипции и трансляции [3]. Сульфат-ионы в воде при повышенных концентрациях могут ухудшать ее органолептические свойства, придавая горький или солоноватый вкус, а также вызывать раздражение слизистых оболочек и аллергические реакции организма [4]. Таким образом, традиционные методы утилизации отходов производства фтороводорода представляют собой серьезную экологическую проблему, требующую новых решений.

Наиболее активные исследования в области утилизации ФА проводили российские ученые Н. П. Галкин, А. Л. Гольдинов, Н. П. Курин, С. В. Островский и Б. П. Ильинский. Их работы охватывают общие проблемы утилизации отходов химической промышленности и сфокусированы на конкретных методах утилизации ФА. Методы включают химическую, физическую переработку и использование в качестве сырья для производства других материалов [5].

Одним из перспективных способов утилизации ФА является его применение в строительстве благодаря вяжущим свойствам. Нейтрализованный ФА в сочетании с цементом может использоваться для изготовления плит, блоков и других строительных материалов. Также разработаны фторангидритовые композиции с легкими заполнителями, такими как вспученный перлитовый песок, для производства конструкционно-теплоизоляционных материалов, например, пазогребневых плит и блоков для внутренних конструкций зданий [6 – 9].

Анализ российского и зарубежного опыта показывает, что текущие методы утилизации ФА имеют значительные недостатки. Переработка для получения добавки в клинкер требует значительных энергетических затрат на удаление избыточной серной кислоты и создание дополнительных участков для грануляции сульфата кальция [10 – 15]. Получение строительного гипса связано с многостадийностью процесса и высокими энергозатратами. Использование ФА в качестве наполнителя для строительных изделий требует дорогостоящего цемента [16 – 17]. Методы получения ангидритовых строительных растворов также включают сложные стадии нейтрализации и введения дополнительных добавок [18].

Таким образом, исследование альтернативных способов утилизации отходов фтороводородного производства не только способствует снижению экологической нагрузки на водные экосистемы, но и открывает возможности для создания полезных строительных материалов.

*Цель исследования* – разработка лабораторного устройства для изготовления панелей ангидритовых отделочных (ПАНО) из отходов фтороводородного производства.

### **Материалы и методы**

В ходе исследования использовались методики, направленные на определение ключевых характеристик изготовленных на лабораторной установке листов ПАНО. В частности, по ГОСТ Р 51829–2022 определены предел прочности при изгибе, поверхностное водопоглощение и шероховатость поверхности. В соответствии с требованиями ГОСТ 5802–86 проведены исследования подвижности смеси, плотности смеси и прочности на сжатие опытных образцов, изготовленных из фторангидритового раствора.

Для исследования шероховатости поверхности образцов применялся стилусный профилометр KLA-Tencor Alpha-Step IQ. Оценка прочности образцов на сжатие и изгиб проводилась с использованием гидравлического пресса E161N. Показания напряжения и силы тока, подаваемых на электромагнит авторской установки, фиксировались блоком мультиметров.

Для обработки и анализа данных использовалось программное обеспечение EXCEL. Вычислены средние значения и случайные погрешности с доверительной вероятностью 0,95, что позволило оценить статистическую значимость результатов. Также применялось программное обеспечение КОМПАС-3D v20 для проектирования и визуализации прототипа лабораторной установки.

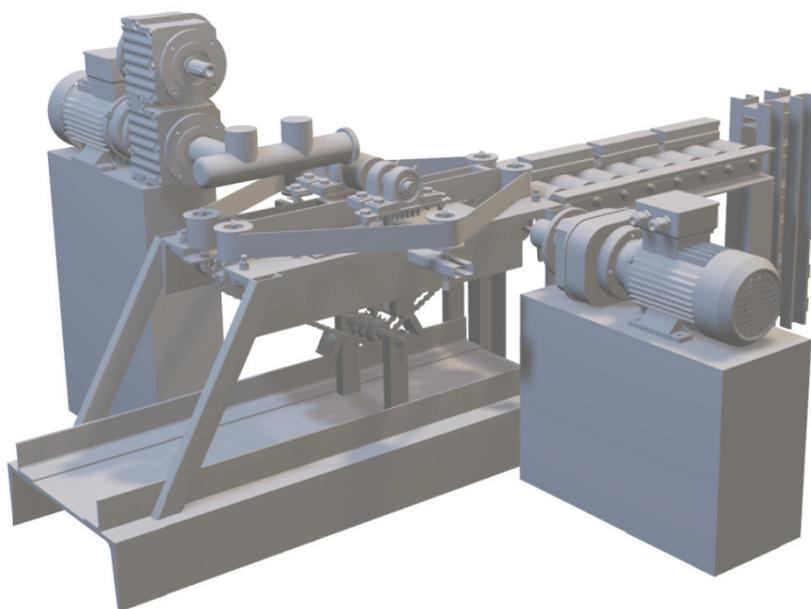
Полученные характеристики панелей ангидритовых отделочных сопоставлены с существующим на рынке аналогом – гипсоволокнистыми листами (ГВЛ) фирмы KNAUF.

### **Результаты и обсуждение**

Гипсоволокнистые листы – это высококачественный отделочный материал, изготавливаемый из прессованной смеси гипсового вяжущего и волокон распушенной макулатуры по ГОСТ Р 51829–2022 [19]. Листы фирмы KNAUF применяются в системах перегородок стен, облицовок, потолков, а также для создания сборного основания пола. Системы с ГВЛ позволяют исключить «мокрые» процессы и сократить сроки ремонтно-отделочных работ.

Основными компонентами ГВЛ являются технический гипс, который служит связующим элементом и составляет большую часть листа, армирующий материал в виде волокон, добавляемый для улучшения механической прочности листа, и модификаторы, используемые для улучшения различных характеристик листа, таких как влагостойкость, устойчивость к плесени и огню. Вода используется для гидратации гипса и формирования прочной структуры [20].

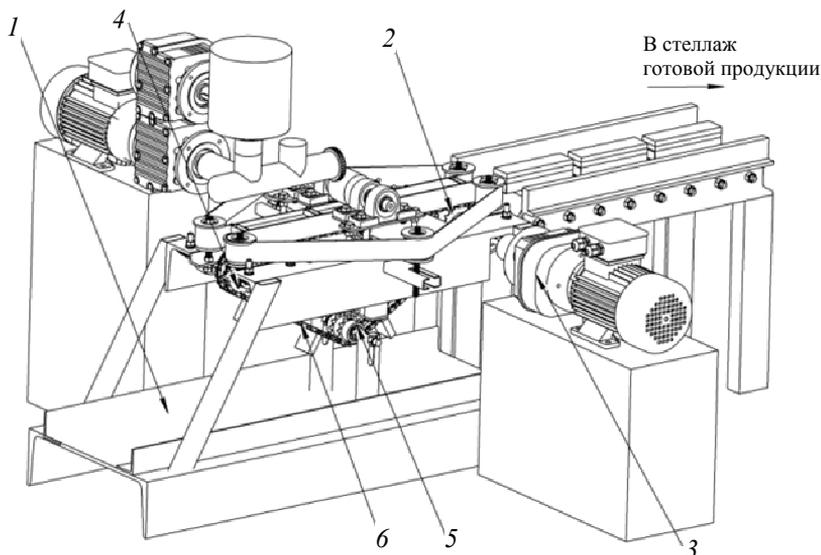
Предлагается аналог листов ГВЛ, а именно импортозамещающая строительная продукция – листы ПАНО, не уступающие по своим механическим и геометрическим характеристикам ближайшему аналогу. Для производства листов ПАНО спроектирована и испытана лабораторная установка (рис. 1).



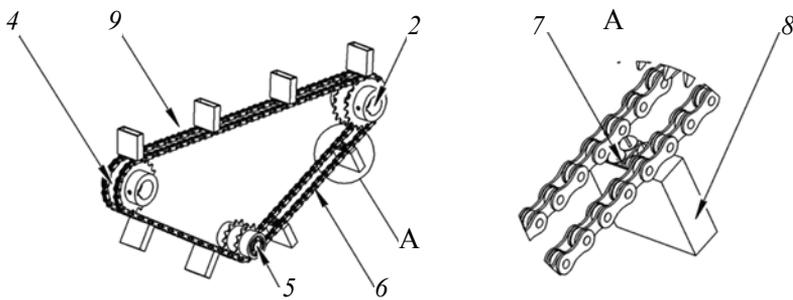
**Рис. 1. Лабораторная установка по производству ПАНО (3D-модель)**

Важной особенностью технологии является использование в качестве основного сырья нейтрализованного отхода – фторангидрита, что позволяет не только снизить себестоимость продукции, но и решить проблему утилизации данного отхода.

Основные элементы установки представлены на рис. 2. Рама 1 состоит из верхнего и нижнего горизонтальных швеллеров, соединенных трубами. На одном конце верхнего швеллера установлены два подшипника,



**Рис. 2. Блок-схема лабораторной установки без растворобетонного узла:**  
 1 – рама; 2, 4, 5 – ведущие, ведомые и натяжная звездочки соответственно;  
 3 – мотор-редуктор; 6 – замкнутая цепь

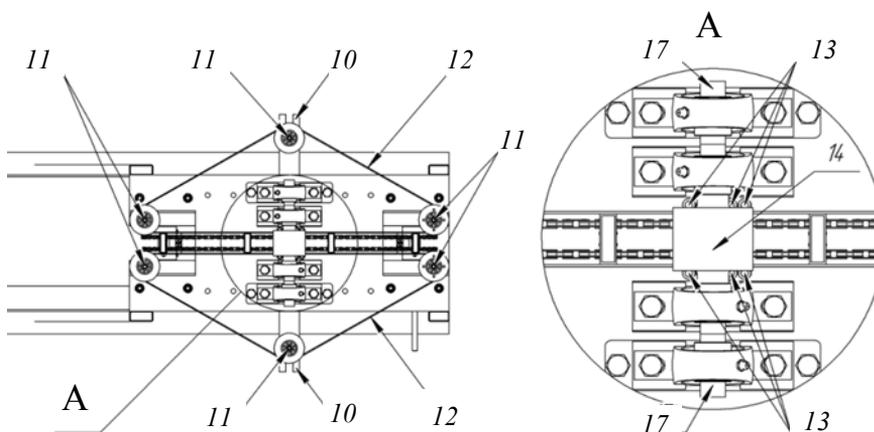


**Рис. 3. Блок-схема транспортировочной цепи лабораторной установки:**  
 2, 4, 5 – ведущие, ведомые и натяжная звездочки соответственно;  
 6 – замкнутая цепь; 7 – горизонтальные полочки; 8 – перегородки;  
 9 – технологические поддоны

внутри которых размещен ведущий вал с двумя ведущими звездочками 2, соединенный с валом мотор-редуктора 3. На противоположном конце верхнего швеллера также установлены два подшипника, с помощью которых зафиксирован ведомый вал с двумя ведомыми звездочками 4. На нижнем швеллере, на вертикальных опорах посередине закреплена ось с двухрядной звездочкой, предназначенной для натяжения цепей 5.

На рисунке 3 представлена транспортировочная цепь, осуществляющая перемещение поддонов с изготавливаемыми изделиями. Ведущая 2, ведомая 4 и натяжная 5 звездочки соединены замкнутой цепью 6, к которой через равное количество звеньев смонтированы горизонтальные полочки 7. К полочкам прикреплены перегородки 8 в виде полых параллелепипедов. Между перегородками 8 на параллельно расположенные замкнутые цепи 6 загружают поддоны из металлического основания и ламинированной фанеры 9. Размер поддонов соответствует длине и ширине изготавливаемых изделий.

На рисунке 4 представлено крепление технологических лент, осуществляющих функцию подвижной опалубки и крепление вала-виброформователя.

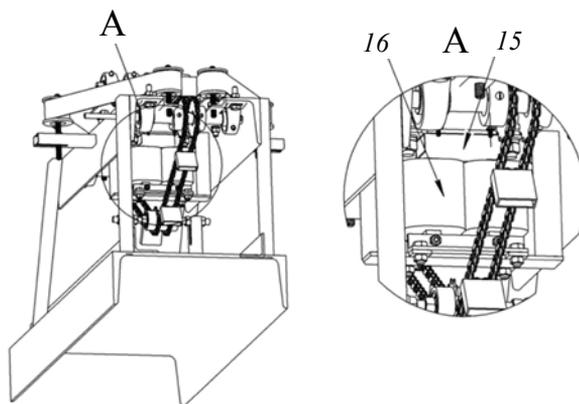


**Рис. 4. Блок-схема крепления технологических лент и вала-виброформователя:**  
 10 – прямоугольные трубки; 11 – вертикальные ролики; 12 – замкнутые технологические ленты; 13 – оси с роликами; 14 – виброрвал; 17 – амортизирующие наконечники

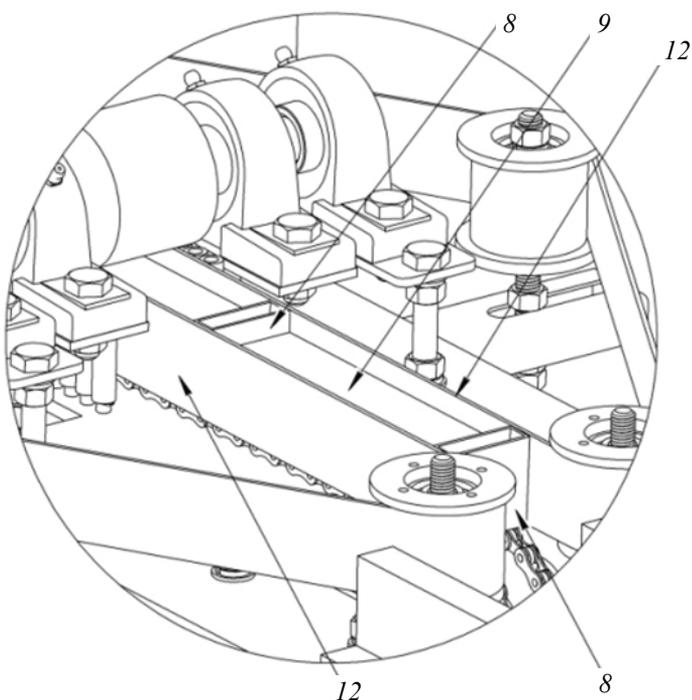
Противоположные концы верхнего швеллера и концы трубок 10, приваренных к боковым стенкам верхнего швеллера, оснащены вертикально расположенными роликами 11, на которые натянуты две замкнутые гибкие технологические ленты 12, образующие подвижные бортики для поддонов. Высота бортиков соответствует толщине панели. Сбоку от замкнутых технологических лент на верхнем швеллере вертикально установлены оси с роликами 13, фиксирующими технологические ленты 12 от горизонтального смещения. В средней части верхнего швеллера над технологическими лентами установлен полый вибровал 14, закрепленный в четырех подшипниках. Средняя часть вала утолщена, его внешняя поверхность выполнена из капролона, а внутрь вала запрессован металлический стержень с амортизирующими наконечниками 15 на концах.

На рисунке 5 представлено крепление электромагнита на лабораторной установке. Два подшипника закреплены на верхнем швеллере, два других прикреплены к пластинам с направленными вниз шпильками, на которых зафиксирована пластина с отверстиями 16. Пластина расположена над электромагнитом 17, установленным на нижней поверхности верхнего швеллера. Работа установки осуществляется следующим образом: поддоны 9, служащие основой для формирования ПАНУ, загружают на цепи 6 между перегородками 8, которые закреплены на цепях таким образом, что расстояние между ними соответствует длине изготавливаемых панелей. Мотор-редуктор 3 обеспечивает непрерывное движение цепей 6, скорость которых регулируется в зависимости от размеров панелей и характеристик вяжущего состава. Цепи перемещаются вдоль верхнего и нижнего швеллеров. Регулировка натяжения цепей 6 осуществляется через двухрядную звездочку 5, расположенную на оси, закрепленной на двух опорах.

Бортиками поддонов служат технологические ленты 12, натянутые на ролики 11, что позволяет им перемещаться вместе с цепями 6. Ролики 13 фиксируют технологические ленты в месте загрузки формируемой смеси, предотвращая их горизонтальное смещение. Верхняя поверхность поддонов 9, перегородки 8 и прилегающие к ним технологические ленты 12 формируют внутреннюю структуру прямоугольной формы для будущей панели ангидритовой отделочной (рис. 6).



**Рис. 5. Крепление электромагнита на лабораторной установке:**  
15 – металлическая пластина; 16 – электромагнит



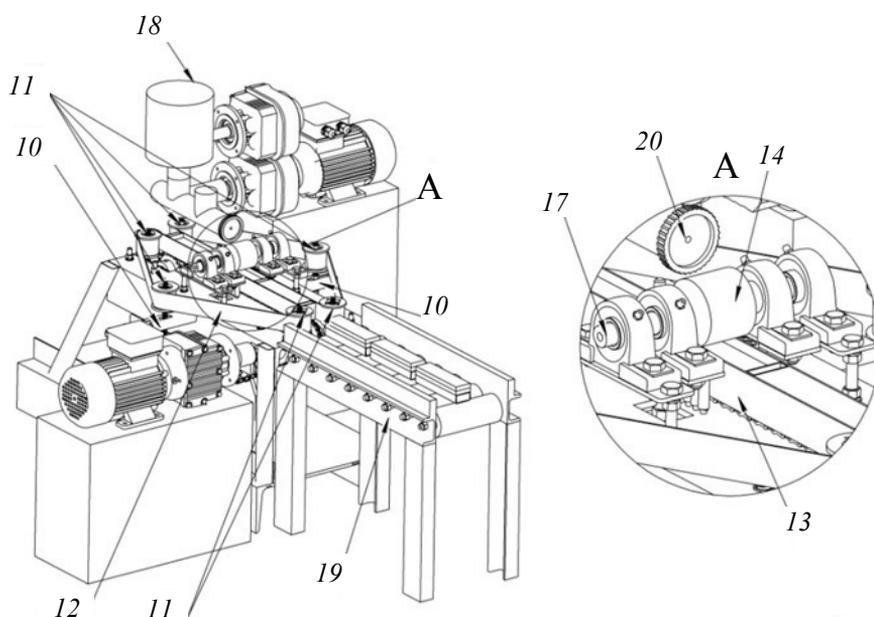
**Рис. 6. Блок-схема формообразующей поверхности для панелей ангидритовых отделочных:**

8 – перегородки; 9 – технологический поддон;

12 – замкнутые технологические ленты

Вязущий состав из нейтрализованного ФА, песка, ускорителя схватывания, волокнистого компонента и воды загружают в форму через бункер 18 и шнек 20 (рис. 7). В процессе заполнения формы вязущий состав уплотняется утолщенной частью вала 14 за счет вибрации от электромагнита 17. Вибрация передается через шпильки к пластинам и подшипникам, в которых установлен вал 14. Вакуумные резиновые трубки 15 на концах стального стержня выполняют функцию амортизатора для вала 14. Избыток раствора удаляется в полую часть перегородок и сбрасывается в отдельную передвижную емкость (на рисунках не показана). После уплотнения смеси сформированную панель направляют на рольганг 19 (см. рис. 7). Для изготовления следующей панели процесс повторяют. Готовые ПАНО направляют в стеллаж готовой продукции. Конструктивные особенности установки включают распределение вязущего вещества в форме и выравнивание лицевой поверхности панели за счет вибрации вала 14, создаваемой электромагнитом 17.

Напряжение, подаваемое на электромагнит, составляет 100 В при силе тока 1 А. Силу притяжения электромагнита регулируют путем изменения зазора между электромагнитом 17 и пластиной 16. Интенсивность колебаний регулируют с помощью лабораторного автотрансформатора, подключенного к электромагниту. Частота колебаний составляла 50 Гц. Скорость перемещения поддонов по транспортеру составляла 0,05 м/с.



**Рис. 7. Блок-схема лабораторной установки по производству ПАНО:**

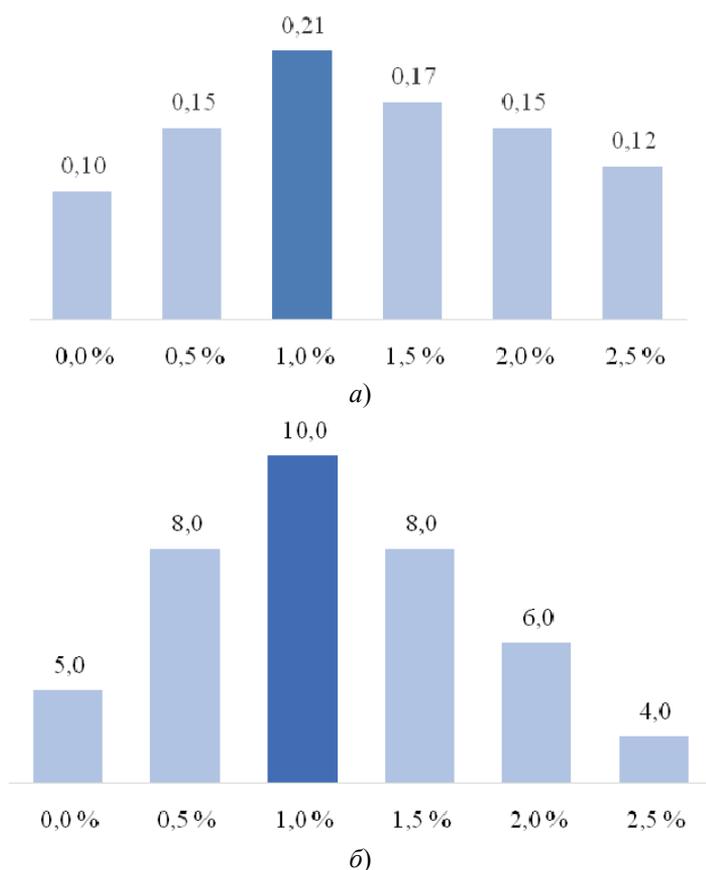
10 – прямоугольные трубки; 11 – вертикальные ролики;  
 12 – замкнутые технологические ленты; 13 – оси с роликами; 14 – вибривал;  
 17 – амортизирующие наконечники; 18 – бункер; 19 – рольганг; 20 – шнек

### Обсуждение полученных результатов

Основные показатели созданного прототипа включают габариты лабораторной установки: длину  $L = 900$  мм; ширину  $W = 280$  мм; высоту  $h = 720$  мм и габариты изготавливаемых ПАНО:  $L = 152$  мм;  $W = 40$  мм;  $h = 10$  мм.

Экспериментально установлена оптимальная подвижность смеси для эффективного производства ПАНО на лабораторной установке. Данный показатель составляет  $0,8 \dots 1,5$  см по ГОСТ 5802–86. При подвижности смеси ниже  $0,8$  см ангидритовое вяжущее распределяется неравномерно по технологическому поддону, при этом сила вибрировала недостаточно для выравнивания лицевой поверхности листов ПАНО. Данный негативный эффект приводит к дефектам в структуре листов и снижению их качества. При подвижности смеси выше  $1,5$  см ангидритовое вяжущее становится слишком текучим, обладает низкой вязкостью, что препятствует приобретению листами ПАНО необходимой геометрической формы и негативно сказывается на их конечных характеристиках.

По результатам проведенных исследований установлено, что оптимальный состав техногенного ангидритового вяжущего на основе ФА соответствует следующему соотношению компонентов, % (в пересчете на 100 % ФА по массе): вода – 36, песок – 30,  $K_2SO_4$  (ускоритель схватывания) – 1,5, базальтовая вата (армирующий материал) – 1, сульфолон – 0,02. Изготовленные ангидритовые панели подвергались механическим испытаниям спустя 28 суток после затворения состава водой.



**Рис. 8. Зависимость предела прочности при изгибе (а) и сжатии (б) ПАНО от содержания базальтовой ваты (содержание воды 36 %)**

Испытания ПАНО при указанном составе показали следующие значения: предел прочности при изгибе –  $(0,21 \pm 0,015)$  МПа (рис. 8, а), предел прочности на сжатие –  $(10 \pm 0,22)$  МПа (рис. 8, б), коэффициент водостойкости – 0,81 (рис. 9), шероховатость лицевой поверхности  $Ra$  –  $(15,1 \pm 0,18)$  мкм (рис. 10).

Анализ влияния компонентов смеси показал, что содержание 1 % базальтовой ваты является оптимальным для достижения необходимой минимальной прочности панелей (см. рис. 8).

Далее представлены результаты исследования влияния содержания воды в техногенном ангидритовом вяжущем на предел прочности при изгибе ПАНО. Методика испытаний заключалась в разрушении образца  $152 \times 40 \times 10$  мм под действием сосредоточенной нагрузки, прикладываемой в центре пролета (рис. 11). Скорость нарастания нагрузки составляла 15...20 Н/с.

Предел прочности при изгибе, МПа, определяют согласно ГОСТ Р 51829–2022 по формуле

$$R_{\text{изг}} = \frac{3F \cdot 120}{2bs^2}, \quad (1)$$

где  $F$  – разрушающая нагрузка, Н;  $b$  – ширина образца, мм;  $s$  – толщина образца, мм; 120 – расстояние между осями опор, мм.

На рисунке 12 представлены результаты исследования влияния содержания воды на прочность ПАНО, а также их сравнение с ГВЛ фирмы KNAUF. Согласно полученным данным, можно сделать вывод, что ПАНО, изготовленные из техногенного ангидритового вяжущего с содержанием воды 28 – 36 %, не уступают по прочностным характеристикам ГВЛ фирмы KNAUF.

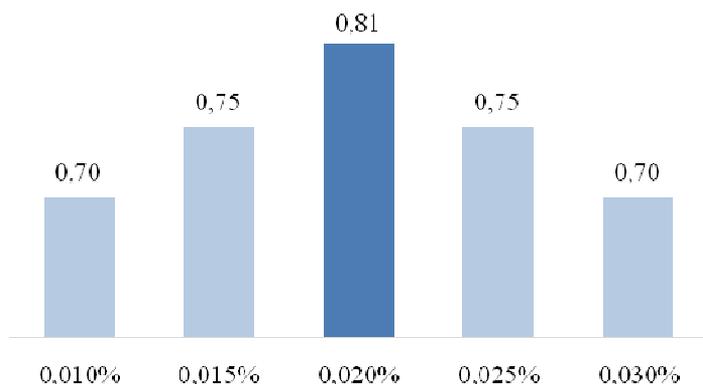


Рис. 9. Зависимость коэффициента водостойкости от содержания сульфанола

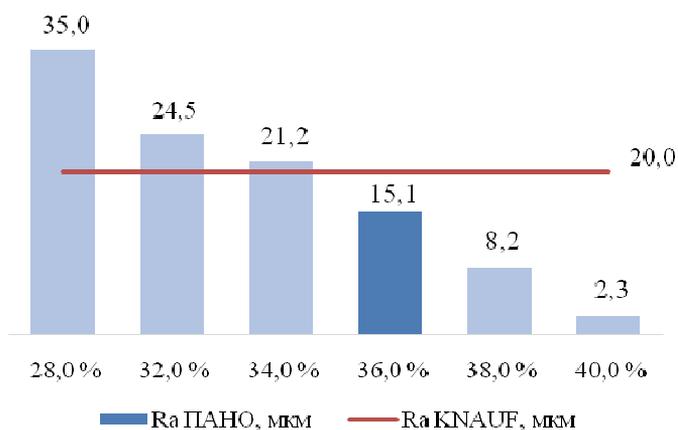


Рис. 10. Зависимость  $Ra$  лицевой поверхности панелей ангидритовых отделочных от содержания воды

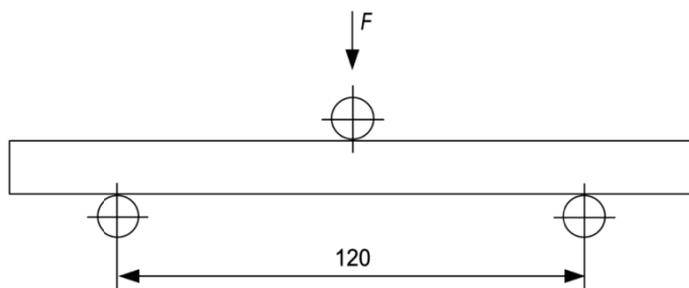
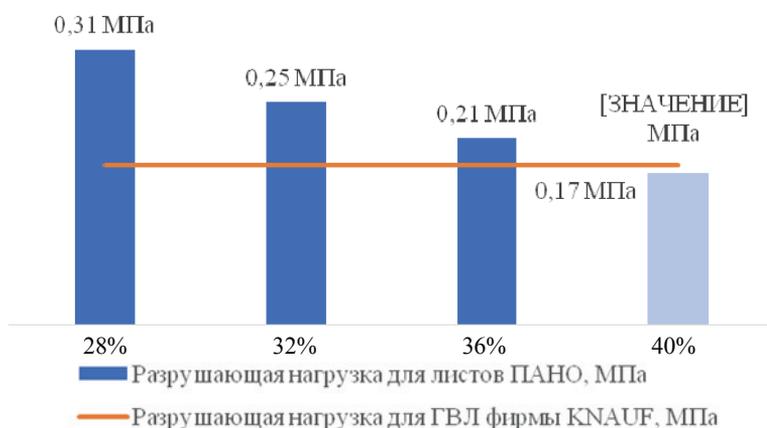


Рис. 11. Схема испытания на прочность при изгибе



**Рис. 12. Зависимость предела прочности при изгибе панелей ангидритовых отделочных от содержания воды и сравнение с ГВЛ фирмы KNAUF**

Представленные результаты исследования влияния сульфанола на водостойкость панелей, показали, что добавление 0,02 % сульфанола увеличивает водостойкость до 0,81, что соответствует минимальным требованиям ГВЛ фирмы KNAUF, однако увеличение содержания сульфанола снижает прочность образцов (см. рис. 9). Ранее был установлен диапазон подвижности раствора для производства ПАНО на лабораторной установке 0,8...1,5 см, что соответствует содержанию воды 32 – 36 %. Как видно из гистограммы (см. рис. 10), при содержании воды 36 % панели имеют наименьшую шероховатость лицевой поверхности, составляющую 15,1 мкм.

Результаты испытаний техногенного ангидритового вяжущего и сравнение показателей листов ГВЛ фирмы KNAUF с панелями, произведенными из ФА, представлены соответственно в табл. 1 и 2. На основе полученных данных можно сделать вывод, что производимые панели ангидритовые отделочные соответствуют требованиям стандартов ГВЛ фирмы KNAUF.

Таблица 1

**Статистические результаты испытаний техногенного ангидритового вяжущего состава в соответствии с ГОСТ 5802–86**

| Параметр  | Результаты испытаний |
|---|----------------------|
| Подвижность смеси, см                           | $1,5 \pm 0,0076$     |
| Плотность смеси, г/см <sup>3</sup>              | $1,7 \pm 0,63$       |
| Предел прочности при сжатии образцов из ФА, МПа | $10 \pm 0,22$        |

Таблица 2

**Результаты испытаний панелей ангидритовых отделочных**

| Параметр                      | Требования к ГВЛ KNAUF | Результаты испытаний ПАНО |
|-------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Предел прочности при изгибе   | Не менее 0,18 МПа      | $(0,21 \pm 0,015)$ МПа    |
| Шероховатость поверхности, Ra | Не более 20 мкм        | $(15,1 \pm 0,18)$ мкм     |

## Заключение

Спроектированный прототип лабораторной установки для непрерывного производства листов ПАНО в ходе испытаний подтвердил свою работоспособность в части производства строительных материалов из отходов фтороводородного производства. Скорость производства панелей ангидритовых отделочных на лабораторной установке составляет 0,05 м/с. Габариты лабораторной установки: длина 900 мм, ширина 280 мм, высота 720 мм. Габариты изготавливаемого ПАНО: длина 152 мм, ширина 40 мм, высота 10 мм.

Оптимальный состав техногенного ангидритового вяжущего на основе фторангидрита соответствует следующему соотношению компонентов (в пересчете на 100 % ФА по массе): вода – 36 %, песок – 30 %,  $K_2SO_4$  (ускоритель схватывания) – 1,5 %, базальтовая вата (армирующий материал) – 1 %, сульфонол – 0,02 %.

Испытания панелей ангидритовых отделочных, изготовленных при указанном составе, показали следующие значения: предел прочности на сжатие –  $(10 \pm 0,22)$  МПа, предел прочности при изгибе –  $(0,21 \pm 0,015)$  МПа, шероховатость лицевой поверхности  $Ra$  –  $(15,1 \pm 0,18)$  мкм, коэффициент водостойкости – 0,81.

Предложенная технология направлена на оптимизацию переработки отходов и снижение их негативного воздействия на окружающую среду. Внедрение данной технологии позволит более эффективно использовать ресурсы и интегрировать вторичные материалы в производственные циклы.

### *Список литературы*

1. Оценка эффективности виброизмельчения минеральных материалов применительно к твердым отходам фтороводородного производства / Ю. М. Федорчук, В. А. Данекер, А. А. Волков [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 1–3. – С. 325 – 330.
2. Ресурсо- и энергосберегающий способ получения фтороводорода и фторангидрита / Ю. М. Федорчук, В. В. Матвиенко, Д. В. Нарыжный, А. С. Рыбин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2020. – № 3(77). – С. 32 – 39. doi: 10.17277/voprosy.2020.03.pp.032–039
3. Алехина, Д. А. Влияние малых доз неорганических соединений фтора на уровень свободнорадикального окисления и внутриклеточных защитных систем в сердце, легких и печени / Д. А. Алехина, А. Г. Жукова, Т. Г. Сазонтова // Технологии живых систем. – 2016. – Т. 13, № 6. – С. 49 – 56.
4. Сульфаты в воде [Электронный ресурс] // Экодар. – URL: <https://www.ekodar.ru/filter/water-wiki/o-problemah-s-vodoi/sulfaty-v-vode/> (дата обращения: 06.01.2025).
5. Галкин, Н. П. Улавливание и переработка фторсодержащих газов / Н. П. Галкин, В. А. Зайцев, М. Б. Серегин. – М. : Химия, 1989. – 256 с.
6. Фторангидристые композиции с легким наполнителем на основе вспученного перлитового песка / Г. И. Яковлев, Д. А. Калабина, В. П. Грахов [и др.] // Строительные материалы. – 2019. – № 5. – С. 57 – 61. doi: 10.31659/0585-430X-2019-770-5-57-61
7. Effect of Carbon-Containing Additives on the Properties of Fluoroanhydrite Compositions Used for Flooring / D. Kalabina, G. I. Yakovlev, Z. Saidova [et al.] // Key Engineering Materials. – 2022. – Vol. 932. – P. 219 – 224. doi: 10.4028/p-1q9dt3

8. Application of Anhydrous Calcium Sulphate in Cement Bound Granular Pavement Layers: Towards a Circular Economy Approach / J. Rombi, M. Coni, M. Olianias, M. Salis, S. Portas, A. Scanu // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2021. – Vol. 12958. – P. 91 – 99. doi: 10.1007/978-3-030-87016-4\_7
9. Environmental Impact and Management of Phosphogypsum / H. Tayibi, M. Choura, F. López, F. Alguacil, A. López-Delgado // *Journal of Environmental Management*. – 2009. – Vol. 90, No. 8. – P. 2377 – 2386. doi: 10.1016/j.jenvman.2009.03.007
10. Volkova, O. V. Dry Mixes for Brickwork Restoration of Old Buildings / O. V. Volkova, L. A. Anikanova // *Glass and Ceramics*. – 2020. – Vol. 77, No. 7-8. – P. 322 – 326. doi: 10.1007/s10717-020-00298-1
11. High-Strength Fluoroanhydrite Composition / G. Yakovlev, Ja. Keriene, V. Grakhov [et al.] // *Selected papers of the 13th International Conference “Modern Building Materials, Structures and Techniques”*, Вильнюс, 16–17 мая 2019 г. – Вильнюс, 2019. – P. 224 – 229. doi: 10.3846/mbmst.2019.042
12. Structural and Thermal Insulation Materials Based on High-Strength Anhydrite Binder / G. Yakovlev, G. Pervushin, V. Grahov [et al.] // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* : 4, Prague, 17–21 June 2019. – Prague, 2019. – P. 032071. doi: 10.1088/1757-899X/603/3/032071
13. Zhakupova, G. Possible Alternatives for Cost-Effective Neutralisation of Fluoroanhydriteminimising Environmental Impact / G. Zhakupova, M. Sadenova, P. S. Varbanov // *Chemical Engineering Transactions*. – 2019. – Vol. 76. – P. 1069 – 1074. doi: 10.3303/CET1976179
14. Recycling Industrial Byproduct Gypsum for Use as Plastering Materials by the Tandem Pyro-Hydro Process: Impurities Removal, Whiteness Improvement, and Regularity of Phase Evolution / Z. Zheng, C. Weng, Z. Kang, M. Zhong, C. Yu, Z. Lin, W. Liu // *Journal of Material Cycles and Waste Management*. – 2024. – Vol. 26. – P. 3384 – 3396. doi: 10.1007/s10163-024-02044-z
15. The Use of Fluoro-Anhydrite for Building Materials Production / D. K. Galkina, O. V. Rudenko, M. A. Sadenova, N. A. Kulenova // *Chemical Engineering Transactions*. – 2021. – Vol. 88. – P. 589 – 594. doi: 10.3303/CET2188098
16. Development of the Composition of a Special Mixture for Floors Using Anhydrite Binders / A. F. Buryanov, N. A. Galtseva, I. V. Morozov, E. N. Buldyzhova // *Lecture Notes in Civil Engineering*. – 2021. – Vol. 160 LNCE. – P. 183 – 189. doi: 10.1007/978-3-030-75182-1\_25
17. Phosphogypsum Recycling: A Review of Environmental Issues, Current Trends, and Prospects / Y. Chernysh, O. Yakhnenko, V. Chubur, H. Roubík // *Applied Sciences (Switzerland)*. – 2021. – Vol. 11, No. 4. – P. 1 – 22. doi: 10.3390/app11041575
18. Порсина, А. С. Исследование влияния фторангидрита производства ОАО «Галополимер Пермь» как альтернативу гипсу Ергачинского месторождения на свойства тампонажного цемента ПЦТ I-G-CC-1 в условиях ОАО «Сухоложскцемент» / А. С. Порсина // *Актуальные проблемы развития технических наук* : сб. ст. – Екатеринбург, 2018. – С. 153 – 157.
19. Мухаметрахимов, Р. Х. Технология изготовления гипсоволокнистых листов на основе целлюлозных волокон / Р. Х. Мухаметрахимов, А. Н. Дикина // *Вестник Технологического университета*. – 2015. – Т. 18, № 15. – С. 91 – 94.
20. Пат. РФ 2812404 С1. МПК В28В 15/00 В28С 9/00 В28В 1/087. Установка для изготовления панелей ангидритовых отделочных / Федорчук Ю. М., Рыбин А. С., Данекер В. А., Леонова Л. А., Грицай С. И., Носова М. В. Опубл. 31.01.2024.

## References

1. Fedorchuk Yu.M., Daneker V.A., Volkov A.A. [et al.] [Evaluation of the efficiency of vibratory grinding of mineral materials applied to solid waste of hydrofluoric acid production]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2016, no. 1-3, pp. 325-330. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Fedorchuk Yu.M., Matvienko V.V., Naryzhny D.V., Rybin A.S. [Resource and energy-saving method for producing hydrogen and fluoranhydrite]. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2020, no. 3(77), pp. 32-39. doi: 10.17277/voprosy.2020.03.pp.032-039 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Alekhina D.A., Zhukova A.G., Sazontova T.G. [Effect of small doses of inorganic fluorine compounds on the level of free radical oxidation and intracellular defense systems in the heart, lungs, and liver], *Tekhnologii zhivyykh sistem* [Living Systems Technologies], 2016, vol. 13, no. 6, pp. 49-56. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Available at: <https://www.ekodar.ru/filter/water-wiki/o-problemah-svodoi/sulfaty-v-vode/> (accessed 06.01.2025).
5. Galkin N.P., Zaytsev V.A., Seregin M.B. *Ulavlivaniye i pererabotka flosoderzhashchikh gazov* [Capture and processing of fluorine-containing gases], Moscow: Khimiya, 1989, 256 p. (In Russ.)
6. Yakovlev G.I., Kalabina D.A., Grakhov V.P. [et al.] [Fluoroanhydrite compositions with lightweight filler based on expanded perlite sand], *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials], 2019, no. 5, pp. 57-61. doi: 10.31659/0585-430X-2019-770-5-57-61 (In Russ., abstract in Eng.)
7. Kalabina D., Yakovlev G.I., Saidova Z. [et al.] Effect of carbon-containing additives on the properties of fluoroanhydrite compositions used for flooring, *Key Engineering Materials*, 2022, vol. 932, pp. 219-224. doi: 10.4028/p-1q9dt3
8. Rombi J., Coni M., Olianias M., [et al.] Application of anhydrous calcium sulphate in cement bound granular pavement layers: Towards a circular economy approach, *Lecture Notes in Computer Science*, 2021, vol. 12958, pp. 91-99. doi: 10.1007/978-3-030-87016-4\_7
9. Tayibi H., Choura M., López F., [et al.] Environmental impact and management of phosphogypsum, *Journal of Environmental Management*, 2009, vol. 90, no. 8, pp. 2377-2386. doi: 10.1016/j.jenvman.2009.03.007
10. Volkova O.V., Anikanova L.A. Dry mixes for brickwork restoration of old buildings, *Glass and Ceramics*, 2020, vol. 77, no. 7-8, pp. 322-326. doi: 10.1007/s10717-020-00298-1
11. Yakovlev G., Keriene J., Grakhov V., [et al.] High-strength fluoroanhydrite composition. In: *Proceedings of the 13th International Conference "Modern Building Materials, Structures and Techniques"*, Vilnius, May 16-17, 2019. Vilnius, 2019, pp. 224-229. doi: 10.3846/mbmst.2019.042
12. Yakovlev G., Pervushin G., Grakhov V., [et al.] Structural and thermal insulation materials based on high-strength anhydrite binder, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Prague, June 17-21, 2019, p. 032071. doi: 10.1088/1757-899X/603/3/032071
13. Zhakupova G., Sadenova M., Varbanov P.S. Possible alternatives for cost-effective neutralisation of fluoroanhydrite minimising environmental impact, *Chemical Engineering Transactions*, 2019, vol. 76, pp. 1069-1074. doi: 10.3303/CET1976179
14. Zheng Z., Weng C., Kang Z., [et al.] Recycling industrial byproduct gypsum for use as plastering materials by the tandem pyro-hydro process: impurities removal, whiteness improvement, and regularity of phase evolution, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 2024, vol. 26, pp. 3384-3396. doi: 10.1007/s10163-024-02044-z

15. Galkina D.K., Rudenko O.V., Sadenova M.A., Kulenova N.A. The use of fluoro-anhydrite for building materials production, *Chemical Engineering Transactions*, 2021, vol. 88, pp. 589-594. doi: 10.3303/CET2188098
16. Buryanov A.F., Galtseva N.A., Morozov I.V., Buldyzhova E.N. Development of the composition of a special mixture for floors using anhydrite binders, *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2021, vol. 160, pp. 183-189. doi: 10.1007/978-3-030-75182-1\_25
17. Chernysh Y., Yakhnenko O., Chubur V., Roubík H. Phosphogypsum recycling: A review of environmental issues, current trends, and prospects, *Applied Sciences*, 2021, vol. 11, no. 4, article 1575. doi: 10.3390/app11041575
18. Porsina A.S. [Investigation of the influence of fluoroanhydrite from OAO "Galopolymer Perm" as an alternative to gypsum from the Ergachinskoye deposit on the properties of well cement PCT I-G-CC-1 under the conditions of OAO "Sukholozhskcement"]. In: *Proceedings of the Conference on Actual Problems of Technical Sciences Development*, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, 2018, pp. 153-157. (In Russ.)
19. Mukhametrakhimov R.Kh., Dikina A.N. [Technology for the production of gypsum fiber boards based on cellulose fibers], *Vestnik Technologicheskogo Universiteta*, 2015, vol. 18, no. 15, pp. 91-94. (In Russ.)
20. Fedorchuk Yu.M., Rybin A.S., Daneker V.A., Leonova L.A., Gritsay S.I., Nosova M.V. *Ustanovka dlya izgotovleniya paneley angidritovykh otdelochnykh* [Installation for the production of anhydrite finishing panels], Russian Federation, 2024, Pat. 2812404 (In Russ.)
- 

## **Development and Study of Properties of Anhydrite Finishing Panels from Hydrofluoride Waste Products**

**Yu. M. Fedorchuk, A. S. Rybin, M. V. Nosova,  
V. A. Daneker, E. V. Solodov, L. A. Leonova**

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia;  
Sakhalin LPUMT LLC Gazprom Transgaz Tomsk; Tomsk, Russia;  
JSC TomskNIPIneft, Tomsk, Russia*

**Keywords:** anhydrite binder; environmental protection; industrial production; building materials; fluoroanhydrite; waste disposal.

**Abstract:** The article considers the process of disposal of waste generated during the production of hydrogen fluoride during the chemical reaction between a natural inert material – calcium fluoride and concentrated sulfuric acid. Current disposal methods include neutralization of waste with alkali and its discharge into water systems, which has a negative impact on the environment due to the content of fluoride and sulfate anions. A process flow diagram of a laboratory installation is proposed that allows for the production of environmentally friendly building materials: anhydrite finishing panels, from neutralized hydrogen fluoride production waste – fluoroanhydrite. A description of the sequential production process is given, starting from loading the raw materials into mixers to the formation and storage of finished panels, parts of the designed laboratory installation, namely its component units and productivity.

---

© Ю. М. Федорчук, А. С. Рыбин, М. В. Носова,  
В. А. Данекер, Е. В. Солодов, Л. А. Леонова, 2025

УДК 338.47

DOI: 10.17277/voprosy.2025.02.pp.084-097

### ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

**О. В. Кондрашова, И. М. Кублин, Н. С. Яшин**

*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», Саратов, Россия*

**Ключевые слова:** качество 4.0; качество продукции; потребитель; предприятия; цифровой этап развития СМК; эволюционные подходы к СМК.

**Аннотация:** Рассмотрены эволюционные подходы к системе менеджмента качества (СМК) с учетом современных тенденций цифровизации и развития систем искусственного интеллекта. Развитие промышленного производства в настоящее время не исключает традиционных эволюционных подходов к СМК, однако предъявляет новые требования к системам менеджмента организации. Отставание технологий системы менеджмента качества от технологий в производстве приводит к отсутствию синергетического подхода в СМК и проблемам управленческого характера. Предложен новый этап эволюционного развития СМК с учетом требований, изложенных в Индустрии 4.0.

#### Введение

Проблема управления качеством продукции является одной из ключевых как для управления его конкурентоспособностью на международных рынках, так и для экономики страны в целом. *Во-первых*, качество продукции, соответствующее международным стандартам, позволяет отечественным промышленным предприятиям выйти на международные рынки. Особенно актуальной проблема экспортного потенциала стала в период с 2022 года в связи с введением санкций, затрудняющих поставки отечественных товаров за пределы страны. *Во-вторых*, внедрение систем менеджмента качества (СМК) непосредственно влияет на производительность труда, позволяя сократить дублирующие операции, повышая вовлеченность персонала в процесс выпуска импортозамещенной продукции

---

Кондрашова Ольга Владимировна – аспирант кафедры «Экономика и маркетинг»; Кублин Игорь Михайлович – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и маркетинг», e-mail: ikublin@mail.ru; Яшин Николай Сергеевич – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и маркетинг», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», Саратов, Россия.

и снижая финансовые издержки на бумажный документооборот. В-третьих, современные системы СМК направлены на снижение вредного воздействия на окружающую природную среду и сокращение выбросов парниковых газов, что, в конечном итоге, окажет позитивное влияние на экологическую обстановку в местах расположения предприятий. Однако само понимание системы менеджмента качества, подходы и требования к ней трансформируются [1]. Кроме того, цифровизация экономики оказывает непосредственное влияние на СМК, предъявляя новые требования к организации производственных процессов [2].

*Цель исследования* – изучение основных подходов к СМК и выявление общих закономерностей в формировании эволюционных подходов, а также определение вектора современных тенденций развития системы менеджмента качества.

Появление инновационных технологий, таких как искусственный интеллект и дополненная реальность, меняет окружающий мир, и СМК не является исключением. Кроме того, на практике применяются технологии, разработанные учеными ранее, которые не утратили своей актуальности. При этом важным требованием является их интеграция в существующее программное обеспечение и современные производственные процессы, основанные на инновационных разработках [3].

Эволюционные подходы к развитию СМК в условиях предприятий разрабатывались учеными и практиками, однако в настоящее время исследование данного направления приостановилось. Анализ научной литературы в данном направлении позволил сделать выводы, что исследование эволюционных процессов СМК остановилось на этапе до наступления четвертой промышленной революции (индустрии 4.0.), что ограничивает дальнейшее рассмотрение эволюционных процессов СМК.

### **Теоретический обзор**

Анализом эволюционных подходов к формированию СМК занимались многие ученые. Ряд авторов выделяет четыре этапа развития СМК. Весь процесс заканчивается системной организацией работ по качеству, то есть системами TQM (*англ.* Total Quality Management) и внедрением в практику стандартов ISO, как отправной точки в становлении систем менеджмента качества в условиях функционирования предприятий [4]. Другие ученые отмечают шесть этапов развития СМК, которые также оканчиваются внедрением в практику международных стандартов ISO, однако многие уделяют особое внимание формированию и развитию отечественных систем, современных цифровых подходов к системе менеджмента качества. Несмотря на то что все ученые сходятся во мнении, что цифровые технологии существенно меняют СМК, новый эволюционный этап не рассматривается, а теоретическая база требует уточнения.

### **Результаты исследования**

До начала XX века категория качества рассматривалась преимущественно с точки зрения философского подхода. Древнегреческие философы рассматривали качество как «то, благодаря чему предметы называются

такими-то», при этом они различал устойчивое, преходящее, претерпеваемое и качество-очертание как разновидности качества [5].

В дальнейшем вопросы качества рассматривали многие ученые, которые отмечали, что философское понимание категории качества формировалось через три основных этапа: «качество» – как свойство объекта, «качество» – как совокупность наиболее важных свойств объекта и «качество» – как ценность или полезность исследуемого объекта, его потребительная стоимость.

Философское понимание качества нашло свое отражение на первом этапе становления качества при производстве продукции, индивидуальной формы организации работ. Самой важной характеристикой данного этапа является то, что линейный руководитель (мастер участка, начальник производственного подразделения и т.п.) несет личную ответственность за качество изготовления продукции, производимой для заказчика [6]. Линейный руководитель учитывает требования заказчика к готовой продукции. Например, кузнец мог сделать декоративные элементы или знаки отличия на изготавливаемом оружии, а затем мог вносить правки для получения лучшего результата. В настоящее время индивидуальная форма работ все еще присутствует в производстве. Например, некоторые ювелирные украшения изготавливаются персонально с учетом требований конкретного заказчика. Также индивидуальную форму можно встретить при разработке инновационных решений, где требуется высокий уровень вовлеченности и влияния человеческого фактора на качество итоговых работ. В эпоху цифровой трансформации индивидуальная форма не теряет своей актуальности. Современные концепции, такие как Lean, Six Sigma и Kaizen, подразумевают персональную ответственность каждого работника за качество изготовления продукции, высокий уровень мотивации и вовлеченности в производственные процессы.

Развитие массового производства в конце XIX и начале XX века изменило восприятие категории «качества». В специальной литературе качество рассматривается как некоторая совокупность технических характеристик и свойств товара, которые обладают способностью удовлетворять обусловленные потребности пользователей и покупателей [7, 8]. В этой связи качество товара определяется эстетическими, функциональными и экономическими особенностями, которые в совокупности отвечают конкретным потребностям потребителей [9]. По мнению большинства авторов, данная интерпретация должна дополняться активной позицией относительно не просто удовлетворения требований потребителя, но и процессами исследования и прогнозирования их, формируя тем самым качество в культуре потребления [10, 11].

Содержание процесса управления качеством проявляется в его функциях, представляющих собой организованные виды деятельности, с помощью которых производители изготавливают качественную продукцию. Промышленная революция сопровождалась повышением производительности и эффективности труда, массовым применением машинотехнических средств, урбанизацией и стремительным началом экономического роста субъектов хозяйственной деятельности. На данном этапе сохраняется распределение функций и ответственности за качество между отдель-

ными работниками [12]. Качество понимается как соответствие стандартам, нормативно-технической документации и стабильность процессов, связанных с изготовлением продукции. Для осуществления данной концепции вводятся контрольные проверки и испытания готовых изделий на соответствие стандартам. Кроме того, в практику внедряются контрольные операции изготовления продукции на каждом производственно-технологическом этапе. В этой связи в деятельность по надзору за качеством производства продукции в организационные структуры дополнительно вводятся специалисты по качеству. Основной задачей специалиста является предупреждение дефектов в процессе производства [13]. Также на данном этапе происходит внедрение в систему производства статистических методов проверки, в которых предполагается использование математических методов для дальнейшего моделирования процессов контроля качества.

Известно, что система Тейлора устанавливала допуски соответствия продукции техническим условиям: вводились верхние и нижние границы возможной эксплуатации продукции, в рамках которых оценивалось ее качество. В целях дальнейшего внедрения в производство функций качества разработаны и предложены знаменитые контрольные карты Шухарта, которые позволяли отследить процесс производства во времени и внести корректировки, используя методы теории вероятности и математической статистики, перейти от тотального контроля качества к выборочному. В настоящее время принципы индустриального этапа, такие как соответствие требованиям и строгий контроль за их соблюдением, лежат в основе международных стандартов ISO и являются обязательными к выполнению.

По окончании Второй мировой войны объемы выпуска продукции производственно-технического и потребительского назначения существенно возросли. Произошел скачкообразный переход от рынка продавца к рынку покупателя, и на первое место встала концепция соответствия качества продукции рыночным требованиям, то есть ориентация на покупателя. Такой переход потребовал комплексной оценки качества от анализа потребностей до сервисного обслуживания после совершения продажи [14]. Началом третьего этапа принято считать выступление У. Э. Деминга перед руководителями ведущих японских корпораций. Инновационной идеей специалиста было управление не только производственными процессами, но и системой менеджмента организации в целом. Несмотря на то что идеи У. Деминга не были приняты незамедлительно, они заложили принципиально новый подход к СМК, а именно: невозможно обеспечить высокое качество на последнем этапе производства, так как могут возникнуть скрытые дефекты, которые приведут к отказу и перебоям в работе в будущем.

Согласно алгоритму, предложенному У. Демингом, в практической деятельности необходимо учитывать все этапы изготовления продукции: от планирования, контроля, анализа и т.д. Данные этапы возможно и необходимо по мере решения производственных задач разгруппировывать на составляющие. Цикл Деминга основан на повсеместно используемой методологии agile, суть которой проявляется в разделении процесса на составляющие части. В отличие от традиционных методик, в которых каждый участник проекта перекладывает решение последующих задач на другие структурные подразделения, модель agile подразумевает интегриро-

ванное взаимодействие команды на всех этапах производственного процесса.

Согласно подходу У. Деминга, последовательность этапов цикла учитывает: планируй (Plan); делай (Do); проверяй (Check) и влияй (Action) (рис. 1).

Цикл Деминга применяется в управленческой практике постоянно, так как современные требования не только к СМК, но и к менеджменту предприятия в целом подразумевают гибкость системы. Ценность разработки Деминга проявляется в создании гибкой системы управления качеством, которая позволяет вносить оперативные корректирующие воздействия в производственный процесс. Несмотря на то что цикл Деминга содержит, по сути, общие функции обеспечения качества выпускаемой продукции, реализация данного подхода на практике способна обеспечить постоянно высокое качество продукции и ее непрерывное улучшение. Отметим, что цикл Деминга не просто лег в основу эволюционного совершенствования СМК, но и стал частью современного менеджмента 4.0 [15].

Дальнейшее развитие СМК обусловлено созданием Д. Джураном знаменитой спирали качества. Ее вневременная пространственная модель включает в себя стадии жизненного цикла продукции, которые нашли свое отображение в современных стандартах серии ISO и стали основой формирования петли качества (рис. 2). Кроме того, управление процессами качества происходит на всех этапах жизненного цикла продукции с учетом цикла Деминга.

С учетом петли качества можно осуществить взаимовыгодное сотрудничество производителей продукции с потребителями и другими

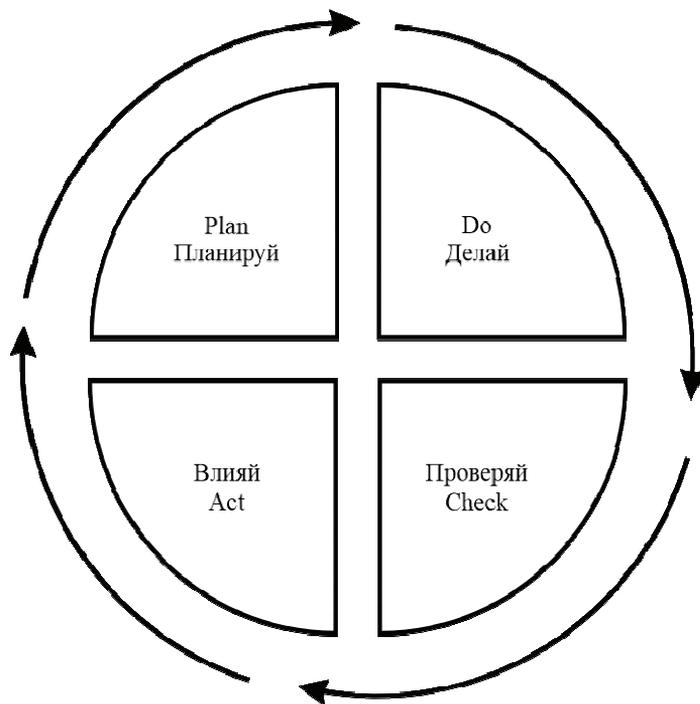


Рис. 1. Цикл Деминга



Рис. 2. Петля качества

стейкхолдерами, которые обеспечивают комплексное решение задач управления качеством на предприятии и оказывают непосредственное влияние из внешней среды.

Принципиальный сдвиг в СМК привнесла разработанная А. Фейгенбаумом в 1950 г. концепция ТQC (англ. Total Quality Control).

Автор [16] обратил внимание, что на качество продукции оказывает влияние большое количество различных материально-вещественных и технических факторов, в связи с чем необходимо провести их комплексный анализ и систематизацию, а также рассматривать все факторы в совокупности. В соответствии с концепцией ТQC-контроль качества продукции рассматривается на этапах жизненного цикла, начиная от проектирования, затем на этапах входного контроля, управления производственно-технологическими процессами и заканчивая гарантийными послегарантийным сервисным обслуживанием [16]. Отметим, что на данном этапе активно развивалось документарное сопровождение СМК. Проведенные исследования показали, что в СССР разрабатывались собственные стандарты производства качественной продукции, наиболее известными из которых являются БИП (бездефектное изготовление продукции), НОРМ (научная организация работ по увеличению моторесурса двигателя), НОТПУ (научная организация труда, производства и управления) и КАНАРСПИ (качество, надежность, ресурс с первых изделий), ориентированные на управление качеством на всех этапах производственно-технологической цепочки и управления качеством на предприятии в целом.

Всеобщий контроль качества (TQC) в 1980-е гг. перешел к всеобщему менеджменту качества – TQM, что ознаменовало собой следующий, четвертый этап эволюции СМК. Принципиальным отличием концепции стало не удовлетворение потребностей потребителей, а их предвосхищение. При этом управление качеством происходит не только на уровне производственно-технологических процессов, а на всех уровнях функционирования предприятия (менеджмента, конструкторской технологической системы обеспечения производственных процессов и каждого сотрудника); адаптация качества происходит под воздействием изменчивой внешней среды. Последнее позволяет выделить два подхода к управлению качеством: процедурный и трансформационный. Процедурный подход подразумевает систематический пошаговый метод достижения заданных параметров качества и отвечает за соответствие процедурам, обеспечивающим качество на всех этапах производства. Трансформационный подход предполагает применение современных информационно-цифровых технологий для модифицирования подходов к оценке параметров продукции, направленных на улучшение качества.

Следует отметить, что TQM не является инструкцией или процессом управления качеством, а скорее философией менеджмента организации. Кроме того, TQM включает не только производственно-технологические процессы, но и принципы управления маркетингом, логистикой, управление персоналом с акцентом на непрерывное повышение квалификации и обучение инновационным методам работы. Принципы TQM вошли в несколько измененном виде в стандарты ISO серии 9000.

В сегодняшних реалиях понятие «качество» определяется в международных стандартах серии ISO 9000, где под данной категорией понимается совокупность свойств и характеристик товара, относящихся к его способности удовлетворять определенные в нормативно-технической документации потребности пользователей.

Первая версия стандартов ISO была разработана в 1987 году и с тех пор несколько раз пересматривалась. На сегодняшний день актуальной версией стандарта является ISO 9000:2018 и ISO 9001:2018. Перечисленные стандарты охватывают системы управления качеством на предприятии и, по сути, являются подтверждением выпуска продукции на международном уровне. Поэтому получение аккредитации принципиально важно для экспортных организаций. Также существуют специализированные отраслевые стандарты: GMP при производстве лекарственных средств и изделий медицинского назначения; IATF 16949 для автомобильной промышленности и другие, представляющие собой развернутые дополнения к стандартам серии ISO 9000.

Несмотря на актуальность сертификации, количество действующих сертификатов в мире и в России сокращается, что подтверждают ежегодные исследования Global standards for trusted goods and services. В таблице 1 приведены данные в отношении стран-лидеров по сертификации ISO 9001:2018 и России. В России данную проблему связывают в первую очередь со сложностью получения сертификата, с проблемой наличия грамотного персонала, органов контроля и сертификации, а также в отноше-

Таблица 1

**Число действующих сертификатов ИСО 9001–2018  
в период с 2019 по 2023 гг.**

| Страна   | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023   |
|----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Россия   | 4 134   | 4 159   | 4 313   | 2 432   | 1 673  |
| Китай    | 280 386 | 324 621 | 426 716 | 530 904 | 54 482 |
| Япония   | 33 330  | 32 287  | 40 834  | 37 491  | 37 627 |
| Германия | 47 868  | 49 349  | 49 298  | 46 924  | 40 942 |
| США      | 20 956  | 20 919  | 25 561  | 24 530  | 25 541 |
| Индия    | 34 397  | 32 236  | 36 505  | 36 112  | 56 772 |

нии менеджмента по получению сертификационного разрешения. Формализованный подход к сертификации ИСО приводит к получению сертификата, но не к выстраиванию бизнес-процессов в соответствии с вышеперечисленными требованиями, а значит, приводит к усложнению и удорожанию работ по управлению качеством, а не к их реальной модернизации.

Таким образом, внедрение стандартов ISO является неоспоримым требованием к современным СМК и в большинстве источников завершающим этапом эволюционного подхода.

Однако Индустрия 4.0 диктует необходимость цифровизации производственных процессов, и СМК не является исключением. Появление оборудования с цифровыми технологиями контроля привело к тому, что СМК отстают в развитии от технологического прогресса. При разработке инновационных продуктов недостаток информации приводит к недостаточной оценке качества производимых продуктов, ошибочным выводам о его качестве, а также к задержкам в выпуске конкурентных товаров на рынок. Кроме того, в настоящее время значительно распространился термин Quality 4.0 после одноименной публикации в 2017 году в материалах аналитической компании LNS Research.

Следует отметить, что базовые технологии могут содержать управленческие расширенными и аналитическими данными, связанность, масштабируемость, взаимодействие, которые объединяют работников, промышленное оборудование и пакет информационных данных в систему производства конкурентоспособной продукции. Качество 4.0 поддерживает традиционные методы обеспечения качества с использованием современных информационно-цифровых технологий, таких как искусственный интеллект, большие данные, IoT (интернет вещей), автоматизацию и роботизацию. Принципиально новым отличием цифрового этапа является его предиктивная сущность. Акцент смещается со стороны выявления проблем и их устранения в сторону предсказания поведения системы на основе анализа информационно-цифровых данных, а также на процесс управления и минимизации рисков. На наш взгляд, такой подход позволяет сделать вывод о переходе на новый цифровой этап развития, начавшийся в 2017 г.

На основании проведенного исследования предложен эволюционный подход к качеству, этапы которого приведены в табл. 2.

**Этапы эволюционного развития системы качества**

| Период                     | Наименование         | Характеристика   |
|----------------------------|----------------------|--|
| До XIX в.                  | Индивидуальная форма | Персональная ответственность мастера за качество   |
| С XIX в. до середины XX в. | Индустриальный       | Развитие массового производства, систематизированные методы контроля качества  |
| 1950 – 1980 гг.            | TQC                  | Статистические методы контроля, смещение акцента с выявления дефектов на их предотвращение                                 |
| 1980 – 2017 гг.            | TQM, ISO             | Комплексное управление менеджментом качества   |
| 2017 – по настоящее время  | Информационный       | Предсказание поведения системы и потребительских предпочтений на основе предиктивной аналитики с искусственным интеллектом |

К основным векторам развития СМК в отечественной промышленной практике относится комплекс мероприятий, направленных на ускоренное внедрение в производственно-технологические процессы инновационных разработок на основе современных информационно-цифровых подходов. Среди них особое место занимает совершенствование управления СМК на промышленных предприятиях.

В первую очередь следует обратить внимание на тотальную цифровизацию всего комплекса систем управления качеством. Практика отечественных промышленных предприятий предполагает внедрение стандартов ISO серии 9000 и, как следствие, документированное информационное сопровождение всех процессов управления качеством продукции. В результате «на бумаге» СМК выстроена идеально, соответствует принципам вышепредставленных концепций и современным тенденциям. При этом все еще остается большой объем неоцифрованной документированной информации, доступной только отдельно взятым структурным подразделениям. Внедрение ISO происходит на бумаге ради отчетности и получения международного сертификата, на практике же требования стандартов выполняются ограниченно.

На наш взгляд, цифровизация СМК способна повлиять на снижение рабочей нагрузки на персонал, создать упорядоченную и интегрированную среду управления СМК. Частичное использование цифровых технологий наоборот затрудняет процесс внедрения и приводит к утере данных, так как информация хранится и передается разными способами.

На отечественном и зарубежном рынке существует большое количество программных средств, способных интегрироваться между собой. Представленные технологические решения, такие как PDM-системы, ERP, CRM и другие, имеют взаимосвязанный функционал, что дает возможность создать желаемый синергетический эффект. Среди проблем, отме-

чающихся при интеграции цифровых решений, можно выделить проблемы, связанные с некорректной интеграцией данных – они могут задвигаться или теряться в процессе интеграции.

Также стоит отметить, что современные цифровые решения дают возможность оптимизировать рабочее время сотрудников, снижая их производственную нагрузку. Например, использование датчиков интернета вещей позволяет переносить информацию о продукции непосредственно в систему, проводить ее комплексный анализ и осуществлять корректировку в цифровой среде. Цифровая среда снижает уровень человеческого фактора при оптимизации СМК. При этом информационные данные формируются более точно, снижается уровень ошибок и преднамеренного искажения фактов.

Отметим, что институциональная среда, образующая базис для производства качественной продукции, накладывает обусловленные ограничения на развитие СМК промышленных предприятий. В этой связи в целях потенциальных направлений повышения качества производства менеджменту предприятия важно четко понимать, что на современном этапе функционирования представляет собой действующая система СМК и как она влияет на изготовление качественной продукции.

Одна из проблем внедрения СМК на предприятии – это недостаточные компетенции специалистов, не обладающих необходимыми навыками работы в области качества в информационно-цифровом поле. Еще одной значимой проблемой внедрения инновационных решений является сопротивление изменениям как со стороны менеджмента организации, так и со стороны рядовых сотрудников. Привычные условия работы нарушаются, предъявляются новые требования к знаниям специалистов и уровню их компетенций. Обучение персонала новым методам работы в рамках их задач способствует снижению негативного воздействия и повышает эффективность внедрения предложенных методов.

### **Заключение**

В решении комплексной проблемы повышения экономической эффективности производственной деятельности особая роль отводится действующей на предприятии системе менеджмента качества. Внедрение в производственную деятельность информационно-цифровых технологий воплощает достижения науки и передовых методов создания продукции. При этом значимыми направлениями при выпуске конкурентоспособной продукции является комплексный подход к концентрации производственных операций и переходов, осуществляемых с применением СМК.

Выявлены и систематизированы факторы, влияющие на эволюцию системы менеджмента качества, которые учитываются в процессе производства и продвижения конкурентоспособной продукции на рынок.

Проанализирован опыт становления СМК, на основании чего выявлена зависимость, связанная с интенсивностью развития стандартов качества в производственной деятельности промышленных предприятий, а также определены мотивационные факторы, стимулирующие развитие системы качества при выпуске конкурентоспособной продукции.

В базисе СМК рассматриваются проблемы управления затратами, направленные на улучшение качества изготовления продукции, которые можно выделить в некоторый бизнес-процесс. Данный бизнес-процесс выступает в виде последовательности действий и включает определенные этапы совершенствования производства качественной продукции, селекцию направлений улучшения качества и оценку экономических затрат на реализацию выбранных направлений.

Рассматривая экономическую эффективность функционирования на промышленных предприятиях системы менеджмента качества, следует обратить внимание, что оптимальное состояние процесса управления качеством продукции связано с используемыми контрольно-измерительными приборами и действующими стандартами, учитывающими значение целевой функции в системе качества. Поэтому эффективность управления качеством во многом определяется тем, насколько результативно и оптимально скоординированы подсистемы СМК, финансовые расходы на которые оказывают влияние на структуру и динамику затрат на качество. Поэтому как результативность, так и оптимальность управления СМК в существенной мере зависят от того, насколько аргументированными являются количественные и качественные соотношения видов таких материальных и финансовых расходов. Таким образом, совершенствование структуры различных затрат на качество способствует повышению эффективности функционирования СМК в субъектах хозяйственной деятельности в целом.

Таким образом, в целях организации работ в системе менеджмента качества целесообразно систематическое изучение опыта работы с СМК других предприятий, максимальный учет требований нормативно-технической документации, прогнозирование тенденций функционирования и диверсификации производства, организация системы сбора непрерывной информации по подразделениям предприятия о выявляемых отказах и рекламациях при эксплуатации продукции.

#### *Список литературы*

1. Григорян, Е. С. Методические подходы к оценке результативности системы управления качеством / Е. С. Григорян, Н. С. Яшин // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2018. – № 1(70). – С. 24 – 27.
2. Информационные технологии как инструмент трансформации российской и мировой экономики: новые операционные, маркетинговые и контрольные возможности / А. А. Манаев, И. М. Кублин, С. А. Кучерявенко, А. А. Воронов // Экономика устойчивого развития. – 2023. – № 2(54). – С. 127 – 131. doi: 10.37124/20799136\_2023\_2\_54\_127
3. Обеспечение устойчивого развития экономических агентов методами менеджмента качества в эпоху цифровизации / В. В. Окрепилов, А. В. Бабкин, Н. В. Злобина [и др.] // Экономическая наука современной России. – 2021. – № 2(93). – С. 81 – 100. doi: 10.33293/1609-1442-2021-2(93)-81-100
4. Моисеева, Е. В. Динамические методы оценки экономической эффективности проектов / Е. В. Моисеева // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2007. – № 6(32). – С. 115 – 118.

5. Рахманова, Е. О. Анализ стратегий повышения качества услуг высших образовательных учреждений / Е. О. Рахманова, Р. Р. Толстяков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2010. – № 1-3(28). – С. 93 – 97.
6. Барашов, Н. Г. Значение атрибутивных свойств экономической системы для ее развития / Н. Г. Барашов, Н. В. Митяева, О. Ю. Соколова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2009. – № 9. – С. 57 – 62.
7. Махметова, А. Е. Методологические аспекты реализации процессного подхода в системе менеджмента качества промышленного предприятия / А. Е. Махметова, И. М. Кублин, В. И. Тинякова // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 3-2(68). – С. 674 – 679.
8. Санинский, С. Развитие партнерских отношений в системе взаимодействия машиностроительных предприятий с потребителями / С. Санинский // Предпринимательство. – 2009. – № 7. – С. 152 – 156.
9. Implementation of the Strategy: Problems and Solutions / N. S. Yashin, T. A. Andreeva, A. V. Serebrjakov, N. G. Bagautdinova // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Vol. 6, No. 1 S3. – P. 475 – 480. doi: 10.5901/mjss.2015.v6n1s3p475
10. Сарасеко, Е. С. Определение контекста организации в соответствии с ISO 9001:2015 / Е. С. Сарасеко // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2018. – № 5(74). – С. 106 – 109.
11. Махметова, А. Ж. Е. Стандартизация бизнес-процессов в СМК предприятий: практика применения IT-технологий / А. Ж. Е. Махметова, Г. В. Симонова // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2017. – № 3(67). – С. 67 – 69.
12. Развитие качества образовательных услуг с применением инновационного обучения / Н. Л. Фоменко, В. В. Матвеева, И. М. Кублин [и др.] // Аудит и финансовый анализ. – 2017. – № 3-4. – С. 561 – 568.
13. Еремеев, М. А. Тенденции инноваций в маркетинговой деятельности организаций в условиях новой реальности / М. А. Еремеев, О. В. Кондрашова // Инновационная деятельность. – 2021. – № 4(59). – С. 5 – 13.
14. Ивер, Н. Н. Современные маркетинговые инструменты управления качеством продукции и услуг: стратегии, подходы и проблемы / Н. Н. Ивер, И. М. Кублин, А. А. Максаев // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 5(106). – С. 729 – 736.
15. Макаров, В. В. Особенности цифровой трансформации менеджмента бизнес-процессов предприятия на основе цикла Деминга / В. В. Макаров, О. В. Волчик // Экономика и качество систем связи. – 2024. – № 1(31). – С. 4 – 10.
16. Спиридонов, С. П. Единая синтетическая концепция качества: дис. ... канд. экон. наук / С. П. Спиридонов. – Тамбов, 2002. – 196 с.

### References

1. Grigoryan E.S. [Methodological approaches to assessing the effectiveness of the quality management system], *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsialno-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2018, no. 1(70), pp. 24-27. (In Russ., abstract in Eng.).
2. Manayev A.A., Kublin I.M., Kucheryavenko S.A., Voronov A.A. [Information technology as a tool for transforming the Russian and global economy: new operational, marketing and control capabilities], *Ekonomika ustoychivogo razvitiya* [Economics of sustainable development], 2023, no. 2(54), pp. 127-131. doi: 10.37124/20799136\_2023\_2\_54\_127 (In Russ., abstract in Eng.).

3. Okrepilov V.V., Babkin A.V., Zlobina N.V. [et al.] [Ensuring Sustainable Development of Economic Agents by Quality Management Methods in the Digitalization Era], *Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii* [Economic Science of Modern Russia], 2021, no. 2(93). pp. 81-100. doi: 10.33293/1609-1442-2021-2(93)-81-100 (In Russ., abstract in Eng.).
4. Moiseyeva E.V. [Dynamic Methods for Assessing the Economic Efficiency of Projects], *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Samara State University of Economics], 2007, no. 6(32), pp. 115-118. (In Russ., abstract in Eng.).
5. Rakhmanova E.O. [Analysis of strategies for improving the quality of services of higher educational institutions], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2010, no. 1-3(28), pp. 93-97. (In Russ., abstract in Eng.).
6. Barashov N.G., Mityayeva N.V., Sokolova O.Yu. [The importance of attributive properties of an economic system for its development], *Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova* [Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov], 2009, no. 9, pp. 57-62. (In Russ., abstract in Eng.).
7. Makhmetova A.E., Kublin I.M., Tinyakova V.I. [Methodological aspects of the implementation of the process approach in the quality management system of an industrial enterprise], *Ekonomika i predprinimatelstvo* [Economy and Entrepreneurship], 2016, no. 3-2(68), pp. 674-679. (In Russ., abstract in Eng.).
8. Saninskiy S. [Development of partnerships in the system of interaction of machine-building enterprises with consumers], *Predprinimatelstvo* [Entrepreneurship], 2009, no. 7, pp. 152-156. (In Russ., abstract in Eng.).
9. Yashin N.S., Andreeva T.A., Serebrjakov A.V., Bagautdinova N.G. Implementation of the Strategy: Problems and Solutions, *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 2015, vol. 6, no. 1 S3, pp. 475-480. doi: 10.5901/mjss.2015.v6n1s3p475
10. Saraseko E.S. [Definition of the organization's context in accordance with ISO 9001:2015], *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsialno-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2018, no. 5(74), pp. 106-109. (In Russ., abstract in Eng.).
11. Makhmetova A.Zh.E., Simonova G.V. [Standardization of business processes in the QMS of enterprises: practice of applying IT technologies], *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsialno-ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University], 2017, no. 3(67), pp. 67-69. (In Russ., abstract in Eng.).
12. Fomenko N.L., Matveyeva V.V., Kublin I.M. [et al.] [Development of the quality of educational services using innovative learning], *Audit i finansovyy analiz* [Audit and financial analysis], 2017, no. 3-4, pp. 561-568. (In Russ., abstract in Eng.).
13. Eremeyev M.A., Kondrashova O.V. [Trends in innovation in the marketing activities of organizations in the context of the new reality], *Innovatsionnaya deyatel'nost'* [Innovation activity], 2021, no. 4(59), pp. 5-13. (In Russ., abstract in Eng.).
14. Iver N.N., Kublin I.M., Maksayev A.A. [Modern marketing tools for managing the quality of products and services: strategies, approaches and problems], *Ekonomika i predprinimatelstvo* [Economy and Entrepreneurship], 2019, no. 5(106), pp. 729-736. (In Russ., abstract in Eng.).
15. Makarov V.V., Volchik O.V. [Features of digital transformation of enterprise business process management based on the Deming cycle], *Ekonomika i kachestvo system svyazi* [Economy and quality of communication systems], 2024, no. 1(31), pp. 4-10. (In Russ., abstract in Eng.).
16. Spiridonov S.P. *PhD Dissertation (Economic)*, Tambov, 2002, 196 p. (In Russ.).

## Evolutionary Approaches to the Quality Management System

O. V. Kondrashova, I. M. Kublin, N. S. Yashin

*Saratov State Technical University named after Yu. A. Gagarin,  
Saratov, Russia*

**Keywords:** quality 4.0; product quality; consumer; enterprises; digital stage of QMS development; evolutionary approaches to QMS.

**Abstract:** The article considers evolutionary approaches to the quality management system (QMS) taking into account modern trends in digitalization and the development of artificial intelligence systems. The development of industrial production currently does not exclude traditional evolutionary approaches to the QMS, but imposes new requirements on the organization's management systems. The lag of quality management system technologies from production technologies leads to the lack of a synergistic approach in the QMS and management problems. A new stage of evolutionary development of the QMS is proposed, taking into account the requirements set out in Industry 4.0.

---

© O. V. Кондрашова, И. М. Кублин, Н. С. Яшин, 2025

## ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРЕСТУПНОСТИ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Е. В. Левкина, Е. Г. Гусев, М. В. Солобнева

*ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»;  
ГКОУ ВО «Российская таможенная академия»,  
Владивостокский филиал; Владивосток, Россия*

**Ключевые слова:** критерий; организованная преступность; преступность; риск; рыбохозяйственный комплекс; факторы; экологическая безопасность; экономическая безопасность; экономическая преступность.

**Аннотация:** Проведена оценка показателей рыбохозяйственного комплекса (РХК) за ряд лет для аналитического обзора его экономической и экологической безопасности. Представлены результаты исследования динамики экономической преступности при осуществлении рыбохозяйственной деятельности. Определены факторы, активизирующие преступность предпринимательской деятельности, что отрицательно сказывается как на экономической безопасности, так и на экологической составляющей безопасности рыбохозяйственного комплекса. На основе статистического материала подтверждена гипотеза о том, что экономическая преступность активно проникла во все сферы деятельности, что стало реальной угрозой экономики РХК. Предложены пути снижения экономической преступности с целью нивелирования негативного влияния на экономическую и экологическую безопасность РХК.

### Введение и актуальность исследования

Многие отраслевые и промышленные комплексы продолжает «поражать» организованная преступность, которая проникла в топливно-энергетический, строительный, рыбохозяйственный, агропромышленный комплексы и другие отрасли экономики. Рост преступности, безусловно,

---

Левкина Елена Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, начальник отдела по работе с диссертационными советами департамента подготовки кадров высшей квалификации, e-mail: levkina.ev@dvfu.ru, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; Гусев Евгений Георгиевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики таможенного дела и управления, ГКОУ ВО «Российская таможенная академия», Владивостокский филиал; Солобнева Мария Владимировна – главный специалист отдела по работе с диссертационными советами департамента подготовки кадров высшей квалификации, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

отрицательно сказывается на эффективности функционирования, конкурентоспособности и многоаспектной безопасности отраслевых и промышленных комплексов.

На экономическую и экологическую безопасность рыбохозяйственной деятельности влияет множество факторов. Например, уровень инновационной продукции с высокой степенью глубокой переработки; инвестиционная активность рыбопромышленных и рыбохозяйственных предприятий [1]; качество жизни и ангажирование здорового образа жизни и правильного питания, безусловно, влияет на интенсивность спроса на рыбную продукцию, а результаты финансово-хозяйственной деятельности и производственный потенциал отрасли, соответственно, влияют на конкурентоспособность, устойчивость и безопасность рыбохозяйственного комплекса (**РХК**) в целом. Также среди факторов следует отметить уровень экономической преступности, рост которой является весомой проблемой, а ее решение необходимо для дальнейшего развития и безопасного функционирования рыбопромышленных и рыбохозяйственных предприятий.

Под экономической безопасностью рыбохозяйственной деятельности следует понимать состояние защищенности экономики от внешних и внутренних угроз, обеспечение экономической стабильности предпринимательских структур и единство экономического пространства рыбной отрасли. Экологическая безопасность рыбохозяйственной деятельности выражается через эффективное использование водных ресурсов, соблюдение биологической регламентации качества водной среды рыбохозяйственных водоемов, установление общих допустимых уловов (**ОДУ**) и квот на вылов водных биологических ресурсов, предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод, повышение качества воды в загрязненных водных объектах и активное восстановление водных экосистем [2].

Данные категории не только взаимосвязаны, но и взаимозависимы. С *одной* стороны, действия лиц, осуществляющих незаконный отлов рыбы, приводят к ее истреблению – как взрослых особей, так и их будущего малька, что отрицательно влияет на экологическую стабильность нереста рыб всех пород, наносит существенный вред природоресурсному потенциалу окружающей среды, причиняет материальный ущерб стабильности окружающей среды и природоресурсному потенциалу Дальневосточного бассейна. Загрязнение вод Дальневосточного бассейна чужеродными бактериями и различными микроорганизмами, а также органическими отходами неуклонно приводит к нарушению хрупкого экологического баланса, что приводит к гибели флоры и фауны, сокращению количества морских обитателей. С *другой* стороны, снижение инвестиций в обновление изношенного флота РХК создает угрозы аварийного разлива нефтепродуктов в акватории, что приводит к гибели рыбы, морских гидробионтов. Снижение водных биологических ресурсов (**ВБР**) приводит к сокращению вылова и показателей освоения квот, а соответственно, отрицательному влиянию на финансовые показатели рыбохозяйственной деятельности, тем самым создавая угрозы экономической безопасности как предприятиям, так и отрасли в целом.

*Цель исследования* – определение взаимосвязи и группировка ключевых факторов, активизирующих преступность предпринимательской дея-

тельности с целью снижения угроз экономической и экологической безопасности рыбохозяйственного комплекса. *Предмет исследования* – «экономическая и организованная преступность» как фактор, влияющий на экономическую и экологическую безопасность РХК. *Объект исследования* – современные тенденции экономической и экологической безопасности РХК.

### Материалы и методы

Алгоритм научного исследования:

- изучение проблемной области, сбор и анализ информации;
- обзор научных статей, актуальной информации в СМИ, судебной практики и изучение нормативной документации;
- оценка динамики частных показателей экономической безопасности рыбохозяйственной деятельности;
- анализ динамики экономической преступности при осуществлении рыбохозяйственной деятельности;
- разработка направлений снижения экономической преступности с целью укрепления экономической и экологической безопасности РХК.

В ходе выполнения исследования применялись следующие методы: метод анализа, метод табличного представления информации и ее графической интерпретации, контент-анализ, метод группировки.

Информационную базу исследования составили нормативно-законодательная база, регулирующая вопросы и стандарты функционирования РХК; статистические данные официальных источников, статистика судебной практики.

### Результаты исследования

Одной из особенностей рыбохозяйственной деятельности является то, что она полностью зависит от состояния сырьевой базы, которая подвержена многочисленным ежегодным изменениям. Право на добычу (вылов) водных биоресурсов при ведении промышленного рыболовства возникает на основании договора о закреплении долей квот добычи (вылова) водных биоресурсов и договора о предоставлении рыбопромыслового участка. Объектами рыболовства являются любые водные биоресурсы, добыча (вылов) которых не запрещена. С одной стороны, прирост объема добычи ВБР свидетельствует об увеличении производственного потенциала, обеспечивается вероятность прироста оборота рыбохозяйственных структур, но с другой стороны, интенсивность вылова влечет сокращение популяций и создает угрозы экологической безопасности РХК. Исследование, опубликованное в журнале *Science*<sup>1</sup>, свидетельствует о том, что методы оценки рыбных запасов были слишком оптимистичными и занижали реальный уровень их истощения. Чрезмерный вылов рыбы приводит к сокращению популяций и разрушению морских экосистем, что создает угрозу как для

---

<sup>1</sup> Мировое рыболовство наносит больше вреда, чем считалось ранее // Экосфера. – URL: [https://ecosphere.press/2024/09/05/mirovloe-rybolovstvo-nanosit-gorazdo-bolshe-vredachem-schitalos-ranee/#:~:text=Чрезмерный вылов рыбы приводит к сокращению популяций и разрушению морских экосистем \(дата обращения: 09.01.2025\).](https://ecosphere.press/2024/09/05/mirovloe-rybolovstvo-nanosit-gorazdo-bolshe-vredachem-schitalos-ranee/#:~:text=Чрезмерный вылов рыбы приводит к сокращению популяций и разрушению морских экосистем (дата обращения: 09.01.2025).)

самой рыбы, так и для людей, зависящих от нее как источника белка. В таблице 1 представлена динамика объемов добычи водных биологических ресурсов в России, Дальневосточном федеральном округе и Приморском крае.

С учетом представленной статистики отметим следующие тренды:

- общероссийский вылов увеличился за 5 лет на 7,7 %;
- 15,8 % общероссийского вылова обеспечивает Приморский край, который увеличился на 12,1 % за 2019 – 2023 гг.;
- основными видами улова в 2023 году традиционно оставались минтай (66 %) и сельдь (11 %).

На основе данных динамики объема производства рыбопродукции, представленных в табл. 2, выделим следующие тенденции:

- объем производства рыбной продукции в России за 5 лет увеличился на 4,9 %;
- Приморский край обеспечивает 13,1 % общероссийского производства, который сократился на 10,0 % за 2019 – 2023 гг.

Мода на здоровый образ жизни и правильное питание активизирует спрос на рыбу и рыбопродукцию, тем самым увеличивая показатели среднего потребления (рис. 1).

В качестве основных индикаторов обеспечения независимости и экономической безопасности отрасли, продовольственной безопасности рассматриваются показатели экспортно-импортной политики и поставок отечественной продукции на внутренний рынок. В свою очередь, «нелегальный экспорт водных биоресурсов создает реальную угрозу продовольственной, экономической и экологической безопасности России». Об этом свидетельствует исследование, опубликованном в журнале Право и государст-

Таблица 1

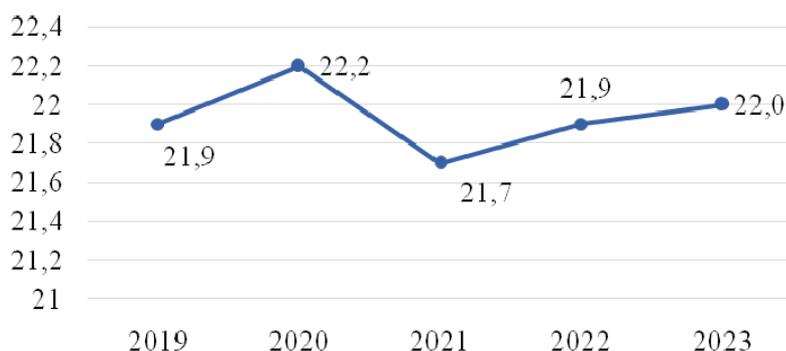
**Динамика добычи водных биологических ресурсов в РФ,  
Дальневосточном федеральном округе и Приморском крае  
за 2019 – 2023 гг.[5]**

| Регион   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Тыс. тонн  |        |        |        |        |        |
| Российская Федерация                                 | 4983,3 | 4974,8 | 5053,4 | 4920,3 | 5369,0 |
| Дальневосточный федеральный округ                    | 3537,3 | 3670,5 | 3685,8 | 3661,7 | 4161,6 |
| Приморский край                                      | 757,4  | 846,5  | 779,9  | 801,0  | 849,1  |
| Удельный вес, в % к итогу                            |        |        |        |        |        |
| Дальневосточный федеральный округ в России           | 71,0   | 73,8   | 72,9   | 74,4   | 77,5   |
| Приморский край в Дальневосточном федеральном округе | 21,4   | 23,1   | 21,2   | 21,9   | 20,4   |
| Приморский край в России                             | 15,2   | 17,0   | 15,4   | 16     | 15,8   |

Таблица 2

**Производство рыбы переработанной и консервированной  
за 2019 – 2023 гг. [5]**

| Регион   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Тыс. тонн  |        |        |        |        |        |
| Российская Федерация                                 | 4242,1 | 4313,5 | 4404,2 | 4151,9 | 4454,0 |
| Дальневосточный федеральный округ                    | 2579,0 | 2738,2 | 2706,3 | 2545,8 | 2844,9 |
| Приморский край                                      | 649,4  | 707,1  | 736,8  | 612,7  | 584,0  |
| Удельный вес, в % к итогу                            |        |        |        |        |        |
| Дальневосточный федеральный округ в России           | 60,8   | 63,5   | 61,4   | 61,3   | 63,9   |
| Приморский край в Дальневосточном федеральном округе | 25,2   | 25,8   | 27,2   | 24,1   | 20,5   |
| Приморский край в России                             | 15,3   | 16,4   | 16,7   | 14,8   | 13,1   |

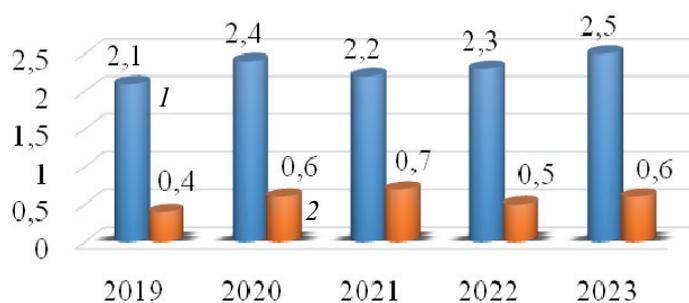


**Рис. 1. Количество потребления рыбы и продуктов из нее в домашних хозяйствах РФ в среднем на одного потребителя в год за 2019 – 2023 гг., кг [6]**

во: теория и практика<sup>2</sup>. Динамика объема экспорта и импорта рыбы и рыбопродуктов представлена на рис. 2. Несмотря на санкционное давление, объем экспорта рыбы и продуктов из нее в 2023 году является максимальным за весь рассматриваемый период, что обусловлено увеличением объема вылова ВБР на территории РФ.

Объем импорта также продемонстрировал динамику роста [3], но максимальное количество зафиксировано в 2021 году при минимальном значении собственного вылова ВБР. В 2023 году Россия снова стала нетто-

<sup>2</sup> Незаконный оборот водных биоресурсов – одна из угроз экономической безопасности России // Уголовное право и криминология; уголовно-исполнительное право. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nezakonnyy-oborot-vodnyh-bioresursov-odna-iz-ugroz-ekonomicheskoy-bezopasnosti-rossii/viewer> (дата обращения: 09.01.2025).

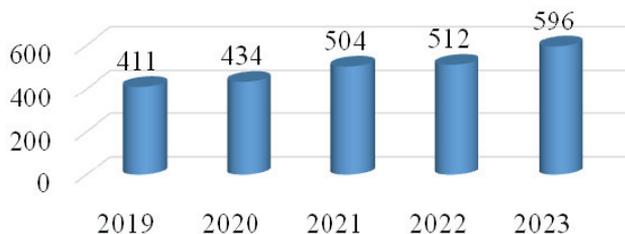


**Рис. 2. Объем экспорта 1 и импорта 2 рыбы и продуктов из нее в РФ в динамике за 2019 – 2023 гг., млн т [7]**

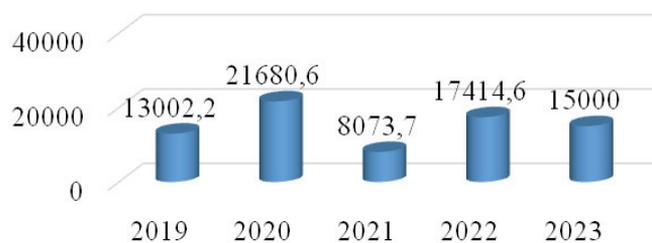
экспортером в РХК: поставки на внешние рынки в (\$ 5,6 млрд) более чем вдвое превысили импорт (\$ 2,5 млрд). Несмотря на внешнее давление, география поставок продукции на зарубежные рынки значительно расширилась (80 государств-импортеров в 2023 г., 60 – в 2022 г., 58 – в 2021 г.), в основном за счет Африки и Южной Америки. Первое место по поставкам российской продукции занимает Китай, высока доля и Южной Кореи. В общей структуре поставок основной объем пришелся на замороженные минтай (36 % всех поставок в массе), сельдь (12 %) и сардины (11 %).

В 2023 году РФ отгрузила товаров собственного производства из рыбы, ракообразных и моллюсков на 16 % больше, чем в 2022 г., что обусловлено высокими показателями лососевой путины, в том числе в рамках реализации Государственной программы по обновлению рыбопромыслового флота (рис. 3).

Положительно характеризует функционирование РХК прирост инвестиций в обновление флота. Данный тренд улучшает как экономическую безопасность отрасли, так и создает предпосылки для укрепления экологической составляющей за счет сокращения аварийности рыболовных судов, а следовательно, рисков ущерба для акватории. Доля рыбохозяйственного комплекса в 2023 году в общем объеме инвестиций в экономику увеличилась до 16,3 %. Значительный рост обусловлен строительством четырех новых рыболовных судов «Назимов», «Новик», «Аякс», «Гамов». Основным источником финансирования в 2023 году стали собственные средства 37486,1 млн р. (67,3 %), привлеченные средства составили 18 178 млн р., из них 99,9 % пришлось на заемные средства других органи-



**Рис. 3. Объем отгруженных товаров собственного производства РФ из рыбы, ракообразных и моллюсков за 2019 – 2023 гг., млрд т [5]**



**Рис. 4. Инвестиции на развитие рыбохозяйственного комплекса в РФ за 2019 – 2023 гг., млрд р. [5]**

заций. Объем инвестиций, направленный организациями РХК на приобретение новых основных средств, составил 66,3 % от общего объема инвестиций (рис. 4). На строительство и реконструкцию объектов (включая расширение и модернизацию) направлено 33,7 %.

За 2019 – 2023 годы инвестиционные вложения на развитие РХК в России увеличились за 5 лет на 15,4 %.

По итогам 2023 года объем выручки от реализации продукции (работ, услуг) организаций РХК составил 660,5 млрд р. В 2023 году отмечено увеличение доли убыточных предприятий РХК, что создает угрозы для экономической безопасности отрасли (табл. 3). Одной из причин ухудшения финансового состояния отрасли за отчетный 2023 год является преступность, совершаемая по ст. 258.1 УК РФ.

Аналитический обзор периодических изданий, научных статей, судебной практики, статистики позволил определить основные элементы преступлений и нарушений законодательства. Преступления по незаконной реализации (продаже) водных биологических ресурсов квалифицируются по ч. 1.1 ст. 258.1 УК РФ «Незаконные добыча и оборот особо ценных диких животных и водных биологических ресурсов, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации и(или) охраняемым международными договорами Российской Федерации».

Преступления предусматривают наказание за незаконное приобретение или продажу особо ценных диких животных и водных биологических ресурсов с использованием средств массовой информации или сети Интернет в виде принудительных работ либо лишением свободы сроком до 5 лет со штрафом до одного миллиона пятисот тысяч рублей [4].

Таблица 3

**Финансовые показатели рыбохозяйственного комплекса РФ за 2019 – 2023 гг. [5]**

| Показатель  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022 | 2023 |
|---|-------|-------|-------|------|------|
| Сальдированный финансовый результат: прибыль, убыток, млрд р. | 134,2 | 116,5 | 109,9 | 158  | 136  |
| Число убыточных организаций (рыболовство и рыбоводство), шт.  | 7953  | 6661  | 6373  | 6185 | 6257 |

Общественная опасность преступлений, предусмотренных рассматриваемой нормой уголовного закона, крайне высока, поскольку наносит невосполнимый вред экологической безопасности страны и мира в целом, ставя под угрозу исчезновения особо ценных диких животных и водных биологических ресурсов, которых ежегодно становится все меньше и меньше. В настоящее время многие особо ценные объекты животного мира находятся на грани полного исчезновения.

Согласно диспозиции ч.ч. 1 и 1.1 рассматриваемой статьи предметом преступлений выступают особо ценные дикие животные и водные биологические ресурсы, принадлежащие к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации и(или) охраняемым международными договорами Российской Федерации, их части и дериваты (производные).

В постановлении Правительства РФ от 31.10.2013 г. № 978 (ред. от 05.10.2023) «Об утверждении перечня особо ценных диких животных, водных и биологических ресурсов, растений и грибов, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации и(или) охраняемым международными договорами Российской Федерации, для целей статей 226.1, 258.1 и 260.1 Уголовного кодекса Российской Федерации» содержится перечень особо ценных животных и водных биологических ресурсов, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу РФ, подготовленный Минприроды России. Перечень особо ценных видов животного мира, занесенных в Красную книгу РФ или подпадающих под действие Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (амурский осетр, белуга, русский осетр, сахалинский осетр, севрюга, сибирский осетр), стороной которой является Россия, введен для целей ст.ст. 226.1 и 258.1 УК РФ.

За 2019 – 2023 годы наблюдается увеличение случаев преступлений по ч.ч. 1, 1.1, 2, 3 ст. 258.1 УК РФ, что подтверждает гипотезу об усилении криминогенной ситуации. Данная динамика отрицательно влияет на все сферы деятельности государства. Контрабанда рыбы, гидробионтов усугубляет положение как экономической, так и экологической составляющей безопасности РХК (табл. 4 – 7) [6].

Таблица 4

**Судебная статистика преступлений,  
совершенных по ч. 1 ст. 258.1 УК РФ за 2019 – 2023 гг. [5]**

| Вид наказания                     | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Осуждено                          | 211  | 189  | 204  | 191  | 251  |
| Оправдано                         | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| Лишение свободы                   | 5    | 2    | 4    | 6    | 3    |
| Условное лишение свободы          | 17   | 39   | 42   | 48   | 39   |
| Ограничение свободы               | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| Штраф                             | 1    | 4    | 1    | 6    | 7    |
| Исправительные работы             | 38   | 43   | 27   | 20   | 41   |
| Обязательные работы               | 113  | 73   | 108  | 82   | 126  |
| Принудительные меры к невменяемым | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |

Таблица 5

**Судебная статистика преступлений,  
совершенных по ч. 1.1 ст. 258.1 УК РФ за 2019 – 2023 гг. [5]**

| Вид наказания                     | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Осуждено                          | 1    | 1    | 0    | 1    | 3    |
| Оправдано                         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Лишение свободы                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Условное лишение свободы          | 1    | 1    | 0    | 1    | 2    |
| Ограничение свободы               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Штраф                             | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Исправительные работы             | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| Обязательные работы               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Принудительные меры к невменяемым | 0    |      | 0    | 0    | 0    |

Таблица 6

**Судебная статистика преступлений,  
совершенных по ч. 2 ст. 258.1 УК РФ за 2019 – 2023 гг. [5]**

| Вид наказания                     | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Осуждено                          | 1    | 3    | 4    | 7    | 8    |
| Оправдано                         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Лишение свободы                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Условное лишение свободы          | 1    | 3    | 4    | 7    | 7    |
| Ограничение свободы               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Штраф                             | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| Исправительные работы             | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Обязательные работы               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Принудительные меры к невменяемым | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

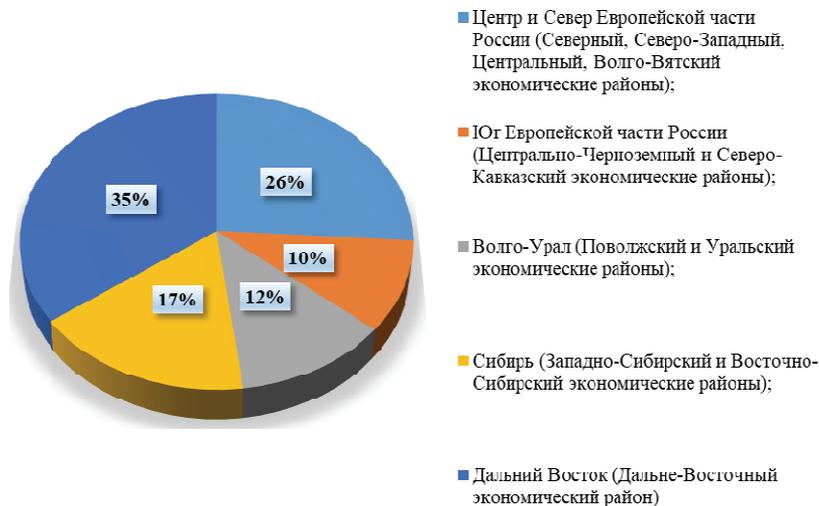
Из пяти основных экономических зон России по состоянию на конец 2023 г. Дальневосточный федеральный округ занимает первое место по числу преступлений, совершаемых по ч.ч. 1, 2 и 3 ст. 258.1 УК РФ. Процентное соотношение представлено на рис. 5.

Следует отметить, что совершение преступлений по ч. 1, 2 и 3 ст. 258.1 УК РФ зачастую сопряжено с нарушением ст. 194 УК РФ «Уклонение от уплаты таможенных платежей, специальных, антидемпинговых и(или) компенсационных пошлин, взимаемых с организации или физического лица», ст. 193 УК РФ. «Уклонение от исполнения обязанностей по репатриации денежных средств в иностранной валюте или валюте Российской Федерации», ст. 226.1 УК РФ «Контрабанда патогенных биологических агентов, сильнодействующих, ядовитых, отравляющих, взрывчатых, радиоактивных веществ, радиационных источников, ядерных материалов,

Таблица 7

**Судебная статистика преступлений,  
совершенных по ч. 3 ст. 258.1 УК РФ за 2019 – 2023 гг.**

| Вид наказания                     | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Осуждено                          | 30   | 46   | 155  | 161  | 142  |
| Оправдано                         | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    |
| Лишение свободы                   | 13   | 5    | 42   | 38   | 29   |
| Условное лишение свободы          | 17   | 39   | 112  | 116  | 109  |
| Ограничение свободы               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Штраф                             | 0    | 2    | 0    | 0    | 1    |
| Исправительные работы             | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    |
| Обязательные работы               | 0    | 0    | 1    | 3    | 0    |
| Принудительные меры к невменяемым | 137  | 0    | 0    | 0    | 0    |



**Рис. 5. Процентное соотношение преступлений, совершаемых по ч. 1, 2 и 3 ст. 258.1 УК РФ в разрезе основных экономических зон РФ [5]**

огнестрельного оружия или его основных частей, взрывных устройств, боеприпасов, иного вооружения, иной военной техники, а также сырья, материалов, оборудования, технологий, научно-технической информации или результатов интеллектуальной деятельности, которые могут быть использованы при создании вооружения или военной техники, а равно стратегически важных товаров и ресурсов или культурных ценностей либо особо ценных диких животных, водных биологических ресурсов, растений и грибов» и др. [7].

Рост масштабов незаконного промысла влечет катастрофические последствия для окружающей среды: нарастающие темпы незаконного хищнического уничтожения водных биоресурсов ведет к исчезновению ценных промысловых и экологически значимых видов водной фауны и фло-

ры, лишает науку возможности объективно определять фактическую величину изъятия гидробионтов из среды обитания, прогнозировать перспективу их правомерного промысла, мероприятия по сохранению их запасов [8]. Также незаконный оборот водных биологических ресурсов влечет за собой и нарушение таможенного законодательства, а именно вследствие контрабанды ВБР происходит их незаконная транспортировка через таможенную границу и сокрытие данных от таможенных органов, без занесения их в декларацию, либо с занесением фиктивных данных, тем самым происходит уклонение от уплаты таможенных платежей [9].

Подтверждением гипотезы исследования является статистика преступности по регионам Дальневосточного федерального округа. По состоянию на 2023 год Камчатский край и Приморский лидируют по совершению преступлений по незаконному обороту ВБР (в Камчатском крае зарегистрировано 26 преступлений, в Приморском крае – 15, далее идет Сахалинская область – 7, Магаданская область – 4, Хабаровский край – 2 и Республика Бурятия – 1). В остальных регионах Дальневосточного федерального округа преступления не выявлены. За 2023 год в Приморском крае произошел значительный рост преступности, связанной с незаконным оборотом ВБР.

Во время межведомственной операции «Путина 2023» с 25 сентября по 10 ноября 2023 года служба по противодействию экономическими преступлениями пресекла 271 факт незаконной добычи и оборота водных биоресурсов. Было возбуждено 73 уголовных дела в отношении браконьеров, также составлено 122 административных протокола [10]. Из незаконного оборота изъяли свыше 44 т рыбы лососевых пород, более тонны красной икры, свыше 130 кг краба, 512 кг морепродуктов.

Приведем конкретные примеры судебных дел, совершаемых по ч.ч. 1, 2 и 3 ст. 258.1 УК РФ.

1. Ленинским районным судом г. Комсомольска-на-Амуре вынесен приговор по уголовному делу по ч.ч. 1, 3 ст. 258.1 УК РФ, ч. 5 ст. 33 УК РФ в отношении троих соучастников. В процессе судебного следствия выяснилось, что в октябре 2019 года местный житель города Комсомольска-на-Амуре основал преступную группу. Ее участники приобрели, хранили и перевезли с территории одного из районов Хабаровского края в г. Комсомольск-на-Амуре икру амурского осетра общим весом свыше 260 кг, а также фрагменты желудков и мясо осетра весом около 130 кг. В 2021 году данная противозаконная деятельность была прекращена. Водные биологические ресурсы сотрудниками правоохранительных органов изъяты. Судом с учетом позиции государственного обвинителя назначено одному из соучастников наказание в виде лишения свободы сроком на 2 года 6 месяцев с отбыванием в исправительной колонии общего режима, со штрафом 100 тыс. р., второму – лишение свободы сроком на 1 год 6 месяцев с отбыванием в исправительной колонии общего режима, со штрафом 100 тыс. р., пособнику – лишение свободы сроком на 1 год 6 месяцев условно, со штрафом 50 тыс. р.

2. Суд вынес приговор двум местным жителям Приморского края, виновным в приобретении, хранении и перевозке немаркированной рыбной продукции в целях ее сбыта. Следствие и суд установили, что с августа по сентябрь 2021 года фигуранты незаконно приобрели, перевезли и хранили свежую кету тихоокеанских лососей, произвели из нее потро-

шеную рыбу и слабосоленую икру. Для маркировки рыбной продукции они использовали поддельные средства идентификации. Часть привезенного товара мужчины сбыли покупателю во Владивостоке. Общая стоимость конфиската составила более 6,8 млн р. Суд назначил виновным наказание в виде 3 лет 6 месяцев условно со штрафом 300 тыс. р.

### Заключение

В настоящее время рыбное хозяйство рассматривается как неотъемлемый компонент обеспечения комплексной и эффективной работы государства. Правительство проводит политику, гарантирующую достаточное и устойчивое обеспечение продовольствием по рациональным нормам и разнообразию с учетом особенностей вкусов и исторических традиций народного потребления. Также в последние годы государство оказывает колоссальную поддержку отрасли, благодаря внедрению большого количества программ. Так, только за 2023 год в Министерстве юстиции Российской Федерации зарегистрировано 20 приказов Росрыболовства нормативного характера. Продолжается работа по реализации плана-графика подготовки нормативных правовых актов, необходимых для реализации норм Федерального закона от 24 июля 2023 г. № 384-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», утвержденного Правительством Российской Федерации от 23 августа 2023 г. № 7376п-П11.

В 2023 году с участием Росрыболовства принято 69 нормативных правовых актов. Также за 2023 год принято 40 приказов Минсельхоза России по вопросам рыбного хозяйства.

С учетом вышеизложенной статистики следует отметить, что несмотря на государственный контроль за выловом и оборотом водных биологических ресурсов, с каждым годом преступность, связанная с оборотом добытых водных биологических ресурсов, снижается.

Проблема незаконного оборота ВБР является острой, что подтверждает анализ динамики количества преступлений по ст. 258.1 УК РФ, и требует комплексного решения. Несмотря на работу органов власти над борьбой за незаконным оборотом ВБР, разработан ряд мер по снижению преступлений, совершаемых по статье 258.1 УК РФ (табл. 8).

В результате исследования установлена взаимосвязь между понятиями «экономическая преступность» и «экономическая безопасность» и «экологическая безопасность» РХК. Определен пул «стимулирующих» и «дестимулирующих» факторов в обеспечении экономической и экологической безопасности рыбохозяйственного комплекса. Проведена оценка показателей РХК за ряд лет для аналитического обзора его экономической и экологической безопасности. Предложены пути снижения экономической преступности с целью нивелирования негативного влияния на экономическую и экологическую безопасность рыбохозяйственного комплекса.

Доказано негативное влияние преступлений, совершаемых по ст. 258.1 УК РФ, на экономическую и экологическую безопасность рыбохозяйственного комплекса. Органам власти следует обратить особое внимание на ухудшение финансовых показателей отрасли и рост числа преступлений по незаконному обороту ВБР.

**Меры по сокращению преступлений по ст. 258.1 УК РФ  
в деятельности рыбохозяйственного комплекса**

| Меры/мероприятие   | Описание   |
|--|--|
| Конфискация судов и иных орудий лова   | В настоящее время в законодательстве мерой пресечения нарушений по ст. 258.1 являются штрафы и исправительные работы.<br>Предлагается применение к правонарушителям дополнительных санкций в виде конфискации судов и орудий лова  |
| Расширение списка стран по электронной системе сертификации законности происхождения рыбной продукции  | За рамками двусторонних соглашений в области предупреждения незаконного, несообщаемого и нерегулируемого (ННН) промысла в 2023 году проводилась работа, направленная на установление такого сотрудничества с Республикой Индонезия, а также с Королевством Таиланд. Предлагается систематизация сертификации рыбной продукции со странами-импортерами                          |
| Оперативная реализация на Дальнем Востоке положений, предусмотренных Соглашением ФАО о мерах государства порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла от 22 ноября 2009 г., ратифицированного Федеральным законом от 8.12.2020 № 387-ФЗ | Соглашение устанавливает возможность для российской стороны отказать иностранным судам в заходе в морской порт, если установлено, что они были заняты в незаконном промысле, в частности, включены в список судов, занятых незаконным промыслом или связанной с таким промыслом деятельностью, принятый соответствующей региональной организацией по регулированию рыболовства |

Государственная политика, направленная на борьбу с криминальной деятельностью, является частью проблемы оптимизации распределения ресурсов [11], а безопасность РХК выражается, в том числе, в рациональном использовании водных биологических ресурсов и состоянием ее нормативно-правовой базы.

Проведенные исследования позволят определить приоритетные направления по повышению уровня экономической и экологической безопасности рыбохозяйственного комплекса, обеспечить продовольственную безопасность региона и страны.

*Список литературы*

1. Левкина, Е. В. Взаимосвязь критериев эффективности и экономической безопасности на мезоуровне (на примере рыбохозяйственного комплекса Приморского края) / Е. В. Левкина, Е. Г. Гусев, М. В. Солобнева // Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 44 – 59.
2. Левкина, Е. В. Управление экологической безопасностью: теоретико-методические аспекты / Е. В. Левкина, Е. Г. Гусев, Н. В. Шишкарева // Финансовый менеджмент. – 2024. – № 10. – С. 113 – 122.

3. Левкина, Е. В. Влияние экспортно-импортной политики на экономическую безопасность рыбной промышленности в условиях санкционного давления / Е. В. Левкина, М. В. Солобнева, И. С. Слепченко // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2023. – № 4. – С. 100 – 108. doi: 10.24143/2073-5537-2022-4-100-108
4. Бондарь, А. Я. Криминологическая характеристика преступления, предусмотренного ст.258 УК РФ / А. Я. Бондарь, А. С. Королев // Научный дайджест Восточно-Сибирского института МВД России. – 2022. – № 1(15). – С. 26 – 30.
5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL : <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 23.10.2024).
6. Официальный сайт Федеральное агентство по рыболовству [Электронный ресурс]. – URL : <https://fish.gov.ru/> (дата обращения: 23.10.2024).
7. Официальный сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. – URL : <https://customs.gov.ru/?ysclid=m4c2fo8pmn623144441> (дата обращения: 23.10.2024).
8. Бобкова, С. С. Предупреждение незаконной добычи водных биоресурсов (на примере Камчатского края) / С. С. Бобкова // Молодой ученый. – 2010. – Т. 2, № 1-2(13). – С. 124 – 130. URL : <https://moluch.ru/archive/13/1100/> (дата обращения: 12.12.2024.)
9. Королева, И. Б. Научно-исследовательская деятельность на Дальнем Востоке как фактор развития региональной инновационной системы / И. Б. Королева, П. В. Леонтьев, Э. Р. Зигангирова // Азиатско-тихоокеанский регион: экономика, политика, право. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 37 – 57. doi: 10.24866/1813-3274/2024-1/37-57
10. Официальный сайт Территориального управления федерального агентства по рыболовству [Электронный ресурс]. –URL: <http://www.moktu.ru> (дата обращения: 10.12.2024).
11. Приморье в 2023 году: аналитический обзор. Приморск: Приморскстат, 2024. – 26 с. – URL : <https://www.fishnet.ru> (дата обращения: 10.12.2024).

### References

1. Levkina Ye.V., Gusev Ye.G., Solobneva M.V. [The relationship between efficiency criteria and economic security at the meso level (on the example of the fisheries complex of Primorsky Krai)], *Aziatsko-Tikhookeanskiy region: ekonomika, politika, pravo* [Asia-Pacific region: economics, politics, law], 2024, vol. 26, no. 4, pp. 44-59. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Levkina Ye.V., Gusev Ye.G., Shishkareva N.V. [Environmental safety management: theoretical and methodological aspects], *Finansovyy menedzhment* [Financial management], 2024, no. 10, pp. 113-122. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Levkina Ye.V., Solobneva M.V., Slepchenko I.S. [The Impact of Export-Import Policy on the Economic Security of the Fishing Industry under Sanctions Pressure], *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Economics], 2023, no. 4, pp. 100-108. doi: 10.24143/2073-5537-2022-4-100-108 (In Russ., abstract in Eng.)
4. Bondar' A.Ya., Korolev A.S. [Criminological Characteristics of the Crime Under Article 258 of the Criminal Code of the Russian Federation], *Nauchnyy daydzhest Vostochno-Sibirskogo instituta MVD Rossii* [Scientific Digest of the East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia], 2022, no. 1(15), pp. 26-30. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Available at: <https://rosstat.gov.ru> (accessed 23 October 2024).
6. Available at: <https://fish.gov.ru/> (accessed 23 October 2024).

7. Available at: <https://customs.gov.ru/?ysclid=m4c2fo8pmn623144441> (accessed 23 October 2024).

8. Bobkova S.S. [Prevention of illegal extraction of aquatic bioresources (on the example of Kamchatka Krai)], *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2010, vol. 2, no. 1-2(13), pp. 124-130. available at: <https://moluch.ru/archive/13/1100/> (accessed 12 December 2024). (In Russ., abstract in Eng.)

9. Koroleva I.B., Leont'yev P.V., Zigangirova E.R. [Research activities in the Far East as a factor in the development of the regional innovation system], *Aziatsko-tikhookeanskiy region: ekonomika, politika, pravo* [Asia-Pacific region: economics, politics, law], 2024, vol. 26, no. 1, pp. 37-57. doi: 10.24866/1813-3274/2024-1/37-57 (In Russ., abstract in Eng.)

10. Available at: <http://www.moktu.ru> (accessed 10 December 2024).

11. Available at: <https://www.fishnet.ru> (accessed 10 December 2024).

---

## **The Influence of Economic Crime on Economic and Environmental Security of the Fisheries Complex**

**E. V. Levkina, E. G. Gusev, M. V. Solobneva**

*Far Eastern Federal University; Russian Customs Academy Vladivostok Branch, Vladivostok, Russia*

**Keywords:** criterion; organized crime; crime; risk; fisheries complex; factors; environmental security; economic security; economic crime.

**Abstract:** The article assesses the indicators of the fisheries complex over a number of years for an analytical review of its economic and environmental security. The article presents the results of a study of the dynamics of economic crime in the implementation of fisheries activities. The factors activating business crime have been identified, which negatively affects both the economic security and the environmental component of the fisheries industry security. Based on statistical material, the hypothesis has been confirmed that economic crime has actively penetrated all areas of activity, which has become a real threat to the economy of the fisheries industry. Ways to reduce economic crime in order to level the negative impact on the economic and environmental security of the fisheries industry have been proposed.

---

© Е. В. Левкина, Е. Г. Гусев, М. В. Солобнева, 2025

## РАЗРАБОТКА МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ ФЕРМЕРСКИХ РЫНКОВ

**Б. А. Тхориков, М. В. Сабынина,  
О. А. Герасименко, Д. Цзяньдун**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный университет  
им. А. Н. Косыгина», Москва, Россия;  
Фермерский базар «Бессарабка», Москва, Россия;  
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет», Белгород, Россия*

**Ключевые слова:** инструменты маркетинга; модель FARMER; маркетинговая стратегия; фермерские рынки.

**Аннотация:** В условиях глобализации и усиления конкуренции на рынке сельскохозяйственной продукции фермерские рынки сталкиваются с необходимостью пересмотра традиционных маркетинговых подходов. Современные потребители ценят не только качество продуктов, но и уникальный покупательский опыт, включающий эмоциональную вовлеченность, экологическую осознанность и поддержку местных традиций. Представлен анализ существующих моделей и подходов для разработки маркетинговых стратегий (4P, 4C, SIVA, 5A, 5C, 4E, CASE, HEART) и предложена новая модель FARMER, ориентированная на создание уникального опыта, интеграцию в повседневную жизнь потребителей и формирование долгосрочных отношений с клиентами, в том числе с помощью нативных экономически этичных манипуляций в коммуникациях с покупателями.

### Актуальность исследования

Фермерские рынки – это не просто места для сбыта сельскохозяйственной продукции, а полноценные социально-экономические институты, объединяющие представителей бизнеса, фермерских и личных подсобных хозяйств, прочих разнообразных экономических акторов, а также потребителей в единую бизнес-экосистему. Их влияние выходит далеко за преде-

---

Тхориков Борис Александрович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой сервисных технологий и бизнес-процессов, e-mail: tkhorikov-ba@rguk.ru, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина», Москва, Россия; Сабынина Мария Владимировна – маркетолог, Фермерский базар «Бессарабка», Москва, Россия; Герасименко Ольга Александровна – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой менеджмента и маркетинга; Цзяньдун Джан – аспирант кафедры менеджмента и маркетинга, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия.

лы привычного товарооборота – они формируют устойчивые экономические связи, поддерживают продовольственную безопасность, способствуют сохранению культурных традиций и закладывают основу осознанного потребления. Кроме того, обеспечивают производителям продукции стабильные источники дохода, сокращая зависимость от посредников и позволяя получать справедливую цену за свою продукцию. Так, включение малых сельхозпроизводителей в локальные продовольственные цепочки увеличивает их рентабельность, снижая затраты на логистику и реализацию [1]. В США, например, ежегодная выручка фермерских рынков превышает 1,3 млрд долларов, а каждая потраченная на них денежная единица генерирует дополнительную экономическую активность на 30 – 50 % за счет развития сопутствующих отраслей [2].

Помимо поддержки производителей, фермерские рынки создают новые рабочие места, формируя экономическую устойчивость местных сообществ. На каждые 10 долларов, потраченных покупателями на таких рынках, приходится 13 долларов дополнительного экономического эффекта за счет роста спроса на логистические, маркетинговые и перерабатывающие услуги [3]. В европейских странах, особенно во Франции и Италии, фермерские рынки охватывают около 30 % всего оборота региональной сельскохозяйственной продукции [4], создавая рабочие места не только в сфере агропромышленного производства, но и в смежных отраслях.

Однако их ценность не ограничивается исключительно экономическими аспектами. Фермерские рынки играют заметную роль в экологическом балансе, сокращая углеродный след благодаря минимизации транспортных маршрутов и отказу от лишней упаковки. Как отмечается в исследовании [5], фермерские рынки оказывают ощутимое воздействие на снижение выбросов парниковых газов, поскольку продукция реализуется без сложных технологических и логистических цепочек, характерных для крупных производителей и сбытовых сетей. Кроме того, современные покупатели все чаще делают выбор в пользу ответственного потребления, и этот тренд оказывает значительное влияние на развитие фермерских рынков: 73 % потребителей готовы заплатить больше за продукты, произведенные с соблюдением экологических стандартов. В этих условиях фермерские рынки получают мощное конкурентное преимущество: их продукция минимально обработана, имеет выраженную сезонность и прозрачное происхождение [6].

В то же время цифровизация стремительно меняет привычные потребительские практики. За последние пять лет количество людей, совершающих покупки онлайн, увеличилось на 48 %. Это создает новые вызовы для традиционной торговли, включая фермерские рынки, которым необходимо интегрировать цифровые технологии в свои бизнес-модели. Уже сейчас в США более 45 % малых сельхозпроизводителей используют платформы электронной коммерции для реализации продукции напрямую покупателям, что свидетельствует о возрастающей роли онлайн-продаж в данном секторе. Но одним лишь удобством современных покупателей не привлечь. Сегодня потребители стремятся не просто к приобретению товаров, а к получению эмоционального и социального опыта. Они хотят быть частью истории, понимать, откуда берутся продукты на их столе,

общаться с теми, кто их выращивает. Исследование демонстрирует, что 62 % покупателей возвращаются туда, где им предложили не только качественные товары, но и возможность участия в дегустациях, мастер-классах, экскурсиях на фермы или тематических мероприятиях. Фермерские рынки, ориентированные на создание таких взаимодействий, обладают потенциалом для формирования лояльной аудитории и устойчивого спроса [7].

Таким образом, фермерские рынки сегодня трансформировались в динамичные пространства, в которых переплетаются экономика, культура, экология и социальные связи. Их значимость растет на фоне современных тенденций к осознанному потреблению и цифровой трансформации, а их дальнейшее развитие зависит от способности адаптироваться к новым вызовам. Интеграция цифровых решений, формирование уникального потребительского опыта и укрепление экологической повестки – ключевые направления, которые позволят фермерским рынкам сохранить и усилить свою роль в экономике будущего. Однако для этого необходимо развивать и уточнять маркетинговые стратегии, ориентированные в своем большинстве на товарно-денежный обмен без учета иммерсивного вовлечения покупателей.

*Цель статьи* – предложить новую модель разработки маркетинговой стратегии фермерских рынков на основе синтеза существующих подходов и специфических факторов покупательского поведения при выборе продуктов питания.

### **Методология исследования**

Научные результаты получены с помощью следующих методов:

– библиографический – позволивший сформировать исследовательскую позицию по способам и подходам решения проблемы маркетингового стратегирования фермерских рынков;

– теоретический анализ существующих инструментов для разработки маркетинговых стратегий, включая 4P, 4C, SIVA, 5A, 5C, 4E, CASE и HEART, каждый из них рассмотрен с точки зрения применимости к фермерским рынкам, выявлены их сильные и слабые стороны.

– абстрагирование, анализ, синтез, индукция и дедукция – использованы в проектировании авторской модели FARMER, позволяющей разработать эффективную маркетинговую стратегию фермерских рынков.

### **Результаты исследования**

Анализ существующих подходов и моделей для разработки маркетинговых стратегий.

1. Модель 4P (Product, Price, Place, Promotion) является одной из самых распространенных и основана на управлении четырьмя ключевыми элементами: продуктом, ценой, местом продаж и продвижением. Ее эффективность обусловлена возможностью регулирования рыночного предложения и формирования конкурентного преимущества за счет оптимального сочетания этих факторов. Однако применение данной модели к фермерским рынкам сопряжено с рядом ограничений. Стандартизация про-

дукции, заложенная в основе модели, трудно осуществима в фермерском хозяйстве, где ассортимент подвержен сезонным изменениям и зависит от погодных условий. Ценовое регулирование осложнено колебаниями спроса и предложения, а также высокой чувствительностью покупателей к стоимости натуральных продуктов. Классические каналы сбыта, используемые в традиционном ритейле, не всегда применимы к фермерским рынкам, функционирующим в ограниченные временные периоды и часто не имеющим доступа к широким дистрибьюторским сетям. Отсутствие акцента на эмоциональную составляющую и создание уникального потребительского опыта снижает эффективность модели в условиях, где доверие и личное взаимодействие играют ключевую роль.

2. Модель 4C (Customer, Cost, Convenience, Communication) ориентирована на восприятие маркетинговой стратегии с позиции потребителя, выделяя четыре центральных элемента: потребности клиента, совокупную стоимость продукта, удобство приобретения и качество коммуникации. Такой подход учитывает важность создания ценности для покупателя, но также имеет ограничения в контексте фермерских рынков. Глубокое понимание потребностей клиентов требует значительных маркетинговых исследований, что сложно реализовать для небольших хозяйств с ограниченными ресурсами. Удобство приобретения продукции ограничено физической доступностью фермерских рынков и их сезонностью, что затрудняет применение модели без адаптации. Современные каналы коммуникации, такие как цифровой маркетинг и онлайн-платформы, являются основой модели 4C, однако традиционные фермерские рынки ориентированы на личное взаимодействие, что снижает эффективность использования цифровых стратегий без их интеграции в офлайн-среду.

3 Модель SIVA (Solution, Information, Value, Access) предлагает альтернативный взгляд на маркетинговые стратегии, ориентированные на восприятие рыночного предложения с позиции потребителя. Она включает четыре элемента: решение проблемы клиента, предоставление необходимой информации, формирование ценности и доступность продукта. Данный подход актуален для современного маркетинга, однако его применение к фермерским рынкам имеет ограничения. Недостаточное внимание уделяется эмоциональному аспекту потребления, который играет решающую роль при выборе фермерских продуктов. Доступность продукции ограничена территориальными и временными рамками, что делает реализацию модели сложной без создания дополнительных каналов распространения. Эффективность использования модели требует значительных коммуникационных усилий, которые могут быть недоступны для небольших фермерских хозяйств из-за нехватки ресурсов.

4. Модель 5A (Awareness, Appeal, Ask, Act, Advocate) ориентирована на формирование клиентской лояльности и вовлечение потребителей через последовательные этапы осведомленности, интереса, поиска информации, совершения покупки и последующей адвокации бренда. Она учитывает важность потребительского опыта и долгосрочного взаимодействия, однако в контексте фермерских рынков сопряжена с рядом сложностей. Эффективная реализация требует значительных маркетинговых инвестиций, что может быть недоступно для небольших фермерских хозяйств.

Модель делает акцент на цифровые каналы коммуникации, которые не всегда соответствуют специфике фермерских рынков, ориентированных, как уже отмечалось, на личное взаимодействие. Формирование лояльности потребителей в данной среде чаще всего происходит за счет межличностного общения и доверия, а не активных маркетинговых кампаний, предлагаемых в модели.

5. Модель 5C (Company, Customers, Competitors, Collaborators, Context) представляет собой структурный анализ маркетинговой среды и включает изучение компании, клиентов, конкурентов, партнеров и общего контекста. Ее преимущество заключается в комплексном подходе к рыночному анализу, однако применение к фермерским рынкам сопряжено с трудностями. Модель требует большого объема данных, что затрудняет ее использование в малых хозяйствах с ограниченными аналитическими возможностями. Макроэкономические условия, учитываемые в модели, не всегда оказывают решающее влияние на деятельность фермеров, поскольку их рынок более локализован и зависит от других факторов.

6. Модель 4E (Experience, Exchange, Evangelism, Everyplace) фокусируется на создании ценного потребительского опыта, вовлеченности аудитории и мультиканальном распространении продукта. Она актуальна для современных брендов, стремящихся к формированию долгосрочных отношений с клиентами, но ее применение к фермерским рынкам имеет ограничения. Важные для фермеров аспекты поддержки локальных производителей и формирования сообществ не получают должного внимания в рамках данной концепции. Реализация модели требует значительных вложений в цифровые платформы, что проблематично для малых хозяйств, не обладающих достаточными ресурсами для создания высококачественного контента и управления онлайн-коммуникациями.

7. Модель CASE (Convenience, Accessibility, Simplicity, Experience) делает акцент на удобство совершения покупок, доступность продукции, простоту взаимодействия и создание качественного потребительского опыта. Ее применение на фермерских рынках сталкивается с рядом сложностей. Внедрение технологических решений для повышения удобства требует значительных инвестиций. Обеспечение широкой доступности товаров требует развития логистики и альтернативных каналов продаж, что в условиях сезонности и ограниченных объемов производства может быть нецелесообразным. Постоянное совершенствование пользовательского опыта предполагает анализ данных и внедрение инновационных решений, что требует стабильных ресурсов и компетенций, часто отсутствующих у фермерских производителей.

8. Модель HEART (Happiness, Engagement, Adoption, Retention, Task Success) ориентирована на удовлетворенность клиентов, их вовлечение, принятие продукта, удержание и успешность потребительского опыта. Она нацелена на формирование долгосрочных отношений с потребителями, однако в контексте фермерских рынков имеет ограничения. Создание мультисенсорного опыта, важного для восприятия фермерской продукции, недостаточно учтено в рамках данной концепции. Интеграция бренда в повседневную жизнь потребителей затруднена из-за ограниченного при-

сутствия фермеров в цифровом пространстве и традиционных каналов коммуникации. Реализация стратегии требует серьезных ресурсов для адаптации к онлайн-среде, что является вызовом для фермерских хозяйств, ориентированных на офлайн-продажи и непосредственное взаимодействие с клиентами.

В таблице 1 представлены результаты сравнительного анализа подходов (инструментов) формирования маркетинговых стратегий применительно к специфике фермерских рынков.

В целом результаты анализа перечисленных инструментов показали, что ни один из них не является идеально подходящим для разработки маркетинговых стратегий фермерских рынков. Это связано с уникальными характеристиками самих объектов управления – фермерских рынков, которые требуют более комплексного и специализированного подхода. Так, в частности, модель 4P, хотя и охватывает ключевые аспекты маркетинга, не учитывает важные для фермерских рынков элементы в виде эмоциональной связи с покупателями, создание уникального опыта и поддержку локальных производителей. Модель 4C смещает акцент на потребителя, что является шагом вперед, однако также не учитывает необходимость создания иммерсивного опыта и интеграции в повседневные сценарии поведения. Модель SIVA предлагает более клиентоориентированный подход, но также не уделяет достаточного внимания эмоциональной составляющей и долгосрочным отношениям с покупателями. Модели 5A и 5C фокусируются на взаимодействии с потребителем и контексте рынка, но не предлагают конкретных инструментов для создания уникального опыта и интеграции в рутину. Модели 4E и CASE наиболее близкие к специфике маркетинга фермерских рынков, так как акцентируют внимание на опыте и удобстве, однако они не охватывают такие аспекты, как эмоциональную связь, поддержку локальных производителей и создание сообщества. Модель HEART ориентирована на удовлетворенность потребителя и удержание, но не учитывает специфику фермерских рынков в виде создания мультисенсорного опыта и интеграции в повседневную жизнь клиентов.

Учитывая ограничения существующих моделей, становится очевидным, что для фермерских рынков требуется синтез новой модели, которая объединит сильные стороны различных подходов и дополнит их элементами, специфичными для данного контекста. Новая модель должна:

- 1) учитывать уникальные характеристики фермерских товаров, такие как натуральность, экологичность и поддержка локальных производителей;
- 2) фокусироваться на создании иммерсивного и мультисенсорного опыта, который задействует все органы чувств покупателей;
- 3) способствовать интеграции посещения фермерских рынков в повседневные сценарии поведения потребителей;
- 4) формировать эмоциональную связь и долгосрочные отношения с покупателями через прозрачность, доверие и создание сообщества.

С учетом этих требования, разработана модель FARMER, синтезирующая элементы изученных моделей и дополняющая их специфическими аспектами, необходимыми для разработки успешной маркетинговой стратегии фермерских рынков в современных условиях.

Таблица 1

**Сравнительный анализ подходов (инструментов)  
формирования маркетинговых стратегий**

| Признак                            | 4P  | 4C   | SIVA  | 5A   | 5C  | 4E   | CASE  | HEART   |
|------------------------------------|---|--|---|--|---|--|---|---|
| Объект управления                  | Маркетинговые элементы  | Клиентский опыт                                | Проблема клиента  | Вовлечение клиента   | Среда бизнеса                                     | Клиентский опыт  | Клиентский путь                               | Удовлетворенность клиента                                     |
| Основные элементы                  | Продукт, цена, место, продвижение, люди, процессы, доказательство | Ценность, стоимость, удобство, коммуникация    | Решение, информация, ценность, доступность                                | Осведомленность, вовлеченность, запрос, действие, адвокат бренда | Компания, клиенты, конкуренты, партнеры, контекст | Опыт, обмен, вовлеченность                             | Удобство, доступность, простота, опыт         | Удовлетворенность, вовлеченность, адаптация, удержание, успех |
| Актуальность для фермерских рынков | Системность управления  | Учет предпочтений клиентов и улучшение сервиса | Формирование доверия через информацию                                     | Формирование клиентской лояльности                               | Адаптация к конкурентной среде                    | Повышение вовлеченности клиентов                       | Упрощение и ускорение покупок                 | Удержание и повышение удовлетворенности клиентов              |
| Гибкость и адаптивность            | Низкая – ориентирована на устойчивые маркетинговые принципы       | Высокая – легко настраивается под разные рынки | Высокая – позволяет изменять подход в зависимости от потребностей клиента | Средняя – требует последовательного построения клиентского пути  | Средняя – акцент на макроэкономические факторы    | Высокая – легко интегрируется с цифровыми технологиями | Высокая – упорщает взаимодействие с продуктом | Высокая – постоянно оценивает удовлетворенность клиента       |

На рисунке 1 представлена графическая интерпретация модели, отражающая ее инструментальную сущность управляемого развития покупательских отношений в контексте фермерских рынков. В ее основе – стремление выстроить логически связанный и воспроизводимый процесс, ориентированный на путь клиента: от инициации интереса до формирования лояльности и потребительской адвокации.

Модель синтезирует несколько слоев. *Во-первых*, шесть базовых смысловых модулей, каждый из которых отвечает за определенный аспект восприятия, вовлеченности и поведения потребителя:

1. Focus on Value (фокус на ценности) – акцент на стереотипные ценности продукта для потребителя: натуральность, экологичность, поддержка локальных производителей.

2. Authentic Experience (аутентичный опыт) – создание уникального и запоминающегося опыта. Важно создание атмосферы, имитирующей деревенскую ярмарку с использованием натуральных материалов и фольклорной музыки.

3. Routine Integration (интеграция в рутины) – интеграция посещения рынка в повседневную жизнь потребителей через регулярные мероприятия, программы лояльности и удобство доступа.

4. Multisensory Engagement (мультисенсорное вовлечение) – создание глубокого и запоминающегося опыта через задействование всех органов чувств. Визуальная эстетика и тактильные ощущения усиливают эмоциональную связь с рынком.

5. Emotional Connection (эмоциональная связь) – усиление эмоциональной связи с потребителем через акцент на пользе фермерских продуктов для здоровья, поддержку локальных инициатив и продвижение идей рационального потребления.



Рис. 1. Модель FARMER

6. Relationships & Trust (партнерство) – построение долгосрочных отношений с покупателями через прозрачность, персонализированное взаимодействие и создание сообщества.

*Во-вторых*, модель охватывает ключевые этапы клиентского пути – от момента первого контакта до постпродажной поддержки. Наконец, она предлагает четкий набор инструментов: от брендинга и мониторинга до программ лояльности и персонализированного сервиса; она опирается на конкретные теоретические основания (мотивацию, убеждение, влияние мнений) и адаптирует их к реалиям фермерских рынков. За счет этого FARMER позволяет не просто описывать поведение потребителей, а активно им управлять – выстраивая устойчивые отношения.

Также важно отметить, что модель предполагает применение нативных и экономически этичных манипуляций [8], в основе которых находятся выявленные детерминанты восприятия и поведенческие механизмы, позволяющие воздействовать на потребителя, не нарушая рамок доверия, столь важного в фермерской среде. Сначала формулируются цели: что именно нужно вызвать – мгновенный импульс или долгосрочную лояльность. Затем проводится когнитивный анализ аудитории: ее установки, искажения, эмоциональные предпочтения. Контент выстраивается на базе этой модели с учетом эмоциональных карт, механизмов убеждения и особенностей восприятия (например, акцент на потери как стимул к действию или геймификацию как способ вовлечения). Создание контента сопровождается тестированием, визуальным и поведенческим, чтобы убедиться в его точности. Завершается процесс прогнозом эффективности: насколько манипуляция соответствует бизнес-целям и оправдана с экономической точки зрения. Таким образом, в модели манипуляция превращается в управляемый инструмент тонкой настройки коммуникации – особенно эффективный в среде, где важна не агрессия, а близость и доверие.

### **Заключение**

Проведенное исследование демонстрирует, что фермерские рынки, будучи сложными социально-экономическими экосистемами, требуют специализированных маркетинговых стратегий, учитывающих их уникальные характеристики. Анализ существующих моделей, таких как 4P, 4C, SIVA и других, выявил их ограниченную применимость в контексте фермерских рынков, где ключевыми факторами успеха становятся эмоциональная связь с потребителем, создание аутентичного опыта и поддержка локальных ценностей. Предложенная модель FARMER, синтезируя сильные стороны традиционных подходов и дополняя их элементами, ориентированными на специфику фермерской среды, предлагает комплексное решение для управления покупательскими отношениями.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что модель FARMER предоставляет фермерским рынкам конкретные инструменты для формирования устойчивого конкурентного преимущества. Акцент на мультисенсорное вовлечение, интеграцию в повседневные практики потребителей и построение доверительных отношений позволяет не только привлекать новых клиентов, но и удерживать их, превращая в адвокатов бренда. Особую ценность представляет использование эконо-

мически этичных манипуляций, которые, будучи основаны на глубоком понимании поведенческих механизмов, позволяют усиливать коммуникацию без ущерба для доверия.

Результаты исследования открывают перспективы для дальнейшей адаптации модели FARMER в различных регионах, учитывая локальные особенности и культурные традиции. Внедрение предложенных стратегий может способствовать не только росту экономической эффективности фермерских рынков, но и укреплению их роли как центров устойчивого развития, экологической осознанности и социальной сплоченности. Таким образом, работа вносит определенный вклад в теорию и практику маркетинга, предлагая инновационный подход к управлению потребительским поведением в условиях динамично меняющейся рыночной среды.

#### *Список литературы*

1. Systematic Review of Factors Influencing Farmers' Market Use Overall and Among Low-Income Populations / D. A. Freedman [et al.] // *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. – 2016. – No. 7. – P. 1136 – 1155. doi: 10.1016/j.jand.2016.02.010

2. Participation in a Farmers' Market Fruit and Vegetable Prescription Program at a Federally Qualified Health Center Improves Hemoglobin A1C in Kow Income Uncontrolled Diabetics / R. Bryce [et al.] // *Preventive Medicine Reports*. – 2017. – No. 7. – P. 176– 179. doi: 10.1016/j.pmedr.2017.06.006

3. The Impact of COVID-19 Crisis upon the Consumer Buying Behavior of Fresh Vegetables Directly from Local Producers. Case Study: The Quarantined Area of Suceava County, Romania / A. Butu [et al.] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2020. – No. 15. doi: 10.3390/ijerph17155485

4. Consumer Willingness to Pay for Traditional Food Products / P. Balogh [et al.] // *Food Policy*. – 2016. – Vol. 61. – P. 176 – 184. doi: 10.1016/j.foodpol.2016.03.005

5. Moggi, S. Against Food Waste: CSR for the Social and Environmental Impact through a Network-Based Organizational Model / S. Moggi, S. Bonomi, F. Ricciardi // *Sustainability*. – 2018. – No. 10. doi: 10.3390/su10103515

6. Grebitus, C. Relationship between Consumer Behavior and Success of Urban Agriculture / C. Grebitus, I. Printezis, A. Printezis // *Ecological Economics*. – 2017. – Vol. 136. – P. 189 – 200. doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.02.010

7. Kumar, A. Understanding Local Food Consumers: Theory of Planned Behavior and Segmentation Approach / A. Kumar, S. Smith // *Journal of Food Products Marketing*. – 2018. – No. 2. – P. 196 – 215. doi: 10.1080/10454446.2017.1266553

8. Цзяньдун, Ч. Методика создания манипуляционного контента / Ч. Цзяньдун, Б. А. Тхориков // *Вестник Адыгейского государственного университета. Сер.: Экономика*. – 2025. – № 1(355). – С. 81 – 88. doi: 10.53598/2410-3686-2025-1-335-81-88

#### *References*

1. Freedman D.A. [et al.] Systematic review of factors influencing farmers' market use overall and among low-income populations, *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 2016, no. 7, pp. 1136-1155. doi: 10.1016/j.jand.2016.02.010

2. Bryce R. [et al.] Participation in a farmers' market fruit and vegetable prescription program at a federally qualified health center improves hemoglobin A1C in low income uncontrolled diabetics, *Preventive medicine reports*, 2017, no. 7, pp. 176-179. doi: 10.1016/j.pmedr.2017.06.006

3. Butu A. [et al.] The impact of COVID-19 crisis upon the consumer buying behavior of fresh vegetables directly from local producers. Case study: The quarantined area of Suceava County, Romania, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, no. 15. doi: 10.3390/ijerph17155485
  4. Balogh P. [et al.] Consumer willingness to pay for traditional food products, *Food Policy*, 2016, vol. 61, pp. 176-184. doi: 10.1016/j.foodpol.2016.03.005
  5. Moggi S., Bonomi S., Ricciardi F. Against food waste: CSR for the social and environmental impact through a network-based organizational model, *Sustainability*, 2018, no. 10. doi: 10.3390/su10103515
  6. Grebitus C., Printezis I., Printezis A. Relationship between consumer behavior and success of urban agriculture, *Ecological Economics*, 2017, vol. 136, pp. 189-200. doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.02.010
  7. Kumar A., Smith S. Understanding local food consumers: Theory of planned behavior and segmentation approach, *Journal of Food Products Marketing*, 2018, no. 2, pp. 196-215. doi: 10.1080/10454446.2017.1266553
  8. Czyan'dun Ch., Thorikov B.A. [Methodology for creating manipulative content], *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Ekonomika* [Bulletin of the Adyghe State University. Series: Economics], 2025, no. 1(355), pp. 81-88. doi: 10.53598/2410-3686-2025-1-335-81-88 (In Russ., abstract in Eng.)
- 

## Developing a Marketing Strategy for Farmers' Markets

**B. A. Tkhorikov, M. V. Sabynina,  
O. A. Gerasimenko, D. Jiandong**

*A. N. Kosygin Russian State University, Moscow, Russia;*

*Bessarabka Farmers' Market, Moscow, Russia;*

*Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia*

**Keywords:** marketing tools; FARMER model; marketing strategy; farmers' markets.

**Abstract:** In the context of globalization and increased competition in the agricultural market, farmers' markets are faced with the need to revise traditional marketing approaches. Modern consumers value not only the quality of products, but also a unique shopping experience that includes emotional involvement, environmental awareness, and support for local traditions. The article presents an analysis of existing models and approaches for developing marketing strategies (4P, 4C, SIVA, 5A, 5C, 4E, CASE, HEART) and proposes a new model FARMER, aimed at creating a unique experience, integration into the daily life of consumers and the formation of long-term relationships with customers, including through native economic and ethical manipulations in communications with customers.

---

© Б. А. Тхориков, М. В. Сабьнина,  
О. А. Герасименко, Д. Цзяньдун, 2025

### *Теория и методика обучения и воспитания*

УДК 373

DOI: 10.17277/voprosy.2025.02.pp.124-133

### **НЕПРЕРЫВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ ЧЕТВЕРТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**С. А. Бешенков, Н. В. Молоткова, М. И. Шутикова**

*ГАОУ ВО города Москвы «Московский государственный университет спорта и туризма», Москва, Россия;  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Россия*

**Ключевые слова:** дистанционное обучение; непрерывное образование; ступени непрерывного образования; цели непрерывного образования; цифровая образовательная среда.

**Аннотация:** Предпринят анализ развития непрерывного образования в условиях возросших потребностей к получению качественного образования, обусловленных, прежде всего, развитием цифровых технологий. При этом такие потребности формируются не только в государственных структурах и структурах бизнеса, но и в широких слоях населения. Проанализирован спектр мотивов к получению образования и рассмотрены основные аспекты непрерывного образования. Важной особенностью современного непрерывного образования является неформальная и информальная составляющие, которые дополняют систему формального образования. Вместе с тем отмечены проблемы современного непрерывного образования: сложность «состыковки» содержания различных ступеней непрерывного образования, необходимость обеспечения единства формального, неформального и информального образования, развития информационной образовательной среды непрерывного образования, включая его дистанционные формы. Сформулированы возможные направления развития непрерывного образования в условиях четвертой технологической революции.

---

Бешенков Сергей Александрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики спорта и физического воспитания, e-mail: srg57@mail.ru, ГАОУ ВО города Москвы «Московский государственный университет спорта и туризма», Москва, Россия; Молоткова Наталия Вячеславовна – доктор педагогических наук, профессор, первый проректор, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Россия; Шутикова Маргарита Ивановна – доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики спорта и физического воспитания, ГАОУ ВО города Москвы «Московский государственный университет спорта и туризма», Москва, Россия.

## Введение

Проблема непрерывного образования приобрела особую актуальность в контексте научных революций рубежа XX и XXI веков. В результате известная формула «Образование на всю жизнь» была трансформирована в формулу «Образование через всю жизнь». Это связано, прежде всего, с задачей формирования знаний как основы современных высоких технологий и развития сферы высших достижений, в частности, в спорте. Ведущие исследователи в области социальных наук подчеркивают, что знания являются национальным богатством, а не просто неким «информационным ресурсом» общества. Уровень знания в каждой стране определяется историческим наследием, уровнем образования, профессиональной квалификации и т.д.

В зависимости от характера преобладающих технологий в социологических исследованиях принята следующая классификация стран, производящих:

- сырье, продовольствие и товары народного потребления;
- технологическую продукцию по иностранным лицензиям и частично оригинальным технологиям;
- знания и реализующих собственные оригинальные технологии.

Именно создание новых знаний создает базу развития новых технологий, которые и определяют место государства в современном мире.

Все это вместе взятое еще раз подчеркивает мысль о том, что непрерывное образование должно быть ориентировано, прежде всего, на *расширение и углубление научных знаний*.

Кроме необходимости соответствия реалиям научно-технического прогресса, исключительную актуальность приобрели *социальные аспекты непрерывного образования*. Многие развитые страны, достигнув впечатляющих результатов в экономическом развитии, все чаще страдают от социальной дисгармонии. Деформация профессиональной сферы, безработица, этнические проблемы становятся крайне актуальными. Образование в этом контексте – существенный фактор стабильности. При этом речь идет именно о непрерывном образовании взрослых, которое при разумной организации может во многом нивелировать негативные процессы в обществе.

Имеет смысл упомянуть *духовную составляющую непрерывного образования*.

Известна пословица «Век живи – век учись». В данном контексте образование – процесс обретения человеком собственного образа. Эта мысль ярко прослеживается в речи Святейшего Патриарха Алексия II, с которой он обратился к общему собранию членов Российской академии образования: «Образовать человека означает не просто передать ему некоторую сумму знаний, но и выявить в нем определенный образ...» [1], то есть суть образования не только (и, может быть, не столько) в получении определенной суммы знаний или формировании необходимых компетенций, сколько в формировании сущностного отношения к миру, в реставрации истинного, глубинного в человеке. Иными словами, речь идет об обретении, творении «образа», что и является основной целью образования.

Сам же «образ» формируется в рамках культуры, поэтому образование можно интерпретировать как способ становления человека в культуре.

Важно подчеркнуть, что образование – это, прежде всего, самообразование, поскольку обретение образа соотносится с обретением смысла, который может быть реализован только самим человеком. Таким образом, в непрерывном образовании открывается еще одна очень важная сторона – обретение человеком смысла его существования. На тему «смысла» много размышлял известный психиатр, психолог, философ, создатель концепции «смыслотерапии» В. Э. Франкл. «Быть человеком, – пишет В. Франкл, – значит выходить за пределы самого себя... сущность человеческого существования заключена в его самотрансценденции» [2]. Непрерывное образование является эффективным инструментом этой самотрансценденции, поскольку сочетает в себе как собственно процесс образования, так и длительный период его рефлексии, что является необходимым условием обретения смыслов.

Современная система непрерывного образования реализуется в контексте четвертой технологической революции, которая самым существенным образом изменила приоритеты профессиональной деятельности. Прежде всего, изменилась структура этой деятельности – в ней важнейшую роль стал играть информационный фактор, включающий в себя аналитический компонент.

В настоящее время спрос на профессиональные навыки выглядит так:

- когнитивные способности – 52 %;
- системные способности – 42 %;
- решение сложных проблем – 40 %;
- навыки создания контента – 40 %;
- общие навыки – 37 %;
- навыки общения – 37 %;
- навыки управления ресурсами – 36 %;
- технические навыки – 33 %;
- физические навыки – 4 % [3].

В этих условия проблема получения качественного образования, включающего значительный фундаментальный концентр, становится крайне актуальной. При этом, как уже подчеркивалось, образование как таковое имеет значительный личностный и социальный эффект. Наличие качественного образования, в особенности высшего, влияет на социальный статус, здоровье и продолжительность жизни.

Правовую основу системы непрерывного образования в Российской Федерации составляет Конституция России, которая устанавливает необходимость федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), поддерживает различные формы образования и самообразования, что отражает намерение государства развивать систему. В проведенных к настоящему времени исследованиях модели непрерывного образования рассматриваются с разных ракурсов, таких как:

- управление системами, обеспечивающими процесс профессионально-личностного развития обучающихся;

– проектирование, реализация и мониторинг процессов формирования значимых профессиональных качеств и компонентов профессиональной культуры обучающихся;

– поэтапное развитие компетенций обучающихся в связи с реализуемыми инновационными проектами применительно к разным предметным областям;

– способ обеспечения преемственности разных видов и форм обучения в учреждениях основного и дополнительного профессионального образования [4, 5].

В рамках исследования следует уделить внимание, прежде всего, *проблеме поэтапного формирования профессиональной компетентности обучающегося*, в частности, в области физкультуры и спорта. Отдельным аспектом этой проблемы является соотношение и *интеграция формального, неформального и информального образования*.

Рассмотрим данную проблему более подробно.

На современном этапе, как свидетельствуют сравнительные исследования Международного института планирования образования ЮНЕСКО и Национального института педагогических исследований (Токио), при описании образования как непрерывного процесса в основном используются термины Lifelong Education (образование на протяжении всей жизни), Recurrent Education (рекуррентное или возобновляемое образование), Continuing Education (продолжающееся образование) [6]. Это не вполне эквивалентные термины, хотя они достаточно определенно очерчивают область, соотносимую с понятием «непрерывное образование». В рамках названных структур содержание непрерывного образования раскрывается следующим образом: «В широком понимании непрерывное образование есть интегрированный способ учения с раннего детства до пожилого возраста. В рамках интегрированного подхода непрерывное образование отвечает разнообразным потребностям современного общества и охватывает в континууме первоначальное и продолжающееся образование, образование и обучение, профессиональное и общее образование. Поэтому сфера непрерывного образования охватывает целый ряд программ, преследующих самые разные цели, включая базовое образование, обучение, социализацию и противодействию негативным процессам» [6].

Дадим краткие комментарии.

Непрерывное образование охватывает весь период жизни человека: от раннего детства до пожилого возраста. На данном промежутке времени цели образования не могут оставаться постоянными: если на раннем этапе речь может идти о развитии и приобретении знаний, то в зрелые годы актуальным становится смысловая составляющая. Таким образом, для непрерывного образования характерным становится некоторый набор целей, который осуществляется постепенно, в хронологическом порядке. С другой стороны, все эти цели должны быть связаны друг с другом, поскольку речь идет о целостной человеческой личности.

Разумеется, это идеальная модель непрерывного образования, которая в настоящий момент имеет мало шансов на реализацию. Однако ее ключевые фрагменты: школьное, начальное профессиональное и высшее образо-

вание можно связать единой логикой и содержанием. Существуют различные подходы к определению этой логики и содержания. Все они очень конкретны и связаны с образовательными традициями данной географической локации и соответствующих образовательных учреждений.

### **Непрерывное образование в Российской Федерации**

Система непрерывного образования в Российской Федерации традиционно включает в себя три ступени:

– допрофессиональную подготовку (детские дошкольные учреждения, педагогические классы, общеобразовательная школа, курсы, начальные подготовительные курсы в средних общеобразовательных школах и др.);

– начальное, среднее и высшее профессиональное образование (ПТУ, колледжи, техникумы, училища, ВУЗы, университеты, академии);

– послевузовское образование (аспирантура, докторантура, ИПК, ФПК, курсовая сеть учреждений повышения квалификации и другие послевузовские формы учебы).

Вместе с тем система непрерывного образования не ограничивается лишь формальными структурами. С развитием информационного социума, дистанционных форм взаимодействия в системе непрерывного образования возникла иная реальность. Потребность в постоянном повышении квалификации может быть реализована без использования услуг формальных структур. Индивидуальная мотивация к получению образования становится одним из главных моментов в развитии системы современного непрерывного образования, включающего формальный, неформальный и информальный компоненты.

При этом возможны различные структурные сочетания трех названных компонентов. Рассмотрим их более подробно.

1. При любом сочетании компонентов непрерывного образования ведущая роль отводится формальному образованию. Главное назначение формального образования – формирование системности, системного образа окружающего мира. В этом случае главной проблемой становится «состыковка» все уровней образования, прежде всего: дошкольной подготовки, общеобразовательной школы, высшего образования. Эта проблема находится в фокусе педагогических исследований не одно десятилетие и продолжает оставаться актуальной и в настоящее время.

2. Представленная выше основная линия формального непрерывного образования дополняется различными компонентами того же формального характера: колледжами разнообразной направленности, высшими учебными заведениями различных типов и др. Во всех случаях обозначенная выше проблема целостной системы формального образования остается актуальной. Целостная система непрерывного образования, ориентированная на получения знаний и умений о фундаментальных аспектах окружающего мира, является отличительной чертой и главной ценностью отечественного образования.

3. Как показал опыт последних десятилетий, формальным образованием не исчерпываются все образовательные потребности современного

человека. Прежде всего, к ним должны быть добавлены так называемые «мягкие навыки» (soft skills) – комплекс умений общего характера, которые востребованы в современной профессиональной деятельности. Содержание этого комплекса значительно варьируется в зависимости от внешних факторов и авторских предпочтений. Традиционно к ним относят навыки критического мышления, выступлений, общения; умения работать в команде, осуществлять проектную деятельность и пр. При этом важно учитывать, что «мягкие навыки» ни к какой мере не замещают знания и умения, которые составляют содержание формального образования, а являются его необходимым дополнением.

4. Основой современного высшего образования является компетентностный подход.

На компетентностном подходе и сфере его применения следует остановиться отдельно. Для западной (преимущественно, американской) образовательной системы понятие компетенций является естественным, поскольку вписывается в общий контекст прагматического мировосприятия. Для отечественного образования, построенного на идее фундаментальности (как общего, так и профессионального образования) понятие компетенции в значительной степени оказалось «чужеродным». Это же можно сказать и о классическом европейском образовании (как «островном», так и «континентальном»). Тем не менее это понятие оказалось полезным в следующем контексте.

В конце 1990-х годов явно обозначилась консолидация европейских социальных институтов, в том числе и образовательных систем. Учитывая, что система образования каждой европейской страны имела свои цели и традиции, необходимо было найти инструмент подведения этих систем под «общий знаменатель». При этом речь не шла об изменении концепции национальных образовательных систем, а о выделении в них связующего звена. Именно этим звеном и выступили компетенции. В 2018 году Советом Европейского Союза были приняты обновленные компетенции, необходимые для образования в течение всей жизни. Они включают в себя, в частности, следующие группы компетенций: политические и социальные; компетенции, связанные с жизнью в мультикультурном обществе, устной и письменной коммуникацией, информатизацией и цифровизацией общества [7].

В отечественном образовании понятие компетентности (как и многие заимствованные понятия) было в значительной мере переосмыслено. В частности, имели место попытки свести понятия компетенции к классической триаде «знания, умения, навыки», однако при этом не улавливались некоторые существенные стороны компетенций, например, готовность решать задачи (преимущественно типовые). Многочисленные попытки выявить все компоненты компетенций также успеха не имели: практически каждый автор имел свой взгляд на понятие компетенции, ее структуру и содержание. Несмотря на то что дискуссии по проблеме смысла понятия компетенции не закончились (и вряд ли закончатся), были выделены (отчасти волевым усилием) те компоненты компетенций, которые: а) не вызывали возражений у профессионального сообщества;

б) имели бы определенную преемственность с классической триадой «знания, умения, навыки». Основная идея состояла в том, что в современном быстроменяющемся мире очень трудно сформировать профессиональные навыки, которые были бы актуальны в обозримый период времени. Более важным и актуальным является опыт деятельности в данной сфере, который позволяет актуализировать имеющиеся знания и умения. Это приводит к простейшей структурной формуле компетенций – «знания, умения, опыт деятельности». Именно эта формула компетенций и принята в ФГОС [8].

Следует сказать, что такой подход в последнее время подвергается существенному переосмыслению. Появление технологий четвертой промышленной революции, в особенности, технологий искусственного интеллекта, самым существенным образом изменило (и в ближайшем будущем изменит еще больше) характер профессиональной деятельности. Очень многие профессии могут полностью исчезнуть, а вместо них появиться совершенно новые. В этом плане важную роль отводят аналитическим навыкам работы с данными и информацией. Фактически речь идет о том, что «умные» технологии требуют «умных» пользователей.

Большой проблемой оказалась оценка сформированности компетенций. По своему смыслу оценить компетенции можно только в процессе деятельности, приближенной к реальной. В условиях лекционно-семинарской системы обучения это сделать крайне трудно. С другой стороны, в рамках практических и лабораторных работ невозможно проверить весь набор компетенций, включая общекультурные и общепрофессиональные компетенции. Выходом из положения является использование концепций и методик обучения, основанных на модельном подходе. Одним из таких подходов является теория контекстного обучения А. А. Вербицкого [9]. Возможны и другие подходы.

При этом важно отметить следующий момент. Понятие компетентности традиционно связывается с предметным содержанием. Однако в современном цифровом социуме все большее значение приобретают надпредметные (метапредметные) знания и умения. В этом случае необходимо выделить особые компетенции, которые должны осваиваться практически всеми специалистами. В рамках отечественных ФГОС данная проблема решается путем введения общекультурной и общепрофессиональной компетентности.

5. Понятие компетентности оказалось очень полезным для системы дополнительного профессионального образования. Значительная часть обучающихся в рамках этого образования уже имеет определенную специальность, и речь идет о том, чтобы повысить уровень его компетентности в выбранной предметной / профессиональной области. В этом случае речь идет именно о компетентности в ее изначальном понимании.

В настоящее время в России отсутствует целостная концепция непрерывного образования, и образовательное учреждение должно выстраивать систему непрерывного образования (если такая задача ставится) в значительной степени самостоятельно. Единственным важным руководящим документом в этом случае является ФГОС (в соответствующей редакции). Дадим его краткий анализ под углом зрения задач данного аналитического обзора.

Стандарты образования определяют, прежде всего, единые требования к результатам образовательной деятельности для определенных типов образовательных учреждений, в частности, общеобразовательных школ и организаций высшего образования. Стандарты образования обеспечивают также сохранение единого образовательного пространства страны; возможность дальнейшего продолжения образования; единый уровень образования для всех категорий граждан, что не исключает дифференцированного подхода к обучению; возможность взаимодействия отечественной системы образования с другими образовательными системами. Во всех случаях использование электронных форм обучения является важным моментом в развитии системы непрерывного образования. Использование дистанционных технологий и массовых открытых онлайн-курсов имеет серьезные социальные и психологические причины. Дистанционное образование, разумеется, имеет свои ограничения. Многие учебные дисциплины, в которых акцент делается на работу в реальных условиях с реальными объектами, сложно переносится в дистанционный формат. Кроме того, многие учебные курсы специальностей достаточно легко трансформируются в дистанционные формы. Таким образом, на цифровую образовательную среду возлагаются серьезные надежды и определенная функционал в контексте развития непрерывного образования.

В современном мире наблюдается существенный спрос на высшее образование, при этом речь идет все же не о традиционном академическом образовании. Наибольший интерес представляет специальное образование, ориентированное на достаточно узкую сферу профессиональной деятельности. С другой стороны, в этой специальной сфере требуется освоение достаточно широкого круга вопросов, которые выходят за рамки «среднего уровня». При этом необходимо отметить, что значение высшего образования и самого процесса повышения квалификации в целом выходит за рамки чисто профессионального интереса. Высшее образование и высокая квалификация в любом случае оказывает позитивное влияние на социальный статус их носителя. Даже в условиях острого падения общественного интереса к образованию, «человек образованный», обладающий внутренней дисциплиной, имеет больше возможностей для социализации. Все эти моменты присутствуют в странах, экономика которых находится на подъеме, например, в Китае [10, 11].

### **Заключение**

Несмотря на значительное разнообразие форм, непрерывное образование для большинства специальностей выстраивается в следующей логике: базовое школьное образование – профессиональное среднее образование – профессиональное высшее образование – система повышения квалификации.

Практически во всех системах непрерывного образования слабым звеном является «состыковка» различных уровней непрерывного образования, поскольку в своем большинстве имеет место отсутствие единого взгляда на содержание и структуру учебных курсов на различных уровнях.

Единство всей системы непрерывного образования обеспечивается (в реальности или перспективе, в зависимости от возможностей государства) преимущественно развитием цифровой образовательной среды.

#### Список литературы

1. Святейший Патриарх Алексей II. Слово в Российской академии образования. – 1993. – URL : <https://patriarh-i-narod.ru/slovo-patriarha/duhovnoe-obrazovanie/262-slovo-v-rossijskoj-akademii-obrazovaniya-1993-g> (дата обращения: 15.05.2025).
2. Франкл, В. Человек в поисках смысла : сборник / В. Франкл ; пер. с англ. и нем. ; общ. ред. Л. Я. Гозмана, Д. А. Леонтьева ; вст. ст. Д. А. Леонтьева. – М. : Прогресс, 1990. – 368 с.
3. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М. : Эксмо, 2016. – 208 с.
4. Леднев, В. С. Развитие системы профессионально-педагогического образования / В. С. Леднев, П. Ф. Кубрушко. – М. : Эгвес, 2006. – 287 с.
5. Иванова, С. В. Образовательное пространство как модус образовательной политики : монография / С. В. Иванова, О. Б. Иванов. – М. : Русское слово, 2020. – 158 с.
6. Марданшина, Р. М. Модели непрерывного образования в едином образовательном пространстве на рубеже XX–XXI веков : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Р. М. Марданшина. – М., 2007. – 18 с.
7. Рекомендации Совета Европейского Союза 2018/С 189/01 от 22 марта 2018 г. о ключевых компетенциях, необходимых для обучения в течение всей жизни. – URL : <https://base.garant.ru/403138383/?ysclid=majta9tyy3704367152> (дата обращения: 15.05.2025).
8. Долгих, И. Н. Образовательный стандарт как методическое условие обеспечения качества (стандарт в дополнительном образовании или качество результатов дополнительной образовательной программы) / И. Н. Долгих // Дополнительное образование и воспитание. – 2009. – № 4. – С. 7 – 13.
9. Вербицкий, А. А. Контекстное обучение: формирование мотивации / А. А. Вербицкий // Высшее образование в России. – 1998. – № 1. – С. 101 – 107.
10. Бешенков, С. А. Информационно-когнитивные технологии – современный образовательный тренд / С. А. Бешенков, М. И. Шутикова, Э. В. Миндзаева // Информатика и образование. – 2017. – №7(286). – С. 26 – 28.
11. Шутикова, М. И. Социальные и гуманитарные составляющие информатизации системы образования / М. И. Шутикова // Мир образования – образование в мире. – 2008. – № 2(30). – С. 307 – 313.

#### References

1. Available at: <https://patriarh-i-narod.ru/slovo-patriarha/duhovnoe-obrazovanie/262-slovo-v-rossijskoj-akademii-obrazovaniya-1993-g> (accessed 15 May 2025)
2. Frankl V. *Chelovek v poiskax smysla* [Man in Search of Meaning], Moscow: Progress, 1990, 368 p. (In Russ.).
3. Shvab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The Fourth Industrial Revolution], Moscow: Eksmo, 2016, 208 p. (In Russ.).
4. Lednev V.S., Kubrushko P.F. *Razvitie sistemy professional'no-pedagogicheskogo obrazovaniya* [Development of the system of professional and pedagogical education], Moscow: Egves, 2006, 287 p. (In Russ.).
5. Ivanova S.V., Ivanov O.B. *Obrazovatel'noe prostranstvo kak modus obrazovatel'noj politiki: monografiya*. [Educational space as a mode of educational policy: monograph], Moscow: Russkoe slovo, 2020, 139 p. (In Russ.)

6. Mardanshina R.M. *PhD Dissertation (Pedagogy)*, Moscow, 2007, 18 p. (In Russ.)
7. Available at: <https://base.garant.ru/403138383/?ysclid=majta9tyy3704367152> (accessed 15 May 2025).
8. Dolgih I.N. [Educational standard as a methodological condition for quality assurance (standard in additional education or quality of results of additional educational program)], *Dopolnitel'noe obrazovanie i vospitanie* [Further education and upbringing], 2009, no. 4, pp. 7-13 (In Russ., abstract in Eng.)
9. Verbizkij A.A. [Contextual learning: building motivation], *Vysshiee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 1998, no. 1, pp. 101-107. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Beshenkov S.A., Shutikova M.I., Mindzaeva E.V. [Information and cognitive technologies – a modern educational trend], *Informatika i obrazovanie* [Computer science and education], 2017, no. 7(286), pp. 26-28. (In Russ., abstract in Eng.)
11. Shutikova M.I. [Social and humanitarian components of the informatization of the education system], *Mir obrazovaniya – obrazovanie v mire* [The world of education – education in the world], 2008, no. 2(30), pp. 307-313. (In Russ., abstract in Eng.)
- 

## **Continuous Education in the Context of the Fourth Technological Revolution**

**S. A. Beshenkov, N. V. Molotkova, M. I. Shutikova**

*Moscow State University of Sport and Tourism, Moscow, Russia;*  
*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** distance learning; continuous education; stages of continuous education; goals of continuous education; digital educational environment.

**Abstract:** The article analyzes the development of continuous education in the context of increased needs for quality education, caused primarily by the development of digital technologies. At the same time, such needs are formed not only in government agencies and business structures, but also in wide sections of the population. The range of motives for obtaining education is analyzed, and the main aspects of continuous education are considered. An important feature of modern continuous education is the non-formal and informal components that complement the formal education system. At the same time, the problems of modern continuous education are noted: the complexity of "docking" the content of various stages of continuous education, the need to ensure the unity of formal, non-formal and informal education, the development of an information educational environment for continuous education, including its distance forms. Possible directions for the development of continuous education in the context of the fourth technological revolution are formulated.

---

© С. А. Бешенков, Н. В. Молоткова, М. И. Шутикова, 2025

*К 160-летию со Дня рождения  
академика и земского деятеля  
Владимира Ивановича Вернадского*

## **ИСТОРИКО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМИССИИ АКАДЕМИИ НАУК ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ В. И. ВЕРНАДСКОГО (1985 – 2019 гг.)**

**В. Е. Бредихин, А. В. Козачек**

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

**Ключевые слова:** В. И. Вернадский; Комиссия при Президиуме АН СССР (РАН); научное наследие; природоохранное просвещение; экологическое образование и воспитание.

**Аннотация:** Рассмотрены историко-педагогические аспекты деятельности Комиссии при Президиуме АН СССР (РАН) по сохранению и популяризации научного наследия академика В. И. Вернадского в период 1985 – 2019 гг. Выделены основные направления работы Комиссии под председательством академиков А. Л. Яншина и Э. М. Галимова, представлен ее состав, приведен перечень опубликованных сочинений ученого.

Деятельность Комиссии при Президиуме АН СССР (РАН) включала публикацию полного собрания сочинений В. И. Вернадского, анализ и популяризацию его научных и философских идей, развитие на их основе массового экологического сознания и выработку рекомендаций в сфере природоохранной политики.

Комиссия по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме АН СССР (РАН) сыграла важную роль в развитии отечественной экологической отрасли научного познания, становлении системы профильного профессионального образования и популяризации фундаментальной концепции устойчивого развития.

### **Введение в проблематику**

Образованная в 1945 г. Комиссия Академии наук по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского за истекшие 80 лет не раз меняла свой статус, пока в 2019 – 2022 гг. не была преобразована в Комис-

---

Бредихин Владимир Евгеньевич – кандидат исторических наук, доцент кафедры «История и философия», e-mail: bve1978@yandex.ru; Козачек Артемий Владимирович – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

сию РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых, в составе которой была выделена секция по изучению научного наследия академика В. И. Вернадского. В настоящее время деятельность данной секции осуществляется на базе Тамбовского государственного технического университета, а ее руководителем является ректор, доктор технических наук, профессор РАН М. Н. Краснянский. В своей работе секция опирается на опыт предшествующей ей Комиссии.

Весьма интересным и важным для будущего Комиссии стал период 1960 – 1980-х гг. – время постановки мировым сообществом задач, связанных с обеспечением экологической безопасности, охраны окружающей среды и организации системы экологического образования и науки.

Состоявшаяся в 1968 г. в Париже под эгидой ЮНЕСКО Межправительственная конференция экспертов по научным основам рационального использования и сохранения ресурсов биосферы утвердила необходимость признания концепции содружества человека и биосферы и поставила задачу снижения последствий негативного антропогенного воздействия на природную среду [1]. При этом в рамках работы одной из трех комиссий Межправительственной конференции – Комиссии по образованию – были разработаны рекомендации в сфере природоохранного обучения в школах и вузах, подготовки экологических кадров и экологического просвещения.

Решения Стокгольмской конференции ООН по проблемам окружающей среды (1972 г.) легли в основу новой концепции устойчивого и экологически безопасного существования человечества. Образовательную программу, нацеленную на изучение вопросов охраны окружающей среды, рекомендовалось рассматривать в качестве средства решения глобальных и региональных экологических проблем (Рекомендация 96 Стокгольмской конференции ООН 1972 г.) [2]. Более того, согласно принципу 19 Стокгольмской декларации: «образование по вопросам окружающей среды, как для молодого поколения, так и для взрослых, имеет важное значение для расширения основы для просвещенного мнения и ответственного поведения со стороны отдельных лиц, предприятий и сообществ в защите и улучшении окружающей среды в ее полном человеческом измерении» [3]. Таким образом, утверждалось новое понимание деятельности человека как социального поведения в рамках экологических ограничений (в дальнейшем эта тема была развита академиком Н. Н. Моисеевым в его системе «Учитель», а сегодня активно продвигается через концепцию ESG).

Ванкуверская конференция ООН по населенным пунктам 1976 г. впервые обратила внимание на проблему урбанизации, как источника экологической опасности, а также определила основополагающие принципы пространственного развития населенных пунктов с учетом экологических критериев [4].

Собственно, концепция экологического образования была сформулирована на Межправительственной конференции по образованию в области окружающей среды, проведенной ЮНЕСКО в сотрудничестве с ЮНЕП в Тбилиси в 1977 г. [5]. Основными принципами такого образования были названы опора на научно-технологические достижения, понимание проблем окружающей среды и формирование экологически ориентированного сознания.

Международный конгресс Юнеско-ЮНЕП по образованию и подготовке кадров в области окружающей среды 1987 г., проходивший в Москве [6], обозначил направления и принципы экологической работы с населением, включая внедрение экологических компонентов в учебные программы общего и профессионального образования, организацию экологического информирования общества, механизмы международного и межрегионального взаимодействия в данной сфере.

Немаловажную роль в постановке перед обществом 1960 – 1980-х гг. природоохранных задач сыграли и экологические катастрофы, особенно авария на Чернобыльской АЭС, а также испытания оружия массового поражения, вызвавшие обеспокоенность населения и научного сообщества относительно возможного глобального техногенного воздействия на окружающую природную среду и здоровье человека [7].

Данные события приблизили понимание необходимости изменений в системе образования и науки с разворотом в сторону экологизации. Появилась целая плеяда представителей отечественной академической науки (академики В. П. Казначеев, А. Л. Яншин, Н. Н. Моисеев, член-корреспондент АН СССР Г. А. Ягодин и др.), поставивших экологические задачи в ряд важнейших народнохозяйственных и сформулировавших на их основе новые требования к образовательной и научной деятельности.

Ввиду того, что крупнейшие ученые этой плеяды, в частности, академик А. Л. Яншин, входили в состав Комиссии АН СССР по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского, а интересы других, например, академика Н. Н. Моисеева предметно переплетались с творчеством В. И. Вернадского, это оказало влияние на деятельность Комиссии: в период 1985 – 2019 гг. ее работа приобрела выраженный экологический уклон. Активно продвигались биосферные и ноосферные идеи академика В. И. Вернадского, реализовывались на практике принципы экологического образования и молодежной науки, в том числе через организацию Всероссийских юношеских чтений им. В. И. Вернадского и т.д.

В связи с этим представляет научный и педагогический интерес обобщение этого многолетнего опыта, что является *целью* данной статьи. Для ее достижения поставлены следующие исследовательские *задачи*:

- раскрыть формы и содержание деятельности Комиссии при Президиуме АН СССР (РАН);
- представить состав ее членов;
- выделить сотрудников Комиссии, внесших значительный вклад в сохранение и пропаганду научных идей В. И. Вернадского.

Хронологические рамки работы охватывают 1985 – 2019 гг. – период существования Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме Академии наук СССР (РАН).

Имеющиеся обзорные, справочные или мемуарные работы на эту тему не обладают необходимой предметной фокусировкой, ряд материалов по истории Комиссии представляет библиографическую редкость [8 – 25]. Отдельно необходимо выделить публикации, посвященные жизни и творчеству ее членов [26 – 41].

## Состав и деятельность Комиссии А. Л. Яншина (1985 – 1999)

Предшественниками Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме Академии наук, последовательно возглавляемой академиками А. Л. Яншиным и Э. М. Галимовым, были существовавшие в 1945 – 1985 гг. Комиссии при Институте геохимии и аналитической химии (ГЕОХИ) АН СССР (1945 – 1979) во главе с академиками Н. Д. Зелинским и А. П. Виноградовым, Экспертная группа при Научном совете АН СССР по направлению «Философские и социальные проблемы науки и техники» (1979 – 1981) под руководством К. П. Флоренского и Комиссия при бюро Отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук (ОГГГН) АН СССР (1981 – 1985) во главе с академиком Б. С. Соколовым.

Поскольку статус Комиссии непосредственно влиял на результаты ее исследовательской и издательской деятельности, Комиссия при бюро ОГГГН подготовила проект Положения о Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме АН СССР. Предусмотренный проектом более высокий, чем прежде, статус Комиссии должен был предоставить ей дополнительные организационные возможности в решении главной задачи – публикации полного собрания сочинений ученого [16, с. 239; 18, с. 210, 211; 21, с. 189; 23, с. 6].

Данный проект был реализован на основании Постановления Президиума АН СССР от 11 апреля 1985 г. № 494 «О Комиссии АН СССР по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского». В документе подчеркивалась недостаточность результатов работы Комиссии под руководством Н. Д. Зелинского и А. П. Виноградова по изданию архива ученого и ставилась задача оперативной публикации актуальных рукописных и ранее изданных трудов В. И. Вернадского, в том числе на иностранных языках; сбора и изучения всего комплекса архивных материалов, связанных с его жизнью и творчеством; осуществления подготовительных работ к изданию полного собрания сочинений ученого; координации усилий научного сообщества, связанных с пропагандой его идей, особенно в области природоохраны и устойчивого развития. Среди поставленных задач отдельно выделялась подготовка и проведение юбилейных мероприятий по случаю 125-летия со дня рождения ученого (1988) [16, с. 239; 18, с. 211; 21, с. 189, 190; 25, с. 16 – 20].

Данная работа поручалась вновь созданной Комиссии при Президиуме АН СССР под председательством вице-президента АН СССР, академика А. Л. Яншина, который по словам его коллеги и предшественника в этой должности – академика Б. С. Соколова – являлся «на протяжении всей жизни последовательным пропагандистом учения В. И. Вернадского о биосфере и необходимости ее перехода в ноосферную стадию развития» [17, с. 422]. Ее состав предполагалось комплектовать представителями академического сообщества, высшей школы, государственных и общественных организаций и творческих союзов, связанных с разработкой наследия ученого. Срок деятельности Комиссии был установлен в 5 лет, а финансирование и материальное обеспечение ее деятельности возложено на Институт литосферы АН СССР. Комиссия получила право

подавать в редакционно-издательский совет АН СССР заявки на издание сочинений В. И. Вернадского и литературы о нем; участвовать в разработке программ научных исследований на основе актуальных идей ученого; формулировать рекомендации по соответствующей тематике диссертационных работ. Среди направлений деятельности Комиссии следует упомянуть выявление и охрану памятных мест, где протекали жизнь и творчество В. И. Вернадского, и организацию на их основе музейных площадок [25, с. 16, 17].

В первый состав Комиссии вошло 38 человек, в том числе академики А. Л. Яншин (председатель), Б. С. Соколов (зам. председателя), В. Г. Афанасьев, А. Г. Егоров, Б. Н. Ласкорин, Н. Н. Моисеев; член-корреспонденты АН СССР В. Л. Барсуков (зам. председателя), С. Л. Микулинский (зам. председателя), Г. Б. Бокий, М. И. Будыко, М. В. Иванов, И. Т. Фролов; академик АН УССР К. М. Сытник; д-р филос. наук И. И. Мочалов (зам. председателя), д-р геол.-минерал. наук А. А. Годовиков, д-р геогр. наук В. В. Добровольский, д-р филос. наук И. Д. Лаптев, д-р ист. наук Б. В. Левшин, доктора геол.-минерал. наук Г. Б. Наумов, В. С. Урусов, П. В. Флоренский; канд. геол.-минерал. наук В. Л. Барсуков, канд. ист. наук М. С. Бастракова, канд. хим. наук П. Г. Кузнецов, канд. техн. наук А. И. Мелуа, канд. геогр. наук А. Ю. Ретеюм, канд. техн. наук В. И. Севастьянов, кандидаты геол.-минерал. наук А. В. Тихомиров и И. А. Тугаринов, канд. филос. наук В. М. Федоров, канд. экон. наук В. С. Чесноков, канд. геогр. наук Ф. Я. Шипунов, канд. геол.-минерал. наук Ф. Т. Яншина; Р. К. Баландин, Р. А. Григорьева, А. П. Иванов, Н. А. Кардаков, В. С. Неаполитанская [21, с. 189; 42, с. 2; 43, с. 2].



**Академик АН СССР (РАН)  
Александр Леонидович Яншин  
(1911 – 1999)**

председатель Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме АН СССР (РАН) в 1985 – 1999 гг.



**Академик АН СССР  
Валерий Леонидович Барсуков  
(1928 – 1992)**

заместитель председателя Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме АН СССР в 1985 – 1992 гг.



**Член-корреспондент АН СССР  
Семен Романович Микулинский  
(1919 – 1991)**

заместитель председателя Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме АН СССР в 1985 – 1991 гг.



**Доктор философских наук, профессор  
Инар Иванович Мочалов  
(1932 – 2024)**

заместитель председателя Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме АН СССР в 1985 – 1990 гг.

После юбилейных торжеств по случаю 125-летия В. И. Вернадского (1988) численность Комиссии заметно сократилась: в 1990 г. в нее входило 22 человека, в том числе академики А. Л. Яншин (председатель), В. Л. Барсуков (зам. председателя), Б. С. Соколов (зам. председателя), Б. Н. Ласкорин, Н. Н. Моисеев, И. Т. Фролов, И. Ф. Образцов и В. Е. Соколов; член-корреспонденты С. Л. Микулинский (зам. председателя), М. И. Будыко и А. Н. Дмитриевский; академик АН УССР К. М. Сытник; д-р филос. наук И. И. Мочалов, д-р геол.-минерал. наук А. А. Годовиков, д-р геогр. наук В. В. Добровольский, д-р ист. наук Б. В. Левшин, д-р геол.-минерал. наук В. С. Урусов, д-р хим. наук Ю. А. Шуколюков; канд. техн. наук А. И. Мелуа, канд. геол.-минерал. наук Ф. Т. Яншина; Р. К. Баландин, В. С. Неаполитанская [44, с. 2].

Среди организационных мероприятий Комиссии А. Л. Яншина стоит отметить создание в апреле 1986 г. ее отделения в Ленинграде во главе с член-корреспондентом АН СССР М. И. Будыко. Ученым секретарем отделения стал кандидат технических наук А. И. Мелуа. В состав ленинградского отделения Комиссии вошли: академики АН СССР Е. М. Лавренко, Д. С. Лихачев, Б. П. Никольский, А. М. Уголев, член-корреспондент АН СССР Д. В. Рундквист, доктора наук В. Ф. Барабанов, Е. А. Басков, Н. Н. Верзилин, Д. Д. Квасов, Е. М. Квятковский, Э. И. Колчинский, А. В. Кольцов, А. С. Мамзин, А. Н. Олейников, кандидаты наук Э. Н. Елисеев, А. В. Лапо, О. М. Римская-Корсакова, Г. С. Сеницына, сотрудники образовательных и музейных организаций М. П. Околызина, В. А. Росов. Именно ленинградское отделение Комиссии в 1987 – 1990 гг. осуществило издание первых девяти выпусков «Бюллетеня» [16, с. 239; 21, с. 191; 25, с. 20, 21].

Летом 1987 г. была образована молодежная секция Комиссии – «Ноосфера» – в которую вошли молодые сотрудники МВТУ им. Н. Э. Баумана, МИФИ и Института радиоэлектроники АН СССР. Куратором Секции стал д-р филос. наук И. И. Мочалов. В 1988 г. Секцией была организована научно-практическая конференция «Ноосфера – настоящее и будущее человечества», а в 1993 г., при поддержке А. Л. Яншина – ежегодные Всероссийские юношеские чтения им. В. И. Вернадского [19, с. 212; 21, с. 191].

27 сентября 1987 г. Постановлением № 299 Президиума Академии наук Украинской ССР «О подготовке и проведении мероприятий в связи со 125-летием со Дня рождения академика В. И. Вернадского» была образована Комиссия АН УССР по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского – как отделение одноименной Комиссии АН СССР. Членами украинской Комиссии стали: академики АН УССР К. М. Сытник (председатель), Н. П. Щербак (зам. председателя), А. В. Чекунов, члены-корреспонденты АН УССР В. И. Шинкарук (зам. председателя), В. И. Беляев, М. А. Голубец, доктора наук Г. М. Добров (зам. председателя), В. И. Павлишин, Э. В. Соботович, В. П. Хижняк, кандидаты наук Н. С. Стеценко (ученый секретарь), Е. М. Апанович (зам. ученого секретаря), А. И. Шевченко, В. Н. Елин, Ю. М. Капица, А. В. Гордецкий, Л. А. Дубровина, Ю. А. Храмов, С. П. Рудая, научные сотрудники А. П. Брайон, Л. З. Гизцова [25, с. 21 – 23].

План юбилейных мероприятий по случаю 125-летия со дня рождения В. И. Вернадского (1988), помимо торжественных заседаний и размещения памятных досок в Москве и Ленинграде, предполагал организацию на ВДНХ выставки «Творчество В. И. Вернадского и современность», проведение международного симпозиума под эгидой ЮНЕСКО «Учение В. И. Вернадского и биосфере и проблемы охраны окружающей среды» и выпуск на английском языке научной биографии ученого и его работ «Химическое строение биосферы и Земли и ее окружения» и «Размышления натуралиста» [25, с. 18 – 20].

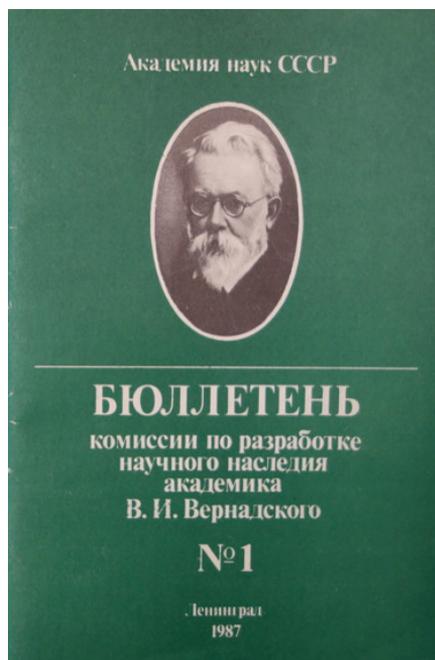
Одним из первых мероприятий новой Комиссии стала проведенная совместно с Научным советом по проблемам биосферы выездная научная сессия в Ереване, в ходе которой состоялось обсуждение экологических проблем Армении и путей их решения на базе идей В. И. Вернадского (ноябрь 1985). Важным эпизодом ее деятельности стали переговоры с издательством «Наука» и редакциями крупных научных периодических изданий о юбилейных публикациях работ, посвященных жизни и творчеству ученого. Большое внимание данному вопросу уделялось ленинградским и украинским отделениями. Наряду с печатным словом к делу популяризации идей В. И. Вернадского было решено привлечь кинематограф: соответствующие обращения были направлены в «Киевнаучфильм» и «Ленфильм», результатом которых стала съемка двух научно-популярных картин [25, с. 5, 10 – 12].

Комиссия А. Л. Яншина приступила к изданию «Бюллетеня» (№ 1 – 23, 1987 – 2019), в котором публиковались отчеты о работе самой Комиссии, статьи исследователей и последователей творчества В. И. Вернадского, а также переписка ученого с коллегами и родственниками. Редакторами «Бюллетеня» выступили А. И. Мелуа (№ 1 – 8), Ф. Т. Яншина (№ 9 – 20),

В. П. Волков (№ 21), Э. М. Галимов (№ 22 – 23). Среди выпусков «Бюллетеня» выделялись номера, посвященные забытым ученым-новаторам, чье творчество привлекало внимание В. И. Вернадского, а также его ученикам [16, с. 239; 21, с. 191].

Помимо выпуска «Бюллетеня» Комиссия А. Л. Яншина по случаю 125-летия ученого подготовила к печати и опубликовала (1988) такие работы В. И. Вернадского, как «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» (2-е изд.), «Философские мысли натуралиста», «Труды по всеобщей истории науки», «Труды по истории науки в России», «Кристаллография», «Научная мысль как планетарное явление» (фрагменты, не вошедшие в издание 1977 г.), а также избранную переписку с коллегами, фрагменты дневников и первый том его переписки с женой – «Письма Н. Е. Вернадской. 1886 – 1889» [21, с. 192; 45, с. 10, 11].

Главной заслугой Комиссии А. Л. Яншина, безусловно, стала публикация с 1992 г. многотомной серии «Библиотека трудов академика В. И. Вернадского», в которой были представлены без купюр как рукописные, так и ранее изданные работы ученого по геохимии, радиогеологии, биогеохимии, подземным водам, метеоритике, биосферологии, генетической минералогии, истории науки и философии, а также его дневники. Решение о выпуске, в том числе в виде тематических сборников, 17 томов сочинений В. И. Вернадского было принято научно-издательским советом АН СССР 14 июня 1990 г. на основании рекомендации Комиссии. Таким образом, предполагалось воплотить в жизнь идею издания полного собрания сочинений ученого, отраженную в Постановлении Президиума АН



**Обложка Бюллетеня № 1 Комиссии АН СССР  
по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского  
(фотография авторов)**

СССР в апреле 1985 г. Издание полного собрания сочинений на тот момент было признано преждевременным из-за наличия в архиве В. И. Вернадского большого числа рукописных работ, требующих трудоемкой подготовки к печати. Главным редактором серии стал академик А. Л. Яншин [10, с. 5, 6; 16, с. 239, 240; 21, с. 194, 195].

Для осуществления задуманного в 1993 г. в ГЕОХИ РАН было создано специальное подразделение – «Научное наследие В. И. Вернадского и его школы», которое занималось подготовкой к печати неопубликованных рукописей и дневников, а также ранее изданных трудов В. И. Вернадского. Большую редакторскую работу в процессе подготовки к изданию дневников ученого проделал приглашенный в 1993 г. А. Л. Яншиным в редколлегию «Библиотеки» д-р геол.-минерал. наук В. П. Волков [10, с. 6; 19, с. 211].

При жизни А. Л. Яншина в серии под редакцией В. В. Добровольского, А. А. Ярошевского, В. П. Волкова, С. Н. Жидовинова, Н. П. Лаверова, Ю. А. Шуколюкова, Ф. Т. Яншиной были изданы «Труды по геохимии и геохимии почв» (1992), «Труды по геохимии» (1994), «Живое вещество и биосфера» (1994), «Публицистические статьи» (1995), «Статьи об ученых и их творчестве» (1997), «Труды по радиогеологии» (1997), «Дневники. 1921 – 1925» (1998). Кроме того, вне серии изданы второй и третий тома переписки В. И. Вернадского с женой (1991, 1994) [21, с. 196].

В процессе работы над «Библиотекой» редакторский коллектив понес невосполнимые потери: в течение 1991 – 2013 гг. ушли из жизни член-корреспондент АН СССР С. Р. Микулинский (1991), академик В. Л. Барсуков (1992), д-р геол.-минерал. наук А. А. Годовиков (1995), академик А. Л. Яншин (1999), академик К. В. Симаков (2004), д-р геогр. наук В. В. Добровольский (2010), д-р филос. наук Ф. Т. Яншина (2011), д-р геол.-минерал. наук В. П. Волков (2012), д-р хим. наук Ю. А. Шуколюков (2013) [21, с. 196].

Деятельность Комиссии А. Л. Яншина пришлась на сложное время – годы горбачевской «перестройки» и последовавших за ней рыночных реформ 1990-х гг., сильно ударивших по материальной базе научных исследований и издательских планов. Ей пришлось отстаивать необходимость публикации трудов ученого, заниматься поиском средств для их издания и редакторов. Эти препятствия председатель Комиссии и его помощники смогли преодолеть. На плечи А. Л. Яншина легла организация юбилейных мероприятий по случаю 125-летия, 130-летия и 135-летия В. И. Вернадского. В 1993 г. А. Л. Яншин принял активное участие в реализации идеи ежегодных Всероссийских юношеских чтений им. В. И. Вернадского (на базе московского лицея № 1553). В 1995 г. академик стал одним из учредителей Неправительственного экологического фонда им. В. И. Вернадского, стратегическая цель которого – устойчивое развитие общества на базе научных идей, сформулированных В. И. Вернадским [16, с. 239, 240, 241; 21, с. 191, 197, 198].

В трудные 1990-е гг. в связи с уходом из жизни ряда ее членов и по иным причинам изменился персональный состав Комиссии, при сохранении, однако, старого кадрового ядра во главе с А. Л. Яншиным. Тяжелой утратой стала кончина двух зам. председателя Комиссии – член-кор-

респондента АН СССР С. Р. Микулинского и академика В. Л. Барсукова. В 1995 г. в Комиссию входили: академики А. Л. Яншин (председатель), Б. С. Соколов (зам. председателя), Б. Н. Ласкорин, Н. Н. Моисеев, И. Ф. Образцов и В. Е. Соколов, М. И. Будыко, А. Н. Дмитриевский, О. А. Богатиков, Э. М. Галимов, Н. П. Лаверов; член-корреспонденты РАН Н. А. Богданов, В. С. Урусов; академик АН Украины К. М. Сытник, академик АН Молдовы А. Д. Урсул; д-р геол.-минерал. наук С. Н. Жидовинов (ученый секретарь), д-р геогр. наук В. В. Добровольский, д-р ист. наук Б. В. Левшин, д-р хим. наук Ю. А. Шуколюков, д-ра геол.-минерал. наук С. А. Ушаков, П. В. Флоренский, А. А. Ярошевский, д-ра филос. наук Э. В. Гирусов, А. Н. Кочергин, А. И. Мелуа; канд. геол.-минерал. наук Ф. Т. Яншина и Р. К. Баландин. Всего 27 человек [46, с. 2].



**Валентина Сергеевна  
Неаполитанская  
(1907 – 1998)**

В эти годы не стало одного из основоположников и одновременно энтузиастов разработки и популяризации научного наследия В. И. Вернадского, многолетнего члена Комиссий Б. С. Соколова и А. Л. Яншина В. С. Неаполитанской.

Неаполитанская В. С. приняла активное участие в издании большинства научных (особенно ранее не публиковавшихся) работ, сборников писем и дневников ученого, начиная с собрания избранных трудов, подготовленного Комиссией А. П. Виноградова (1954 – 1960), и заканчивая двухтомником дневников за 1917 – 1921 гг., выпущенным в 1994 – 1997 гг. Национальной Академией наук Украины. Среди них: «Пространство и время в живой и неживой природе» (1975), «Научная мысль как планетное явление» (1977), «Живое вещество» (1978), «Переписка В. И. Вернадского с Б. Л. Личковым» (в 2-х томах, 1979–1980), «Труды Биогеохимической лаборатории» (1980), «Избранные труды по истории науки» (1981, 1988), «Очерки геохимии» (1983), «Кристаллография. Избранные труды» (1988), «Труды по истории науки в России» (1988), «Биосфера и ноосфера» (1989), «Начало и вечность жизни» (1989). На долю лично знавшей В. И. Вернадского В. С. Неаполитанской пришлось трудоемкая работа по расшифровке рукописей, сверке их прижизненных, в том числе изданных, редакций. Ее перу принадлежит несколько десятков статей о жизни и творчестве ученого [20, с. 486 – 488].

#### **Состав и деятельность Комиссии Э. М. Галимова (2001 – 2019)**

После кончины в октябре 1999 г. академика А. Л. Яншина Постановлением Президиума РАН от 26 июня 2001 г. Комиссию РАН по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского возглавил директор Института геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского, академик Э. М. Галимов. Эту должность он занимал вплоть до января 2019 г.

К моменту назначения председателем Комиссии академика Э. М. Галимова ушли из жизни такие ее ключевые фигуры, как академики Б. Н. Ласкорин (1997), В. Е. Соколов (1998) и Н. Н. Моисеев (2000).

В наступившем XXI веке процесс ротации высшего звена Комиссии продолжился: в 2001 г. не стало академика М. И. Будыко; в 2003 г. – член-корреспондента РАН Н. А. Богданова, в 2005 г. – академика И. Ф. Образцова; в сентябре 2013 г. в возрасте 99 лет не стало многолетнего члена Комиссии (1981 – 2011) и ее бывшего председателя (1981 – 1985) академика Б. С. Соколова; в 2015 г. ушел из жизни академик В. С. Урусов; в 2017 г. – член-корреспондент РАН А. В. Яблоков; в 2018 г. скончался многолетний ученый секретарь Комиссии канд. экон. наук В. С. Чесноков. Среди тяжелых утрат стоит отметить кончину в 2003 г. д-ра ист. наук Б. В. Левшина, отдавшего делу публикации рукописей В. И. Вернадского сорок лет своей жизни (1963 – 2003) – весь период руководства Архивом АН СССР (РАН).

Утвержденный в 2001 г. Постановлением Президиума РАН состав Комиссии Э. М. Галимова включал 22 человека: академиков Э. М. Галимова (председатель), О. А. Богатикова, А. Н. Дмитриевского, А. Э. Контровича, Д. В. Рундквиста, Б. С. Соколова; член-корреспондентов РАН Н. А. Богданова, В. С. Урусова и А. В. Яблокова; члена АН Молдовы А. Д. Урсула; д-ра филос. наук Э. В. Гирусова, д-ра геогр. наук В. В. Добровольского, д-ра геол.-минерал. наук С. Н. Жидовинова, д-ра ист. наук Б. В. Левшина, д-ра филос. наук А. Н. Кочергина, д-ра биол. наук Э. Н. Мирзояна, докторов геол.-минерал. наук М. И. Новгородову, С. А. Ушакова, П. В. Флоренского, д-ра филос. наук Т. Ф. Яншину (зам. председателя), д-ра геол.-минерал. наук А. А. Ярошевского; канд. экон. наук В. С. Чеснокова [47, с. 2].

За истекшие с момента ее формирования до кончины председателя два десятилетия состав Комиссии существенно изменился. В 2012 г. – период подготовки 150-летнего юбилея В. И. Вернадского – в нее входило 25 человек: академики Э. М. Галимов (председатель), А. Д. Гвишиани, А. Н. Дмитриевский, Н. С. Касимов, Л. Н. Когарко, Ю. Н. Малышев, Д. Ю. Пушаровский, Д. В. Рундквист, В. С. Урусов, М. А. Федонкин; член-корреспондент РАН Т. И. Моисеенко; д-р геол.-минерал. наук В. К. Гаранин, д-р филос. наук Э. В. Гирусов, д-р геол.-минерал. наук А. А. Кадик, д-р биол. наук Э. Н. Мирзоян, д-р биол. наук А. С. Саввичев, д-р геол.-минерал. наук А. А. Ярошевский; канд. экон. наук В. С. Чесноков (ученый секретарь), канд. ист. наук В. Ю. Афиани, канд. геол.-минерал. наук Е. М. Гурвич, канд. психол. наук А. В. Леонтович, канд. психол. наук А. С. Обухов, канд. экон. наук К. А. Степанов, канд. геол.-минерал. наук В. В. Черненко; Н. В. Свешникова [48, с. 2].

Считая популяризацию идей В. И. Вернадского важным фактором экологического просвещения общества, Э. М. Галимов, вступив в должность председателя Комиссии, поддержал предложение о кооптации в ее состав организаторов Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ им. В. И. Вернадского. В итоге постановлением Президиума РАН от 22 ноября 2005 г. членами Комиссии были утверждены председатель оргкомитета конкурса А. В. Леонтович, а также члены оргкомитета: А. С. Саввичев, Н. В. Свешникова, А. С. Обухов, Е. М. Гурвич. Новые члены стали кадровой основой образованной постановлением Президиума

РАН от 11 сентября 2007 г. в структуре Комиссии молодежной секции – группы сотрудников по работе с молодежью – в составе канд. геол.-минерал. наук Е. М. Гурвича (руководитель), канд. психол. наук А. В. Леонтовича, канд. псих. наук А. С. Обухова, канд. биол. наук А. С. Савичева, Е. А. Курохтиной и Н. В. Свешниковой. В секции были представлены работники Дома научно-технического творчества молодежи Московского городского дворца детского (юношеского) творчества, сотрудники Неправительственного экологического фонда им. В. И. Вернадского, члены научного сообщества, представители высшей и общеобразовательной школы [13, с. 27, 28; 19, с. 212; 21, с. 191].

Наряду с этим, по инициативе Э. М. Галимова, образованная в 1998 г. при ГЕОХИ РАН Группа «Научное наследие В. И. Вернадского и его школы» сосредоточилась на применении современных способов популяризации идей ученого – с использованием интерактивных и информационно-коммуникационных технологий [13, с. 28].

Комиссия Э. М. Галимова продолжила главное дело предшественника – издание «Библиотеки трудов академика В. И. Вернадского». На протяжении 2000 – 2010 гг. под редакцией академика К. В. Симакова, д-ра геол.-минерал. наук С. Н. Жидовинова, д-ра филос. наук Ф. Т. Яншиной, докторов геол.-минерал. наук В. П. Волкова, М. И. Новгородовой и С. Л. Шварцева изданы тома: «Труды по философии естествознания» (2000), «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» (2001), «Дневники. 1926–1934» (2001), «Труды по минералогии» (2002), «Труды по истории науки» (2002), «История природных вод» (2003), «Дневники. 1935 – 1941» (2006) и «Дневники. 1941 – 1943» (2010). Последний шестнадцатый том – «В. И. Вернадский. Дневники 1943–1944» – планировалось выпустить под редакцией В. П. Волкова к 150-летию ученого в 2013 г. [21, с. 196].



**Академик РАН**  
**Эрик Михайлович Галимов**  
(1936 – 2020)  
председатель Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме РАН в 2001 – 2019 гг.



**Доктор философских наук**  
**Фидан Тауфиковна Яншина**  
(1933 – 2011)  
заместитель председателя Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме РАН в 2001 – 2011 гг.



**Кандидат экономических наук**  
**Вячеслав Степанович**  
**Чесноков** (1939 – 2018)  
ученый секретарь Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского при Президиуме РАН в 2005 – 2018 гг.

К этому времени оказались опубликованы практически все научные труды В. И. Вернадского и большая часть его дневников. Неизданными оставались часть его дневниковых записей, переписка с детьми, ряд писем и деловых обращений. В итоге Комиссией Э. М. Галимова было принято решение вместо публикации уже подготовленного шестнадцатого тома «Библиотеки» выпустить наиболее полное юбилейное 24-томное собрание сочинений ученого, в основу которого легла серия «Библиотека трудов академика В. И. Вернадского» (15 книг) и пятитомник 1954 – 1960 гг., изданный Комиссией под руководством А. П. Виноградова. Научным редактором нового юбилейного издания стал председатель Комиссии Э. М. Галимов, большую помощь в его подготовке, после ухода из жизни Ф. Т. Яншиной (2011) и В. П. Волкова (2012), оказал ученый секретарь Комиссии В. С. Чесноков. Необходимая подготовительная работа была проведена в течение 2012 г., а выпуск всех 24 томов осуществлен в рекордный срок – в течение 2013 г. Несмотря на более чем полувековой опыт публикации научного наследия В. И. Вернадского, коллективу редакторов нового собрания сочинений пришлось преодолеть известные трудности, связанные с восстановлением текста оригинальных версий трудов ученого, поскольку особенностью их издания в опубликованных тематических сборниках являлось синтезирование редакторами фрагментов работ разных лет. Остатки неизданного наследия В. И. Вернадского публиковались под редакцией Э. М. Галимова в № 22–23 «Бюллетеня» Комиссии в 2018 – 2019 гг. Данные номера «Бюллетеня» были подготовлены трудом сотрудников группы «Научное наследие В. И. Вернадского и его школы» во главе с руководителем, канд. геол.-минерал. наук Е. П. Яниным. Галимов Э. М. полагал целесообразным дополненное переиздание собрания сочинений В. И. Вернадского, при чем не только на русском, но и английском языках. Осуществить эти планы он не успел. На настоящий момент изданное в 2013 г. собрание сочинений великого ученого является наиболее полным [10, с. 6, 7, 10; 49, с. 3, 4].

Комиссии Э. М. Галимова выпала миссия участвовать в организации празднования 150-летия со Дня рождения академика В. И. Вернадского, организованного в соответствии с Указом Президента РФ В. В. Путина от 21 августа 2012 г. № 1206. Праздничные мероприятия проводились в целом ряде регионов страны, в том числе в Тамбовской области – малой родине семьи Вернадских. Так, в июне 2013 г. на базе Тамбовского государственного технического университета и Ассоциации «Объединенный университет имени В. И. Вернадского» состоялась Международная научно-практическая конференция «Наука и образование для устойчивого развития экономики, природы и общества»; а 18 ноября 2014 г. в Тамбове при участии членов Правительства РФ был открыт первый и пока единственный в России памятник В. И. Вернадскому, автором которого стал известный российский скульптор, академик Российской академии художеств, Народный художник РФ А. И. Рукавишников.



**Памятник В. И. Вернадскому в г. Тамбове, открытый 18 ноября 2014 г.**  
(фотография пресс-службы Тамбовского государственного технического университета)

### **Преобразование Комиссии РАН по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского**

В марте 2018 г. состоялось общее собрание членов РАН, на котором было принято решение об упорядочивании деятельности ее советов, комитетов и комиссий (п. 6.2 постановления общего собрания членов РАН от 30 марта 2018 г. № 24 «Об основных результатах работы РАН в 2017 году и приоритетных направлениях ее деятельности»). Для его исполнения 22 января 2019 г. было издано постановление Президиума РАН № 12 «О Перечне научных, экспертных, координационных советов, комитетов и комиссий, состоящих при президиуме РАН и отделениях РАН по областям и направлениям науки». Данным документом утверждались новые перечни отраслевых советов, комитетов и комиссий при Президиуме и отделениях РАН, а также их руководители (п. 1 постановления Президиума РАН от 22 января 2019 г. № 12). В представленных перечнях Комиссия по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского не значилась. С этого момента можно говорить о прекращении ее деятельности и одновременно воссоздании в новом качестве.

Тем же постановлением № 12 (приложение 1) учреждена Комиссия РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых под председательством член-корреспондента РАН Ю. М. Батурина. В соответствии с п. 1.1 Положения о Комиссии, она была «создана путем объединения следующих комиссий РАН: Комиссии РАН по разработке научного наследия академика Н. Н. Семенова, действовавшей на основании постановления президиума РАН от 31 октября 2000 г. № 245; Комиссии РАН по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского, действовавшей на основании постановления президиума РАН от 13 марта 2012 г. № 46;

Комиссии РАН по изучению научного наследия академика Н. Н. Моисеева, действовавшей на основании постановления президиума РАН от 24 апреля 2018 г. № 84».

Таким образом, Комиссия РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых стала правопреемницей существовавших в 1945 – 2019 гг. Комиссий АН СССР и РАН по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского. В числе структурных подразделений, определенных п. 4.1 Положения о Комиссии, значится секция по изучению научного наследия академика В. И. Вернадского.

Следовательно, вопросы разработки идей академика В. И. Вернадского – по-прежнему в составе повестки работы РАН.

### **Заключение**

Созданная в апреле 2019 г. Постановлением Президиума РАН Комиссия РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых (академиков Н. Н. Семенова, В. И. Вернадского и Н. Н. Моисеева), в составе которой была образована Секция по изучению научного наследия академика В. И. Вернадского под руководством ректора Тамбовского государственного технического университета профессора РАН М. Н. Краснянского, имела за плечами солидный опыт разработки и сохранения идей великого ученого, начало которому было положено вскоре после его смерти. Историческими предшественниками Секции являлись действовавшие на протяжении 1945 – 2019 гг. Комиссии при АН СССР и РАН, в чьи задачи входили изучение и систематизация научного наследия академика В. И. Вернадского.

В основе работы Комиссии при Президиуме АН СССР (РАН) по изучению научного наследия академика В. И. Вернадского (1985 – 2019 гг.) лежали такие направления, как:

– анализ научных и философских трудов ученого, позволивших выявить и систематизировать содержащиеся в них фундаментальные и прикладные идеи, положенные в основу экологической науки и природоохранного просвещения;

– планомерная публикация без купюр как ранее изданных, так и рукописных работ, дневников и переписки В. И. Вернадского в многотомной серии «Библиотека трудов академика В. И. Вернадского» (1992 – 2010) и подготовленном на ее базе 24-томном собрании сочинений (2013), заложившая информационную основу использования его научных и философских идей в образовательном и воспитательном процессе;

– организация, по случаю празднования юбилеев ученого (1988 – 2018), массовых научных и просветительских мероприятий (юбилейных торжеств, научных симпозиумов, конференций, чтений, кинокартин и т.д.), ставших площадками по обмену научным опытом в сфере экологии, источником профессионального становления и самоопределения молодежи и средством формирования экологического сознания.

Научно-философская составляющая деятельности Комиссии заключалась в экологическом осмыслении деятельности человека и отстаивании позиции сторонника разработки природоохранных программ на основе теоретических и практических рекомендаций академика В. И. Вернадского.

Комиссия при Президиуме АН СССР (РАН) по изучению научного наследия академика В. И. Вернадского внесла значительный вклад в формирование методической и фактологической базы экологической науки и системы природоохранного просвещения.

*Список литературы*

1. Использование и охрана природных ресурсов : труды Межправительств. конф. по рац. использованию и охране ресурсов биосферы, Париж, 4 – 13 сент. 1968 г. / ред. акад. И. П. Герасимов. – М. : Прогресс, 1972. – 295 с.
2. Доклад конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды. Стокгольм, 5 – 16 июня 1972 года. – Нью-Йорк: ООН, 1973. – 91 с.
3. Декларация Конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды (1972 год) // Организация Объединенных Наций : офиц. сайт. – URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/declarathenv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml) (дата обращения: 14.04.2025)
4. Доклад Хабитата : конференция Организации Объединенных Наций по населенным пунктам, Ванкувер, 31 мая – 11 июня 1976 года. – Нью-Йорк, 1976. – 206 с.
5. Межправительственная конференция по образованию в области окружающей среды, созванная ЮНЕСКО в сотрудничестве с ЮНЕП : заключ. докл., Тбилиси, 14 – 26 октября 1977 г. – Париж, 1978. – 117 с.
6. Экологическое образование и воспитание в СССР : тезисы докладов на Международном конгрессе по образованию и подготовке кадров в области окружающей среды / редкол.: Н. С. Егоров (отв. ред.) и др., Москва, 17 – 21 августа 1987. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 132 с.
7. Марфенин, Н. Н. Об экологическом образовании в СССР / Н. Н. Марфенин // Становление и развитие высшего профессионального экологического образования в России: анализ проблем. – М. : Изд-во МГУ, 2013 – С.149 – 155.
8. Агаджанян, Н. А. Академик Александр Леонидович Яншин. К 100-летию со дня рождения / Н. А. Агаджанян, В. С. Чесноков // Экология человека. – 2011. – № 9. – С. 52 – 60.
9. Александр Леонидович Яншин / Сост. Р. Г. Гарецкий, Н. Б. Полякова, Г. Н. Финашина, Ф. Т. Яншина. – М. : Наука, 1991. – 187 с.
10. Галимов, Э. М. Культурное и научное значение выхода в свет 24-томного собрания сочинений В. И. Вернадского / Э. М. Галимов // Бюллетень Комиссии РАН по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского. – Вып. 22. – М. : ГЕОХИ РАН, 2018. – С. 5 – 12.
11. Галимов, Э. М. Общее предисловие к собранию сочинений В. И. Вернадского / Э. М. Галимов // Вернадский В. И. Собрание сочинений: в 24 т. – Т. 1. – М. : Наука, 2013. – С. 5 – 8.
12. История Комиссии // Комиссия по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского. – Текст : электрон. – URL : [http://www.vernadsky-heritage.ru/\\_layouts/15/start.aspx#/Page1\\_viki/История\\_Комиссии.aspx](http://www.vernadsky-heritage.ru/_layouts/15/start.aspx#/Page1_viki/История_Комиссии.aspx) (дата обращения: 28.11.2023).
13. Леонтович, А. В. Всероссийским юношеским чтениям имени В. И. Вернадского – 25 лет / А. В. Леонтович, А. С. Обухов, В. С. Чесноков // Исследователь/Researcher. – 2018. – № 3–4 (23–24). – С. 135 – 142.
14. Леонтович, А. В. Памяти академика Эрика Михайловича Галимова / А. В. Леонтович // Исследователь/Researcher. – 2020. – № 4 (32). – С. 26 – 28.
15. Симаков, К. В. Знаменитый и незнакомый. К 10-летию издания «Библиотеки трудов академика В.И. Вернадского» / К. В. Симаков // Бюллетень Комиссии

по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского. – Вып. 17. – М. : Наука, 2003. – С. 166 – 174.

16. Симаков, К. В. Неизвестное об известном. К 140-летию со дня рождения академика В. И. Вернадского / К. В. Симаков // Вестник Российской академии наук. – 2003. – Т. 73, № 3. – С. 239 – 249.

17. Соколов, Б. С. Воспоминания об академике Александре Леонидовиче Яншине (1911 – 1999) / Б. С. Соколов // Биосфера. – 2011. – Т. 3, № 3. – С. 419 – 422.

18. Тугаринов, И. А. Комиссия АН СССР по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского: предыстория и перспективы / И. А. Тугаринов // В. И. Вернадский и современность. – М. : Наука, 1986. – С. 202 – 215.

19. Чесноков, В. С. Академик А. Л. Яншин: ученый и гражданин / В. С. Чесноков // Исследователь/Researcher. – 2013. – № 1–2. – С. 202 – 221.

20. Чесноков, В. С. Валентина Сергеевна Неаполитанская (к 110-летию со дня рождения) / В. С. Чесноков, Е. П. Янин // Современные проблемы состояния и эволюции таксонов биосферы. Труды Биогеохимической лаборатории. Т. 26. – М. : ГЕОХИ РАН, 2017. – С. 481 – 490.

21. Чесноков, В. С. О сохранении и разработке научного наследия академика В. И. Вернадского (1945 – 2013) / В. С. Чесноков // Вклад В. И. Вернадского в развитие мировой цивилизации (к 150-летию со дня рождения). – М. : АКСИ-М, 2013. – С. 183 – 202.

22. Чесноков, В. С. О сохранении и разработке научного наследия академика В. И. Вернадского в Академии наук (1945 – 2007) / В. С. Чесноков // Бюллетень Комиссии РАН по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского. – Вып. 19. – М. : Наука, 2008. – С. 63 – 79.

23. Яншин, А. Л. О разработке научных идей академика В. И. Вернадского / А. Л. Яншин // Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского. – Вып. 1. – Л. : Наука, 1987. – С. 3 – 8.

24. Яншина, Ф. Т. Материалы совместного заседания Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского и секции истории естествознания Московского общества испытателей природы, посвященное памяти Кирилла Павловича Флоренского / Ф. Т. Яншина // Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского. – Вып. 4. – Л. : Наука, 1988. – С. 25 – 32.

25. Яншина, Ф. Т. О деятельности Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского (1985 – 1987) / Ф. Т. Яншина // Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского. – Вып. 2. – Л. : Наука, 1988. – С. 3 – 23.

26. Чехович, П. А. Борис Сергеевич Соколов (1914 – 2013). Жизнь в сфере науки / П. А. Чехович // Жизнь Земли. – 2024. – Т. 46, № 1. – С. 98 – 102.

27. Янин, Е. П. Человек с русским характером (памяти В. С. Чеснокова) / Е. П. Янин // Исследователь/Researcher. – 2020. – № 1 (29). – С. 384 – 390.

28. Янин, Е. П. Сын солдата, блокадник, детдомовец, секретарь академической комиссии (к 80-летию со дня рождения В.С. Чеснокова) / Е. П. Янин // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2019. – № 3. – С. 104 – 107.

29. Выдающийся ученый-энциклопедист / Н. Л. Добрецов, А. Э. Конторович, В. В. Ревердатто [и др.] // Наука в Сибири. – 2011. – № 12(2797). – С. 1, 6 – 7.

30. Памяти Фидан Тауфиковны Яншиной // Культура и время : Общественно-научный и художественный журнал. – 2011. – № 4(42). – С. 278 – 279.

31. Хомизури, Г. Жизнь Яншина в трех книгах / Г. Хомизури // Наука в Сибири. – 2006. – № 43 (2578). – С. 4 – 5.

32. Ваш А. Яншин : сборник / сост. А. Э. Конторович [и др.] ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии им. А. А. Трофимука. – Новосибирск : Изд-во СО РАН: Фил. «ГЕО», 2004. – 296 с.

33. Академик Александр Леонидович Яншин : воспоминания, материалы : в 2 кн. / отв. ред. Б. С. Соколов. – М. : Наука, 2003 – 2005.
34. Оноприенко, В. И. Век Яншина: к 100-летию со дня рождения выдающегося геолога и эколога XX века / В. И. Оноприенко. – Киев : Информационно-аналитическое агентство, 2011. – 406 с.
35. Илизаров, С. С. О жизни и судьбе историка науки С. Р. Микулинского / С. С. Илизаров // Вопросы истории естествознания и техники. – 2017. – Т. 38, № 3. – С. 530 – 552.
36. Илизаров, С. С. Человек, которого нечем заменить. К 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР С. Р. Микулинского / С. С. Илизаров // Вестник Российской академии наук. – 2019. – Т. 89, № 11. – С. 1153 – 1161.
37. Герой своего времени. Семен Романович Микулинский (1919 – 1991) / В кн. : Кавуненко Л. Ф., Велентейчик Т. Н. Предопределенность и неожиданность. Научно-исследовательские очерки о лидерах цитирования историков науки и техники: монография / Л. Ф. Кавуненко, Т. Н. Велентейчик. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2020. – С. 9 – 63.
38. Воронков, Ю. С. С. Р. Микулинский – историк науки / Ю. С. Воронков // История науки: источники, памятники, наследие: вторые чтения по историографии и источниковедению науки и техники : материалы науч. конф., Москва, 19 – 20 октября 2016 г. – М., 2016. – С. 298 – 302.
39. Валерий Леонидович Барсуков: Ученый, гражданин, человек. – М.: ГЕОХИ РАН, 1993. – 34 с.
40. Хитров, Л. М. Парабола жизни: Памяти академика В. Л. Барсукова / Л. М. Хитров // Вестник Российской академии наук. – 1993. – № 3. – С. 222 – 229.
41. Яншина, Ф. Т. Барсуков Валерий Леонидович (1928 – 1992) / Ф. Т. Яншина. – М. : Наука, 2000. – 95 с.
42. Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского / отв. ред. А. И. Мелуа. – Вып. 1. – Л. : Наука, 1987. – 70 с.
43. Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского / отв. ред. А. И. Мелуа. – Вып. 2. – Л. : Наука, 1988. – 49 с.
44. Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского / отв. ред. А. И. Мелуа. – Вып. 7. – Л. : Наука, 1990. – 40 с.
45. Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского / отв. ред. А. И. Мелуа. – Вып. 5. – Л. : Наука, 1988. – 17 с.
46. Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского / отв. ред. Ф. Т. Яншина. – Вып. 13. – М. : Наука, 1995. – 169 с.
47. Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского / отв. ред. Ф. Т. Яншина. – Вып. 16. – М. : Наука, 2001. – 135 с.
48. Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского / отв. ред. В. П. Волков. – Вып. 21. – М. : НИИ-Природа, 2012. – 206 с.
49. Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского / отв. ред. Э. М. Галимов. – Вып. 23. – М. : ГЕОХИ РАН, 2019. – 279 с.

### References

1. Gerasimov I.P. (Ed.) *Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov. Trudy Mezhpripravitel'stv. konf. po rats. ispol'zovaniyu i okhrane resursov biosfery* [Use and protection of natural resources: Proceedings of the Intergovernmental Conference on the Russian Academy of Sciences use and protection of biosphere resources, 4-13 September, 1968, Paris], Moscow: Progress, 1972, 295 p. (In Russ.)
2. *Doklad konferentsii Organizatsii Ob"edinennykh Natsii po problemam okruzhayushchei cheloveka sredy* [Report of the United Nations Conference on the

Human Environment, Stockholm, 5-16 June, 1972], New York, OON, 1973, 91 p. (In Russ.)

3. *Deklaratsiya Konferentsii Organizatsii Ob"edinennykh Natsii po problemam okruzhayushchei cheloveka sredey (1972)* [Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (1972)], available at: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/declarathenv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml) (accessed 15 April 2025).

4. *Doklad Khabitata: Konferentsiya Organizatsii Ob"edinennykh Natsii po naseleennykh punktam* [Habitat report: United Nations Conference on Human Settlements, Vancouver, 31 May-11 June, 1976], New York, 1976, 206 p. (In Russ.)

5. *Mezhpravitel'stvennaya konferentsiya po obrazovaniyu v oblasti okruzhayushchei sredey, sozvannaya YUNESKO v sotrudnichestve s YUNEP* [Intergovernmental Conference on Environmental Education, convened by UNESCO in collaboration with UNEP, Tbilisi, 14-26 October, 1977], Paris, 1978, 117 p. (In Russ.)

6. Egorov N.S. et al. (Eds.) *Ehkologicheskoe obrazovanie i vospitanie v SSSR: tezisy dokladov na Mezhdunarodnom kongresse po obrazovaniyu i podgotovke kadrov v oblasti okruzhayushchei sredey* [Environmental education and upbringing in the USSR: abstracts of reports at the International Congress on Education and Training of Personnel in the Field of the Environment, Moscow, 17-21 August, 1987], Moscow: MGU, 1987, 132 p. (In Russ.)

7. Marfenin N.N. [About environmental education in the USSR], in book: *Stanovlenie i razvitie vysshego professional'nogo ehkologicheskogo obrazovaniya v Rossii: analiz problem* [Formation and development of higher professional environmental education in Russia: problem analysis], Moscow, MGU, 2013, pp. 149-155. (In Russ.)

8. Agadzhanyan N.A., Chesnokov V.S. [Academician Alexander Leonidovich Yanshin. To the 100 than anniversary of his birth], *Ekologiya cheloveka* [Human ecology], 2011, no. 9, pp. 52-60. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Garetskii R.G., Polyakova N.B., Finashina G.N., Yanshina F.T. (Comp.) *Aleksandr Leonidovich Yanshin* [Aleksandr Leonidovich Yanshin], Moscow: Nauka, 1991, 187 p. (In Russ.)

10. Galimov E.M. [Cultural and scientific significance of the publication of the 24-volume collected works of V.I. Vernadsky], *Byulleten' Komissii RAN po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the RAS Commission on the development of the scientific heritage of Academician V.I. Vernadsky], 2018, no. 22, pp. 5-12. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Vernadskiy V.I., Galimov E.M. [Ed.] *Sobraniye sochineniy v 24 tomakh* [Collected works in 24 volumes], Moscow: Nauka, 2013, vol. 1, pp. 5-8. (In Russ.)

12. available at: <https://geo.1sept.ru/article.php?ID=200701317> (accessed 28 November 2023).

13. Leontovich A.V., Obukhov A.S., Chesnokov V.S. [All-Russian youth readings named after V.I. Vernadsky are 25 years old], *Researcher*, 2018, no. 3-4(23-24), pp. 135-142. (In Russ., abstract in Eng.)

14. Leontovich A.V. [In memory of academician Eric Mikhailovich Galimov], *Researcher*, 2020, no. 4 (32), pp. 26-28. (In Russ., abstract in Eng.)

15. Simakov K.V. [The famous and unfamiliar. On the 10th anniversary of the publication "Bib-Lyotex of the works of academician V.I. Vernadsky"], *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Co-Mission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], 2003, no. 17, pp. 166-174. (In Russ., abstract in Eng.)

16. Simakov K.V. [Unknown about the famous. By the 140th anniversary of the birth of academician V.I. Vernadsky], *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2003, vol. 73, no. 3, pp. 239-249. (In Russ., abstract in Eng.)

17. Sokolov B.S. [Memories of Academician Alexander Leonidovich Yanshin (1911 – 1999)], In: *Biosfera* [Biosphere], 2011, vol. 3, no. 3, pp. 419-422. (In Russ.)
18. Tugarinov I.A. [Commission of the Academy of Sciences of the USSR on the development of the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky: background and prospects], *V.I. Vernadskiy i sovremennost'* [V.I. Vernadsky and modernity], 1986, pp. 202-215. (In Russ., abstract in Eng.)
19. Chesnokov V.S. [Academician A.L. Yanshin: scientist and citizen], *Researcher*, 2013, no. 1-2, pp. 202-221. (In Russ., abstract in Eng.)
20. Chesnokov V.S., Yanin Ye.P. [Valentina Sergeevna Neapolitan (on the 110th anniversary of his birth)], *Sovremennyye problemy sostoyaniya i evolyutsii taksonov biosfery. Trudy Biogekhimicheskoy laboratorii* [Modern problems of the state and evolution of taxa of the biosphere. Proceedings of the Biogeochemical Laboratory], 2017, vol. 26, pp. 481-490. (In Russ., abstract in Eng.)
21. Chesnokov V.S. [On the preservation and development of the scientific heritage of the Academy V.I. Vernadsky (1945-2013)], *Vklad V.I. Vernadskogo v razvitiye mirovoy tsivilizatsii (k 150-letiyu so dnya rozhdeniya)* [The contribution of V.I. Vernadsky to the development of world civilization (to the 150th anniversary from the birthday)], 2013, pp. 183-202. (In Russ., abstract in Eng.)
22. Chesnokov V.S. [On the preservation and development of the scientific heritage of the Academy of V.I. Vernadsky at the Academy of Sciences (1945-2007)], *Byulleten' Komissii RAN po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the RAS Commission on the development of scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], 2008, no. 19, pp. 63-79. (In Russ., abstract in Eng.)
23. Yanshin A.L. [On the development of scientific ideas of academician V.I. Vernadsky], *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission on the development of the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], 1987, no. 1, pp. 3-8. (In Russ., abstract in Eng.)
24. Yanshina F.T. [Materials of the joint meeting of the Commission on the Out-Boat of the Scientific Heritage of Academician V.I. Vernadsky and the story of the history of the Table of the Moscow Society of Nature Tribetes, dedicated to the memory of Kuril Pavlovich Florensky], *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission on the Out-Both of the Scientific Heritage of Academician V.I. Vernadsky], 1988, no. 4, pp. 25-32. (In Russ., abstract in Eng.)
25. Yanshina F.T. [On the activities of the commission on the development of scientific inheritance of academician V.I. Vernadsky (1985-1987)], *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], 1988, no. 2, pp. 3-23. (In Russ., abstract in Eng.)
26. Chekhovich P.A. [Boris Sergeevich Sokolov (1914-2013). Life in the field of science], in book: *Zhizn' Zemli* [Life of the Earth], 2024, vol. 46, no. 1, pp. 98-102. (In Russ.)
27. Yanin E.P. [A man with a Russian character (in memory of V.S. Chesnokov)], *Researcher*, 2020, no. 1(29), pp. 384-390. (In Russ., abstract in Eng.)
28. Yanin E.P. [The son of a soldier, a blockade runner, an orphanage worker, secretary of the academic commission (on the 80<sup>th</sup> anniversary of the birth of V.S. Chesnokov)], *Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii* [Use and protection of natural resources in Russia], 2019, no. 3, pp. 104-107. (In Russ., abstract in Eng.)
29. Dobretsov N.L., Kontorovich A.E., Reverdatto V.V., Sobolev N.V., Ehpov M.I., Kanygin A.V., Polyakov G.V., Pokhilenko N.P. [An outstanding scientist and encyclopedist], *Nauka v Sibiri* [Science in Siberia], 2011, no. 12(2797), pp. 1, 6-7. (In Russ., abstract in Eng.)
30. [In memory of Fidan Taufikovna Yanshina], *Kul'tura i vremya: Obshchestvenno-nauchnyi i khudozhestvennyi zhurnal* [Culture and Time: Social, scientific and artistic journal], 2011, no. 4(42), pp. 278-279. (In Russ., abstract in Eng.)

31. Khomizuri G. [The life of Yanshin in three books], *Nauka v Sibiri* [Science in Siberia], 2006, no. 43(2578), pp. 4-5. (In Russ., abstract in Eng.)
32. Kontorovich A.E. et al. (Comp.). *Vash A. Yanshin: sbornik*, [Your A. Yanshin: collection], Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN: Fil. GEO, 2004, 296 p. (In Russ.)
33. Sokolov B.S. (Ed.). *Akademik Aleksandr Leonidovich Yanshin: vospominaniya, materialy* [Academician Alexander Leonidovich Yanshin: memoirs, materials: in 2 books], Moscow: Nauka, 2003-2005. (In Russ.)
34. Onoprienko V.I. *Vek Yanshina: k 100-letiyu so dnya rozhdeniya vydayushchegosya geologa i ehkologa XX veka* [The Yanshin Century: on the 100<sup>th</sup> anniversary of the birth of the outstanding geologist and ecologist of the XX century], Kiev: Informatsionno-analiticheskoe agentstvo, 2011, 406 p. (In Russ.)
35. Ilizarov S.S. [About the life and fate of the historian of science S.R. Mikulinsky], *Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki* [Questions of the history of natural science and technology], 2017, vol. 38, no. 3, pp. 530-552. (In Russ., abstract in Eng.)
36. Ilizarov S.S. [A man who has no one to replace. On the 100<sup>th</sup> anniversary of the birth of Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences S.R. Mikulinsky], *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2019, vol. 89, no. 11, pp. 1153-1161. (In Russ., abstract in Eng.)
37. *Geroi svoego vremeni. Semen Romanovich Mikulinskii (1919-1991)* [The hero of his time. Semyon Romanovich Mikulinsky (1919-1991)], in book: Kavunenko L.F., Velenteichik T.N. *Predopredelennost' i neozhidannost'. Naukovedcheskie ocherki o liderakh tsitirovaniya istorikov nauki i tekhniki: monografiya* [Predetermination and Unexpectedness. Science Studies Essays on the Leaders of Citation of Historians of Science and Technology: Monograph], Moscow: YUNITI-DANA, 2020, pp. 9-63. (In Russ.)
38. Voronkov Yu.S. *Istoriya nauki: istochniki, pamyatniki, nasledie: vtoryye chteniya po istoriografii i istochnikovedeniyu nauki i tekhniki: materialy nauch. konf.* [History of Science: Sources, Monuments, Heritage: Second Readings on Historiography and Source Studies of Science and Technology: Proc. of the Scientific Conf., Moscow, October 19-20, 2016], Moscow, 2016, pp. 298-302. (In Russ.)
39. *Valerii Leonidovich Barsukov: Uchenyi, grazhdanin, chelovek* [Valery Leonidovich Barsukov: Scientist, citizen, man], Moscow, GEOKhI RAN, 1993, 34 p. (In Russ.)
40. Khitrov L.M. [The Parabola of Life: In memory of Academician V.L. Barsukov], *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 1993, no. 3, pp. 222-229. (In Russ., abstract in Eng.)
41. Yanshina F.T. *Barsukov Valerii Leonidovich (1928-1992)* [Barsukov Valery Leonidovich (1928-1992)], Moscow: Nauka, 2000, 95 p. (In Russ.)
42. Melua A.I. (Ed.). *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], Leningrad: Nauka, 1987, no. 1, 70 p. (In Russ.)
43. Melua A.I. (Ed.). *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], Leningrad: Nauka, 1988, no. 2, 49 p. (In Russ.)
44. Melua A.I. (Ed.). *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], Leningrad: Nauka, 1990, no. 7, 40 p. (In Russ.)
45. Melua A.I. (Ed.). *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], Leningrad: Nauka, 1988, no. 5, 17 p. (In Russ.)
46. Yanshina F.T. (Ed.). *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], Moscow: Nauka, 1995, no. 13, 169 p. (In Russ.)

47. Yanshina F.T. (Ed.). *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], Moscow: Nauka, 2001, no. 16, 135 p. (In Russ.)

48. Volkov V.P. (Ed.). *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], Moscow: NIA-Priroda, 2012, no. 21, 206 p. (In Russ.)

49. Galimov E.M. (Ed.). *Byulleten' Komissii po razrabotke nauchnogo naslediya akademika V.I. Vernadskogo* [Bulletin of the Commission to develop the scientific heritage of academician V.I. Vernadsky], Moscow: GEOKhI RAN, 2019, no. 23, 279 p. (In Russ.)

---

### **Historical and Pedagogical Aspects of the Work of the Commission of the Academy of Sciences on the Development of the Scientific Legacy of V. I. Vernadsky (1985 – 2019)**

**V. E. Bredikhin, A. V. Kozachek**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** V. I. Vernadsky; Commission under the Presidium of the USSR Academy of Sciences (RAS); scientific heritage; environmental education; ecology education and upbringing.

**Abstract:** The article considers the historical and pedagogical aspects of the activities of the Commission under the Presidium of the USSR Academy of Sciences (RAS) on the preservation and popularization of the scientific legacy of Academician V. I. Vernadsky in the period 1985 – 2019. The main areas of work of the Commission chaired by academicians A. L. Yanshin and E. M. Galimov are highlighted, its composition is presented, and a list of the scientist's published works is provided. The activities of the Commission under the Presidium of the USSR Academy of Sciences (RAS) included the publication of the complete works of V. I. Vernadsky, the analysis and popularization of his scientific and philosophical ideas, the development of mass environmental awareness on their basis, and the development of recommendations in the field of environmental policy. The Commission for the Development of the Scientific Legacy of Academician V. I. Vernadsky under the Presidium of the USSR Academy of Sciences (RAS) played an important role in the development of the domestic environmental branch of scientific knowledge, the formation of a system of specialized professional education, and the popularization of the fundamental concept of sustainable development.

---

© В. Е. Бредихин, А. В. Козачек, 2025

## НАСТАВНИЧЕСТВО КАК ЭЛЕМЕНТ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕЛЕВОГО ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ВУЗЕ

Н. П. Пучков, Т. Ю. Дорохова

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

**Ключевые слова:** наставничество; педагогическая система; профессионально-педагогический портрет наставника; психология передачи знаний; целевое обучение специалистов.

**Аннотация:** Исследованы роль и значимость деятельности предприятия-заказчика в условиях целевой подготовки специалистов в вузе в плане обеспечения качества данной подготовки. Как механизм профессионально-педагогического воздействия на обучаемых рассматривается система наставничества. Выявлены факторы обеспечения эффективности этой системы в историческом аспекте «семья – школа – вуз – предприятие». Сформулированы необходимые личные и профессиональные качества наставника. Показано, что в системе наставничества присутствуют наиболее эффективные условия передачи знаний. Приведены примеры педагогических мероприятий по оценке эффективности деятельности наставников и планирования их работы.

### Введение

В работе [1] показано, что целевую подготовку (обучение) специалистов в вузе можно рассматривать как разновидность педагогической системы, включающей новый механизм педагогического воздействия на обучаемых (новый элемент системы) – наставничество. Понятие «наставник» ассоциируется с человеком, участвующим в передаче личного опыта профессиональной деятельности обучаемому, ускорении его адаптации в новых условиях, оказании ему помощи и поддержке. Данный новый элемент педагогической системы функционально связан с ее всеми остальными элементами и в то же время заметно влияет на улучшение качества обучения благодаря своим особенностям технологии передачи знаний обучаемым. *Функциональная задача* наставника – оказывать независимую помощь развитию обучаемых, их знаний, навыков, мышления. *Цель на-*

---

Пучков Николай Петрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры «Высшая математика»; Дорохова Татьяна Юрьевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем», e-mail: tandor81@mail.ru, ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

*ставничества* – способствовать формированию профессионально-адаптированного компетентного молодого специалиста. Следует уделить внимание на наставничестве именно в сфере будущей профессиональной деятельности, хотя общее развитие подрастающего поколения нуждается в такой помощи и на более ранних этапах своей жизнедеятельности.

Ситуацию наличия в педагогической системе элемента «наставничество» в определенной мере равносильно тому, что, оперируя терминологией Н. В. Кузьминой [2], в малой педагогической системе «семья» – родители по образованию – педагоги, обладающие способностью оказывать на обучающегося ребенка дополнительное педагогическое воздействие, повышающее качество его образования. Продолжая семейные традиции, студент осваивает специальность, когда-то полученную его родителями или другими близкими людьми. Во всех рассмотренных случаях наличие дополнительных факторов педагогического контактного влияния на обучаемого способствует повышению качества образования.

### **Наставничество как механизм повышения качества образования**

Наставничество, прошедшее длительный путь своего становления и развития еще со времен Древнего Рима, признается в настоящее время одним из действенных механизмов повышения качества образования. Правительство РФ при разработке национального проекта в сфере образования нацеливает все управляющие структуры страны на развитие наставничества [3]; 2023 год был даже объявлен годом наставника. Такое отношение к наставничеству вполне объяснимо, ведь для молодого человека, входящего в любую новую деятельность, этот процесс сопровождается эмоциональным напряжением, требующим мобилизации всех внутренних ресурсов. Ему необходима постоянная помощь в условиях ограничений, как по времени, так и при освоении информационного обеспечения. Решить такую стратегическую задачу может создание гибкой и мобильной системы наставничества, способной оптимизировать процесс становления молодого человека, сформировать у него мотивацию к самосовершенствованию, саморазвитию, самореализации.

Сущность понятия «наставничество» достаточно полно освещена как в психологии, так и в педагогике и рассматривается либо как процесс передачи знаний, информационной поддержки молодых специалистов, либо в контексте социальной ситуации развития взрослого человека. В любом случае образовательное учреждение должно придерживаться политики обязательного психологического сопровождения и поддержки молодых кадров, и, в частности, подбора носителей этой политики – наставников, так как определение профессионально-педагогического портрета наставника является ключевым при построении системы сопровождения молодых специалистов [4].

В качестве основной функции наставника зачастую выделяют эталонную, считая, что наставник является в первую очередь примером для подражания в профессиональной деятельности.

В настоящее время ужесточились требования обеспечения качества профессиональной подготовки студентов целевой формы обучения, заказ-

чики могут устанавливать их компетентностный уровень в договоре на целевое обучение. Поэтому, на наш взгляд, актуальна задача создания непрерывной системы сопровождения взрослеющего человека на протяжении значительной части его жизни: в детском возрасте – в семье, затем – в школе, где помимо учителей наставниками продолжают оставаться родители, затем – учреждения профессионального образования, где место учителей занимают преподаватели. В случае целевого обучения уже в вузе появляются наставники предприятия-заказчика. Очень важно, чтобы в течение всего этого времени все эти наставники имели «схожий» психолого-педагогический портрет, меняя по ситуации формы и содержание взаимоотношений с обучаемым, но непременно придерживаясь принципа создания условий его самостоятельного продвижения в жизни.

Начало в цепочке функционирования системы наставничества необходимо искать в семье родителей обучаемого [5]. Как отмечалось в Указе Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г.» необходимо все большее внимание уделять активному вовлечению родителей в систему общественно-государственного управления образовательными системами.

Семейная атмосфера общения с ребенком естественным образом претерпевает конструктивные изменения: первоначально, по сути, обучение самообслуживанию, затем – контроль правильности самообслуживания и отношений с внешним миром (социализация) и, наконец, каждый родитель мечтает о том, чтобы ребенок, достигнув совершеннолетия и организуя свою самостоятельную жизнь, продолжал видеть в родителях советников и наставников [5].

Если понимать наставничество субъективно, ограничивая его сферой образования, то под наставничеством можно понимать индивидуальную работу с молодым человеком по введению его в «жизнь», формирование навыков, помощь в социокультурной адаптации. При такой позиции возникает вопрос: могут ли родители выступать в роли наставников и, обладая определенным опытом и знаниями, выстраивать индивидуальную программу развития своего ребенка?

Несомненно, роль родителей в развитии их детей – главная. Именно в семье ребенок получает первый жизненный опыт, делает первые наблюдения и учится – как себя вести в различных ситуациях. Родители составляют первую общественную среду ребенка. Семья может выступать как в качестве положительного, так и отрицательного фактора воспитания, важно своевременно оценить это состояние и действовать в «мягком» режиме устранения возможных недостатков. Исследования [6, 7] показывают, что появление отрицательных факторов воспитания является следствием дефицита эмоционального контакта между обучаемым и его наставником. Какой бы не был ребенок, он нуждается в признании своей индивидуальности и поддержке окружающих: родителей, учителей и наставников в обстановке коллективных действий как союзников.

Несмотря на то что школа комплексно решает три важные задачи: воспитание, обучение и просветительство, она никогда не может конкурировать с семьей, являющейся самым мощным средством воспитания личности. И важно, чтобы в семье ребенок почувствовал систему наставниче-

ства, ощущая в отношениях с родителями поддержку и доброжелательность. Несомненно, важно при этом поведение самих родителей, учителей в школе, их стремление стать другом и наставником обучающегося, стараясь ненавязчиво, мягко направлять его мысли в правильное русло, не уничтожая его собственной инициативы. Каким бы ни был ребенок, он нуждается в признании своей индивидуальности, поддержке.

Взаимоотношение «преподаватель – студент» в вузе не конкурирует с взаимоотношением «учитель – ученик» в школе, так как предполагает более самостоятельное освоение новых знаний обучающимися под управлением и контролем этой деятельности со стороны преподавателя; основная задача преподавателя – научить учиться. Это более близко к идеям наставничества.

Таким образом, возникает необходимость рассмотрения наставничества как эффективного механизма обеспечения качества образования и воспитания молодого поколения, построенного на соблюдении определенных дидактических принципов. Анализ соответствующей данной тематике научно-педагогической литературы, а также «расшифровка» сущности этой технологии позволяют выделить следующие принципы:

– *целесообразности*. В профессиональной среде наставник начинает работу с молодым специалистом только с его личного запроса, его потребностей и убежденностей. Аналогично, в условиях семейных отношений и родитель и ребенок должны осознавать возникновение потребности в наставничестве, то есть должна возникнуть образовательная ситуация с реальным, полезным выходом;

– *открытости и добровольности*. Наставник – общепризнанный субъект обучения, элемент соответствующей педагогической системы;

– *непрерывности взаимосвязи* – построение доверительных отношений на всех этапах наставничества;

– *компетентности и взаимоуважения* (способность наставника выступать в роли квалифицированного эксперта, а наставляемого – быть способным воспринимать и реализовывать продукт наставничества, соблюдая при этом нормы этики);

– *целеполагания* – получения измеримого результата наставничества, а не организация «процесса ради процесса».

Естественно, возможно наличие различных типологий наставничества, обусловленных спецификой сфер, в которых оно может быть реализовано, в частности, различных пар субъектов: родитель – ребенок, учитель – ученик, преподаватель – студент, специалист – студент (молодой специалист). Возможно и более «горизонтальное» наставничество: студент – студент, порой достаточно эффективное как контактная форма передачи знаний.

Если в образовательной (производственной) организации ставится вопрос оценки работы наставника (как субъекта системы обеспечения качества подготовки специалиста), то это сопряжено с разрешением дополнительной непростой проблемы по той причине, что выделить какой-либо качественный или количественный показатель в работе наставника практически невозможно; трудно формализовать отношения «наставник – наставляемый», сущность которых – искреннее желание помочь, поделиться опытом, желание перенять этот опыт. Наиболее реальный (но, естествен-

но, не идеальный) путь оценки качества наставника – определение его компетенций. Это дает наставникам возможность понять суть их работы и ее нацеленность, знать на какие профессиональные успехи (результаты) они могут рассчитывать при работе с обучаемым. На практике на предприятиях (в организациях) разрабатывают специальные инструкции типа «Памятка наставника» или «Положение о наставничестве». В этом плане заслуживает внимания работа [6], где выделяют три основных блока компетенций: психолого-педагогические, методические и коуч-компетенции. Доминирующими ориентациями в выборе карьеры наставника являются: стабильность места работы, служение, интеграция стилей жизни, стремление максимально возможно использовать свой талант и опыт для реализации общественно-важной цели, результатов, одобряемых многими сотрудниками.

Важнейшей составляющей успешного наставничества является психологическая совместимость наставника и наставляемого.

При оценке потенциальных возможностей претендента на должность наставника следует обращать внимание на его следующие качества:

а) способность проявлять профессиональное, честное беспристрастное исполнение должностных обязанностей, служение правам и свободам человека;

б) желание быть наставником;

в) умение радоваться успехам обучаемых и поддерживать их мотивацию;

г) формировать в себе и проявлять качества наставника.

Профессионально-психологический портрет наставника можно представить большим количеством личных и профессиональных качеств [4]. Выделим основные из них:

– наличие богатого опыта работы;

– обладание чувством такта и дипломатии при работе с другими людьми, которые могут быть из других возрастных и культурных групп;

– стремление помочь обучаемому обрести уверенность в себе;

– понимание всей важности и ответственности роли, которую он играет и степени получаемого удовольствия от этой работы;

– наличие способности учить собственным примером.

Наставничество – это особый вид управленческой деятельности, основанный на добровольном содействии в разрешении проблем обучаемого без осуществления прямого руководства путем развития практических навыков.

В прикладной форме это выглядит как опека, которую в течение определенного времени оказывает новичку опытный работник. Технология наставничества наиболее эффективно продуцируется в совместной деятельности наставника и обучаемого.

В несколько упрощенной форме такая ситуация присутствует, например, когда:

– родители помогают ученику выполнять домашние задания (по его просьбе), не подменяя его;

– учителя проводят дополнительные индивидуальные занятия в форме репетиторства;

- преподаватели в вузе консультируют в процессе выполнения студентом различного рода проектных работ;
- наставники от предприятия-заказчика проводят опытно-исследовательские работы совместно со студентом-целевиком по тематике учебных дисциплин образовательной программы.

Указанные примеры – ситуационное наставничество, обучаемый лично обращается к наставнику в условиях сложной для него ситуации. Оно весьма эффективно, так как продуцируется в совместной деятельности наставника и обучаемого; в такой паре присутствует взаимное доверие и взаимодополняемость.

К достоинствам наставничества как педагогической технологии обучения можно отнести:

- индивидуальный подход;
- детальный контроль;
- простоту осуществления;
- высокую эффективность;
- снижение психологической нагрузки на обучаемого;
- превентивную хорошую оценку потенциала молодых специалистов;
- улучшение отношений в коллективе;
- широкую сферу применения;
- незначительные затраты.

Технология наставничества характерна тем, что наставник старается ненавязчиво, мягко направлять мысли обучаемого в правильное русло, не унижая его собственной инициативы, поощряя его стремление к успеху. Это включает не только академические достижения, но и развитие личностных качеств, таких как ответственность, трудолюбие и целеустремленность. Активное участие наставников в учебном процессе играет ключевую роль в образовательных успехах обучаемых, особенно при формировании профессиональных навыков.

Наставничество на предприятиях предполагается не только на стадии адаптации молодого специалиста на производстве, но и в процессе его целевого обучения в вузе, когда наставник совместно с обучаемым реализует свой индивидуальный рабочий план. Это особенно проявляется при подготовке педагогических или управленческих кадров [7, 8].

Чтобы правильно определиться с характером взаимоотношений наставника и других субъектов педагогической системы наставничества, необходимо коснуться такой тонкой проблемы, как психология общения при передаче знаний [9]. Согласно ее концепциям, можно заключить, что передача знаний базируется на следующих ключевых принципах:

- передача знаний – дело сугубо добровольное. К обучению нельзя принудить, а наставников нельзя заставить делиться знаниями;
- люди стремятся к реальному контакту, поэтому основную важность в передаче знаний имеют взаимоотношения и контакты;
- интерес к получению знаний (подавляющее количество знаний люди получают при выяснении интересующих их вопросов);
- наставники должны быть заинтересованы и мотивированы в передаче знаний;

– передача и усвоение знаний проходит эффективнее, когда обучаемый использует их на практике.

Чем же должны руководствоваться учителя, преподаватели, наставники, чтобы процесс передачи знаний проходил более эффективно? Можно сформулировать несколько рекомендаций:

– формализованных знаний недостаточно: не более трети от всей имеющейся информации (формализованных знаний) необходимы для работы. Остальная часть – неформальные, интуитивные знания передаются через подходы, подразумевающие содействие и личный контакт. Их преимущество в том, что специалисты, которые ими пользуются, структурируют информацию и преподносят ее в удобной форме;

– необходимо бережно относиться к коммуникациям в процессе передачи знаний, так как это контактный процесс и требует уважительного отношения друг к другу, взаимной ответственности за результаты;

– обеспечить готовность наставника открыто обсуждать с обучаемым свои успехи и несовершенства и тем самым формировать взаимодоверие;

– поощрять и вознаграждать тех, кто делится своим опытом и знаниями. Добровольная передача знаний возможна в обстановке, где уважение – ключевой момент, рождающий доверие между участниками. Обучающий не должен бояться ситуации, когда он «расскажет все, что знает» и станет ненужным;

– как можно быстрее включать обучаемого в проекты, ставить практические задачи и обсуждать наблюдаемое поведение, принимаемые решения;

– не перегружать информацией;

– более эффективно увлекать обучаемого, не порождать ситуации, когда обучаемый начинает пасовать перед трудностями, испытывать стресс и тревогу. Надо придерживаться такого правила, что информация подается дозированно, уместно и касается того, что именно сейчас необходимо;

– в полной мере осуществлять связь с пенсионерами, ветеранами предприятия, особенно там, где опыт и знания вырабатываются десятилетиями и преемственность в передаче знаний более продолжительна. Привлекая таких людей к работе в качестве наставников, мы получаем преимущества гибкой, очень способной дополнительной рабочей силы, подчеркивая при этом важность передачи знаний.

Такие достаточно простые рекомендации при своей реализации способны продемонстрировать педагогические достоинства системы наставничества и повысить качество целевого обучения. Необходима практическая адаптация этой теории в конкретных условиях.

Кажется вполне естественным, что оценивать работу наставника должен, преимущественно, обучаемый в свободном режиме своей деятельности. Ведь их отношения с наставником – добровольные и показательны именно теми ситуациями, когда обучаемый обращается к наставнику. Поскольку наставничество – процесс очень личный, это доверительное общение, практически дружеские отношения, поэтому не следует слишком стремиться его формализовать и вести соответствующие оценки.

Анализ психолого-педагогической литературы по проблемам наставничества не выявил существенные противоречия авторов, поэтому возможен «интегрированный» портрет, который содержит как сильные, так и слабые стороны. В частности, как правило, наставники демонстрируют ярко выраженное чувство долга, обязательность, ответственность, дисциплинированность, требовательность к себе и другим. Они имеют четкие моральные принципы и убеждение, служат примером для подражания.

В то же время хорошие наставники легко поддаются влиянию окружающих (проявления излишней доброты); умерены в проявлениях лидерских качеств и являются скорее практиками с преимущественно развитым конкретным мышлением.

Наиболее объективной оценкой качества наставничества является все же мнение «наставляемых», и главный критерий – желание работать с данным наставником, когда негласно наставничество реализуется по программе наставляемого.

Используя термины психологии, можно сказать, что хорошими считаются (проявляют себя) наставники, обладающие высокой эмоциональной чувствительностью и в то же время достаточно уравновешенные и последовательные в своих действиях. Высокий самоконтроль поведения позволяет им адекватно оценивать свои возможности, воспринимать сложности потенциально-устраняемыми, реалистично подходить к решению проблем. Они открыты для общения, имеют много социальных контактов, желают работать в коллективе.

Все вышесказанное необходимо учитывать при организации системы наставничества и определенным образом включать в содержание договора о целевой подготовке как требования к компетентности наставников.

### **Заключение**

Если рассматривать целевое обучение специалистов в вузе как один из вариантов педагогической системы, то появляется новый компонент этой системы – наставничество. Наставничество как технология обучения существенно повышает его качество за счет использования новых механизмов воздействия на обучаемого в условиях эффективного добровольного взаимодействия сторон и отсутствия менторских методов обучения. Оценка качества деятельности наставника измеряется показателями успешной производственной карьеры обучаемого. Изложенные представления о технологии наставничества как эффективном методе передачи знаний требуют практического подтверждения в условиях конкретной педагогической деятельности и имеют большие перспективы дальнейшего развития в плане поиска механизмов повышения качества профессионального образования.

#### *Список литературы*

1. Дорохова, Т. Ю. Целевая подготовка специалистов в вузе как педагогическая система профессионального образования / Т. Ю. Дорохова, Н. П. Пучков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2024. – № 4(94). – С. 169 – 180. doi: 10.17277/voprosy.2024.04.pp.169-180

2. Кузьмина, Н. В. Понятие «педагогической системы» и критерии ее оценки : монография. – М. : Народное образование, 2002. – 208 с.

3. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г. : Указ Президента РФ от 07.05. 2018 г. № 204. – URL : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 10.03.2025).

4. Лисовская, Н. Б. Профессионально-психологический портрет наставников молодых специалистов / Н. Б. Лисовская, К. В. Колесниченко // Письма в Эмиссия. Оффлайн. – 2012. – № 5. – Art. 1795. – URL : <http://www.emissia.org/offline/2012/1795.htm> (дата обращения: 10.03.2025).

5. Даренская, И. В. Родитель – наставник: роль семьи в формировании профессиональной культуры и педагогических династий / И. В. Даренская // Наставничество в образовании: культура, идеи, технологии : Всерос. с международным участием науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 16–17 февраля 2023) – Екатеринбург, 2023. – Т. 2. – С. 445 – 452.

6. Масалимова, А. Р. Модель компетенций современного наставника / А. Р. Масалимова // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2012. – № 4(8). – С. 104 – 108.

7. Круглова, Н. В. Наставничество как условие профессионального становления молодого учителя : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Н. В. Круглова. – М., 2007. – 178 с.

8. Плотников, А. Н. Формирование профессионально-педагогической компетентности мастера-наставника в условиях курсовой подготовка : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / А. Н. Плотников. – М., 2006. – 185 с.

9. Носуленко, В. А. Передача знаний: обзор основных моделей и технологий / В. Н. Носуленко, В. А. Терехин // Экспериментальная психология. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 96 – 115. doi: 10.17759/exppsy.2017100407

#### References

1. Dorokhova T.Yu., Puchkov N.P. [Targeted training of specialists at the university as a pedagogical system of professional education], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2024, no. 4(94), pp. 169-180. doi: 10.17277/voprosy.2024.04.pp.169-180 (In Russ., abstract in Eng.)

2. Kuz'mina N.V. *Metody sistemnogo pedagogicheskogo issledovaniya* [Methods of systemic pedagogical research], Moscow: Narodnoye obrazovaniye, 2002, 208 p. (In Russ.)

3. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (accessed 10 March 2025).

4. Lisovskaya N.B., Kolesnichenko K.V. [Professional and psychological portrait of mentors of young specialists], *The Emissia. Offline Lettets.* available at: <http://www.emissia.org/offline/2012/1795.htm> (accessed 10 March 2025).

5. Darenskaya I.V. *Nastavnichestvo v obrazovanii: kul'tura, idei, tekhnologii: Vseros. s mezhdunarodnym uchastiyem nauch.-prakt. konf.* [Mentoring in education: culture, ideas, technologies: All-Russian with international participation scientific and practical. conf.] (Yekaterinburg, 16-17 February, 2023), Yekaterinburg, 2023, vol. 2, pp. 445-452. (In Russ.)

6. Masalimova A.R. [Model of modern mentor competencies], *Professional'noye obrazovaniye v Rossii i za rubezhom* [Professional education in Russia and abroad], 2012, no. 4(8), pp. 104-108. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Kruglova N.V. *PhD of Candidate's thesis (Pedagogical)*, Moscow, 2007, 178 p. (In Russ.)

8. Plotnikov A.N. *PhD of Candidate's thesis (Pedagogical)*, Moscow, 2006, 185 p. (In Russ.)

9. Nosulenko V.N., Terekhin V.A. [Knowledge transfer: a review of the main models and technologies], *Eksperimental'naya psikhologiya* [Experimental Psychology], 2017, vol. 10, no. 4, pp. 96-115. doi: 10.17759/exppsy.2017100407 (In Russ., abstract in Eng.)

## **Mentoring as an Element of the Pedagogical System in the Conditions of Targeted Training of Specialists at a University**

**N. P. Puchkov, T. Yu. Dorokhova**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** mentoring; pedagogical system; professional and pedagogical portrait of a mentor; psychology of knowledge transfer; targeted training of specialists.

**Abstract:** The role and significance of the activities of the customer enterprise in the context of targeted training of specialists at a university in terms of ensuring the quality of this training are studied. The mentoring system is considered as a mechanism of professional and pedagogical influence on trainees. The factors ensuring the effectiveness of this system in the historical aspect “family – school – university – enterprise” have been identified. The necessary personal and professional qualities of a mentor have been formulated. It is shown that the mentoring system has the most effective conditions for knowledge dissemination. Examples of pedagogical activities for assessing the effectiveness of mentors and planning their work have been given.

---

© Н. П. Пучков, Т. Ю. Дорохова, 2025

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**