

№ 3(93). 2024

ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ.

Университет им. В.И. Вернадского

16+

Ассоциация
«Объединенный университет
имени В.И. Вернадского»

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

№ 3(93). 2024

ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ.

Университет им. В.И. Вернадского

Ассоциация
«Объединенный университет
имени В.И. Вернадского»

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

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

*Основан в 2006 году
Выходит 4 раза в год*

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

Ассоциированные члены:

Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского

Главный редактор

д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов

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 Мини-
стерстве науки и высшего образования РФ журнал «Вопросы современной науки и практи-
ки. Университет им. В.И. Вернадского» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных
журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты
диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук*

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

ИЗДАТЕЛЬ ФГБОУ ВО «ТГТУ»

Адрес 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: eco@mail.tstu.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 24.10.2024. Дата выхода в свет 08.11.2024.
Формат журнала 70×108/16. Усл. п. л. 14,70. Уч.-изд. л. 15,03. Тираж 100 экз. Цена свободная. Заказ 035.

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

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

Знак информационной продукции 16+

© Ассоциация «Объединенный университет
имени В.И. Вернадского», 2024
© Неправительственный экологический фонд
имени В.И. Вернадского, 2024
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет инженерных технологий», 2024
© ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, 2024
© ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2024

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; заведующий кафедрой «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; профессор кафедры «Информационные и управляющие системы», ВГУИТ; тел.: +7(4732) 55-42-67, 55-35-21; e-mail: post@vsuet.ru
- Бабушкин Вадим Анатольевич** – д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» (МичГАУ); тел.: +7(47545) 9-45-01; e-mail: babushkin@mgau.ru
- Бешенков Сергей Александрович** – д-р пед. наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Институт управления образованием Российской академии образования» (ИУО РАО); тел.: 8 9104754660; e-mail: srg57@mail.ru
- Горбашко Елена Анатольевна** – д-р экон. наук, профессор; 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
- Ди Феличе Ренцо** – профессор инженерной химии отделения гражданской, химической и экологической инженерии Университета г. Генуи (Италия); тел.: +390103532924; e-mail: renzo.difelice@unige.it
- Езерский Валерий Александрович** – д-р техн. наук, профессор; заведующий кафедрой «Основы строительства и строительная физика», Белостокский политехнический институт (Польша); тел.: +7(4752) 63-89-75, +375 (29) 802-92-05; e-mail: wizer53@rambler.ru
- Завражнов Анатолий Иванович** – д-р техн. наук, профессор; академик РАН; почетный член Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского», главный научный сотрудник, МичГАУ; тел.: +7(47545) 5-22-33; e-mail: prezident@mgau.ru
- Зазуля Александр Николаевич** – д-р техн. наук, профессор; директор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»; тел.: +7(47545) 44-02-48; e-mail: viitin-adm@mail.ru
- Злобина Наталья Васильевна** – д-р экон. наук, профессор; директор института дополнительного профессионального образования, ТамбГТУ; тел.: +7(4752) 63-07-34; e-mail: idpo@tstu.ru
- Иванова Татьяна Юрьевна** – д-р экон. наук, профессор; заведующий кафедрой управления, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»; тел.: +7(8422) 32-06-97; e-mail: tivanova.j@gmail.com
- Иниеста Иисус** – д-р хим. наук, профессор; департамент физической химии Университета г. Аликанте (Испания); тел.: +34965909850; e-mail: jesus.iniesta@ua.es
- Краснянский Михаил Николаевич** – д-р техн. наук, профессор; ректор, ТамбГТУ; президент Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»; тел.: +7(4752) 63-10-19; e-mail: tsu@tsu.ru
- Корнеева Ольга Сергеевна** – д-р биол. наук, профессор; проректор по научной и инновационной деятельности, заведующий кафедрой «Биохимия и биотехнологии», ВГУИТ; начальник управления науки и инноваций; тел.: +7(4732) 55-37-16; e-mail: korneeva-olgas@yandex.ru

- Кудеяров Валерий Николаевич** – д-р биол. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ; директор, ФГБУН «Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН»; тел.: +7(4967) 73-36-34; e-mail: kudeyarov@issp.serpukhov.su
- Матвейкин Валерий Григорьевич** – д-р техн. наук, профессор; заместитель генерального директора, ОАО «Корпорация «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; первый проректор, ТамбГТУ; тел.: +7(4752) 63-06-49; e-mail: molotkova.nv@tstu.ru
- Мищенко Елена Сергеевна** – д-р экон. наук, профессор; 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: msv@tstu.ru
- Миньоне Андреа** – профессор факультета политических наук Университета г. Генуя (Италия); тел.: + 390102099067; e-mail: Andrea.Mignone@unige.it
- Печерская Эвелина Павловна** – д-р пед. наук, канд. экон. наук, профессор; заслуженный работник высшей школы РФ, директор Института систем управления ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»; тел.: +7 9272057010; e-mail: pecherskaya@sseu.ru
- Попов Николай Сергеевич** – д-р техн. наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ; заслуженный работник высшей школы РФ; главный редактор; тел.: +7(4752) 63-03-65; e-mail: eco@mail.tstu.ru
- Пучков Николай Петрович** – д-р пед. наук, профессор кафедры «Высшая математика», ТамбГТУ; тел.: + 7(4752) 63-04-38; e-mail: puchkov.np@mail.tstu.ru
- Спиридонов Сергей Павлович** – д-р экон. наук, профессор кафедр «Экономика», «Экономическая безопасность и качество», ТамбГТУ; тел.: +7(4752) 63-01-69; e-mail: spiridonov_sp@bk.ru
- Стяжкин Константин Кириллович** – д-р биол. наук, профессор; и.о. директора ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт биологического приборостроения»; тел.: +7(495) 490-57-07; e-mail: niibp@dol.ru
- Тарасова Наталия Павловна** – д-р хим. наук, профессор; член-корреспондент РАН; директор Института химии и проблем устойчивого развития, заведующая кафедрой ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития», 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
- Фурсаев Дмитрий Владимирович** – д-р физ.-мат. наук, доцент; ректор ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна»; тел.: +7(496) 216-60-01; e-mail: rector@uni-dubna.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Экология	7
Борщев В. Я., Гатапова Н. Ц., Климачёв И. Р. Обращение с отходами производства на промышленных предприятиях (на примере предприятий Тамбовской области)	7
Козлов П. Г., Федюк Р. С., Таскин А. В., Федотов Д. Р., Выходцев И. А., Федюк Г. Р. Перспективные технологии переработки золошлаковых отходов в геополимеры.....	19
Коновалов Д. Н., Хорохорина И. В., Филимонова О. С., Лазарев С. И. Эколого-экономическая оценка применения электробаромембранных методов в технологии очистки сточных вод гальванических предприятий.....	30
Сидоренко А. С., Силин Н. В. К вопросу анализа электромагнитной экологии на объекте электроэнергетики	40
Старостина И. В., Антюфеева Е. С., Лупандина Н. С., Лифинцев А. Н., Лушников А. С. Очистка сточных вод от фенолов модифицированным отходом маслоэкстракционного производства	48
Региональная и отраслевая экономика	59
Сахарова Н. В., Быковская Е. В., Дмитриева Е. И. Особенности устойчивого развития предприятий по производству минеральных удобрений в условиях цифровой и ESG-трансформации	59
Спиридонов С. П., Шепелев С. Н., Назарова А. О. Роль государственных цифровых платформ в инновационном развитии промышленных предприятий.....	70
Хорохорина И. В., Попов Н. С., Сухова А. О. От экологического алармизма – к зеленым проектам разработки месторождений	80
Педагогика	92
<i>Теория и методика обучения и воспитания</i>	92
Воликова И. А., Машкова С. Г., Козачек А. В., Сузюмов А. В. Опыт реализации интегративного подхода при проведении учебной практики в рамках геоэкологической экспедиции «Плавучий университет имени В. И. Вернадского»	92
Вязинкин А. Ю., Самохин К. В. Дисциплина «Теория и практика критического мышления» как компонент элективного модуля Soft Skills: опыт реализации и перспективы преподавания	100
Гунина Н. А. Кейс-метод как способ формирования гибких навыков в процессе обучения английскому языку в неязыковом вузе	123
Евенко Е. В., Морозова О. Н. Целевые игры и игрофикация в современном образовательном процессе	137
Пучков Н. П. К вопросу преподавания математики студентам-экологам	145
Ряховская А. Ю., Ряховская Я. О. Обучение переводу юридических текстов студентов языковых факультетов.....	156

CONTENTS

Ecology	7
Borshchev V. Ya., Gatapova N. Ts., Klimachev I. R. Industrial Waste Management at Industrial Enterprises (Using the Example of the Tambov Region)	7
Kozlov P. G., Fediuk R. S., Taskin A. V., Fedotov D. R., Vykhodtsev I. A., Fediuk G. R. Promising Technologies for Processing Ash and Slag Waste into Geopolymers	19
Konovalov D. N., Khrokhhorina I. V., Filimonova O. S., Lazarev S. I. Ecological and Economic Assessment of the Use of Electrobaromembrane Methods in the Technology of Wastewater Treatment of Electroplating Enterprises	30
Sidorenko A. S., Silin N. V. The Analysis of Electromagnetic Ecology at an Electric Power Facility	40
Starostina I. V., Antyufeeva E. S., Lupandina N. S., Lifintsev A. N., Lushnikov A. S. Wastewater Treatment from Phenols by Modified Waste from Oil Extraction Production	48
Regional and Sectoral Economy	59
Sakharova N. V., Bykovskaya E. V., Dmitrieva E. I. Features of Sustainable Development of Enterprises Producing Mineral Fertilizers in the Context of Digital and ESG Transformation	59
Spiridonov S. P., Shepelev S. N., Nazarova A. O. The Role of Government Digital Platforms in the Innovative Development of Industrial Enterprises.....	70
Khrokhhorina I. V., Popov N. S., Sukhova A. O. From Ecological Alarmism to Green Projects of Deposits Development.....	80
Pedagogy	92
<i>Theory and Methodology of Teaching and Education</i>	92
Volikova I. A., Mashkova S. G., Kozachek A. V., Suzyumov A. V. Experience in Implementing an Integrative Approach when Conducting Training Practices within the Framework of a Geoecological Expedition “V. I. Vernadsky Floating University”	92
Viazinkin A. Yu., Samokhin K. V. The Discipline “Theory and Practice of Critical Thinking” as a Component of the Elective Module “Soft Skills”: Experience of Realization and Teaching Prospects.....	100
Gunina N. A. Case Method as a Way of Developing Soft Skills through Teaching English in a Non-Linguistic University	123
Evenko E. V., Morozova O. N. Targeted Games and Gamification in Modern Education.....	137
Puchkov N. P. On the Issue of Teaching Mathematics to Environmental Students	145
Ryakhovskaya A. Yu., Ryakhovskaya Ya. O. Teaching Legal Translation to the Students of Language Faculties.....	156

УДК 631.879.32

DOI: 10.17277/voprosy.2024.03.pp.007-018

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ (на примере предприятий Тамбовской области)

В. Я. Борщев, Н. Ц. Гатапова, И. Р. Климачѳв

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

Ключевые слова: отходы; промышленные предприятия; хранение и захоронение отходов; экологические проблемы.

Аннотация: Проведен анализ сложившейся ситуации с отходами промышленных предприятий в Тамбовской области. Установлено некоторое снижение твердых отходов на промышленных предприятиях. В общем объеме отходов значительная доля приходится на отходы животноводческих, перерабатывающих, предприятий сахарной промышленности. Рассмотрены основные виды промышленных отходов на различных предприятиях. Исследована деятельность промышленных предприятий в области обращения с производственными отходами. Установлено, что на предприятиях достаточно четко и высокоэффективно налажена работа по обращению с отходами. В то же время обращает на себя внимание малая доля отходов, которая отправляется на переработку и вторично используется на предприятиях.

Введение

Отходы производства и потребления являются одной из основных современных экологических проблем, создающих потенциальную опасность как для здоровья людей, так и для окружающей природной среды.

Отходами производства являются вещества или материалы, образующиеся в условиях производства, выполнения работ или в процессе потребления, и которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению [1]. Основная цель обращения с промышленными отходами на предприятиях заключается в исключении их вредного воздействия на ра-

Борщев Вячеслав Яковлевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность», e-mail: borschov@yandex.ru; Гатапова Наталья Цибиковна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность»; Климачѳв Игорь Русланович – студент, ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

ботников и окружающую природную среду. Как правило, обращение с промышленными отходами заключается в их сборе, накоплении, обработке, обезвреживании, транспортировке и размещении. В процессе обращения с отходами необходимо обеспечить безопасность этих операций как для здоровья населения, так и для окружающей среды [1 – 9]. Вследствие этого деятельность промышленных предприятий в различных регионах Российской Федерации в области обращения с отходами чрезвычайно важна и актуальна.

Цель работы – исследование деятельности промышленных предприятий в области обращения с производственными отходами.

Результаты исследований

Основными загрязнителями окружающей среды в Тамбовской области являются предприятия, расположенные в городах Тамбов, Мичуринск, Котовск, Моршанск, Жердевка и Уварово, а также в Тамбовском, Мичуринском, Моршанском, Кирсановском, Первомайском, Никифоровском и Знаменском округах области. В качестве основных загрязнителей можно выделить такие промышленные предприятия, как АО «Пигмент» (Тамбов) – производство пигментов и лакокрасочных материалов; Тамбовский вагоноремонтный завод – филиал АО «Вагонреммаш» (*далее ТВРЗ*) – выполнение плановых видов ремонта всех типов пассажирских вагонов и вагонов специального назначения, ремонта колесных пар); завод теплоизоляционных материалов АО «Изорок» – производство неметаллических минеральных продуктов; АО «Мичуринский завод «Прогресс»; сахарные заводы в районах области и другие предприятия [10 – 12].

Ежегодное количество отходов на территории Тамбовской области составляет несколько миллионов тонн. В соответствии с докладами о состоянии окружающей среды на территории Тамбовской области [10, 11] в 2022 г. всего на территории области было образовано 1 834,9 тыс. т отходов (2021 г. – 1788,0 тыс. т). Сокращение общих объемов отходов производства в последние годы обусловлено двумя факторами. *Во-первых*, ряд крупных аграрных предприятий не представили отчетные сведения по образованным отходам. *Во-вторых*, наблюдается сокращение объема отходов вследствие проводимой модернизации и реконструкции производственных линий, а также ввода в строй новых ресурсосберегающих мощностей.

В 2022 году процент переработки отходов составил 79,55 % (2021 г. – 104,45 %) (рис. 1). Достигнутый объем переработки отходов в 2021 г. (более 100 %) объясняется тем, что кроме отходов, образованных в текущем году, дополнительно переработаны остатки отходов на предприятиях 2020 г.

На начало 2022 г. на предприятиях области оставалось 253 714 т отходов, на конец 2022 г. – 290 193 т. В течение отчетного периода из 1834,9 тыс. т образовавшихся отходов 202,7 тыс. т обработано, 1355,3 тыс. т утилизировано, в том числе 203,8 тыс. т для повторного применения, 104,4 тыс. т отходов обезврежено (рис. 2).

Промышленные предприятия Тамбовской области являются в основном источниками отходов 1 – 4 классов опасности (табл. 1). Кроме отходов



Рис. 1. Переработка отходов на промышленных предприятиях Тамбовской области в период 2017 – 2022 гг.

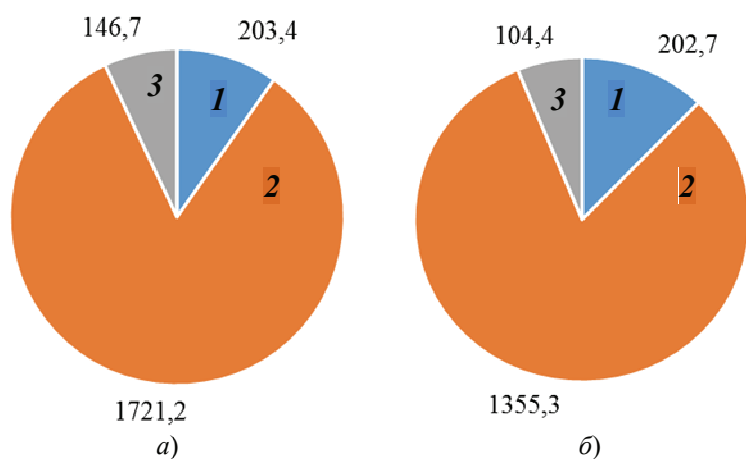


Рис. 2. Деятельность промышленных предприятий с производственными отходами, тыс. т: а – 2021 г.; б – 2022 г.; 1 – обработано; 2 – утилизировано; 3 – обезврежено

Таблица 1
Образование, использование и обезвреживание токсичных отходов производства и потребления 1 – 4 классов опасности, тыс. т

Год	Образовалось на предприятиях	Использовано на предприятиях	Обезвреживание отходов на предприятиях
2020	4001,8	3106,4	1089,6
2021	1788,1	1925,2	146,7
2022	1834,9	1558,0	104,4

промышленных предприятий в общем объеме отходов области значительная доля приходится на отходы животноводческих, перерабатывающих, предприятий сахарной промышленности.

Из рисунка 2 следует, что в 2021 и 2022 гг. структура деятельности промышленных предприятий с отходами существенно различалась: объемы обезвреженных на предприятиях отходов: 104,4 тыс. т в 2022 г. и 146,7 тыс. т в 2021 г. Такая ситуация может быть обусловлена либо технологическими сложностями процесса обезвреживания, либо меньшей долей таких отходов в их общем объеме.

Кроме того, представленные выше данные свидетельствуют об относительно высокой доле отходов, идущих на повторное применение на промышленных предприятиях (немногим более 19 % в 2021 г. и 27 % в 2020 г.).

Большой проблемой для промышленных предприятий области являются газообразные отходы, выбрасываемые в атмосферу. Однако следует отметить, что в последние годы наблюдается определенное уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. По сравнению с 2021 г. в 2022 г. количество загрязняющих атмосферу веществ уменьшилось и составило 61,6 тыс. т (2021 – 68,4 тыс. т) [10, 11].

В Тамбовской области ежегодно растет производство мяса скота и птицы на убой. Одновременно с увеличением объемов производства мяса увеличивается количество отходов и их негативное воздействие на окружающую среду. Согласно данным статистической отчетности 2-ТП [10], за 2022 г. образовалось отходов животноводства – 148 720 т; отходов птицеводства (помет, подстилка) – 161 801 т; отходов сахарного и спиртового производства: жом свекловичный (свежий, отжатый) – 845 490 т, барда мелассная – 76 131 т, а также илового осадка – 1 370 т (рис. 3).

На фоне таких внушительных объемов отходов животноводческой, птицеводческой, сахарной и спиртовой отраслей отходы промышленных предприятий Тамбовской области в количественном выражении значительно меньше.

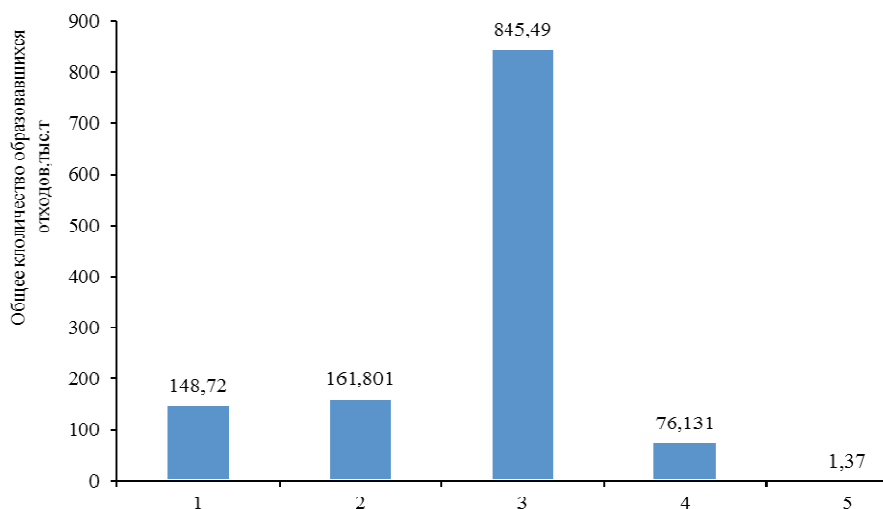


Рис. 3. Общее количество образовавшихся отходов животноводства (1), птицеводства (2), сахарного (3), спиртового (4 и 5) производств

В качестве объектов исследования выбраны ведущие производственные предприятия различных отраслей промышленности Тамбовской области: АО «Пигмент», ТВРЗ, ООО «Котовский завод нетканых материалов» – производство объемного утеплителя из полиэфирного волокна.

Проведено исследование образующихся отходов при реализации технологического процесса производства пигмента алого Ж на АО «Пигмент». Установлено, что производство данного пигмента является источником образования твердых, жидких и газообразных отходов [13]. Виды отходов и нормы их образования в данном производстве представлены в табл. 2.

Твердыми отходами в этом производстве являются остатки сырья в таре, загрязненные пигменты, фильтрующие материалы, металлические барабаны и мешки из-под сырья [14]. Жидкие отходы включают в себя фильтраты пигментов и побочных продуктов, а также промывные воды. К газообразным отходам относятся окислы азота, хлористый водород, а также пыли пигментов и некоторых видов сырья (например, 2-нафтола) [15].

Как правило, твердые отходы на АО «Пигмент» не используются, они направляются на городскую свалку. В то же время некоторые из них, например, полиэтиленовые и полипропиленовые мешки из-под 2-нафтола и 2-хлор-4-нитроанилина можно было бы направлять на другие предприятия для их дальнейшей переработки и повторного использования. В частности, после соответствующей переработки их можно использовать для изготовления тех же полипропиленовых и полиэтиленовых мешков для хранения 2-нафтола и 2-хлор-4-нитроанилина. То же касается и металлических барабанов из-под смачивателя НБ.

Пыле- и газообразные отходы (хлористый водород, окислы азота, пыль пигмента, пыль 2-нафтола и др.) в основном выбрасываются в атмосферу. Перед выбросом в атмосферу пыле- и газообразные отходы поступают на систему улавливания, благодаря чему уменьшается степень загрязнения воздушного бассейна. На предприятии регулярно проводятся мероприятия по повышению эффективности работы систем газо- и пылеулавливания. В частности, проведены модернизация систем улавливания метанола и пылеулавливания на стадии загрузки смесевых барабанов, а также реконструкция вытяжной системы.

Как достаточно сложную можно оценить ситуацию на АО «Пигмент» с жидкими отходами, характеризующимися большими объемами и агрессивностью по отношению к природной среде [15, 16]. В целях снижения вредного воздействия на окружающую среду жидкие отходы – фильтрат со стадии фильтрации и промывные воды – направляют в промгрязную канализацию, затем в пруд-накопитель, после чего на закачку в подземные, надежно изолированные горизонты. Вследствие этого снижается вероятность загрязнения окружающей среды жидкими отходами.

Закачка жидких отходов проводится в скважины локальной сети, принадлежащей предприятию. В целях исключения загрязнения подземных вод жидкими отходами в районе предприятия проводятся регулярные наблюдения по всем имеющимся скважинам.

Следует отметить, что на предприятии жидкие отходы повторно не используются, то есть они не подвергаются очистке, которая могла бы существенно сократить расход воды в основном и вспомогательных производственных процессах.

Таблица 2

Отходы производства пигмента алого Ж

Наименование отходов, характеристика, состав	Аппарат или стадия образования	Нормы образования отходов, кг	
		Норма выброса, кг	Примечание
Твердые отходы			
Загрязненный пигмент алый Ж	Стадия сушки, размола и установки на тип	Со стадии сушки – 7,9. Со стадии размола – 9,4	Не используются. Поступает в шламо-накопитель
2-нафтола 2-хлор-4-нитроанилина	Остатки сырья в таре	0,46 0,60	Не используются. Вывозятся на свалку
Жидкие отходы			
Пигмент алый Ж Побочные продукты Соль поваренная Соляная кислота Смачиватель НВ Серная кислота Вода	Стадия фильтрации, фильтр-пресс	20,9 7,3 291,6 395,1 19,4 3,6 191 970,0	Не используется. Поступает в промышленную грязную канализацию, затем в пруд-накопитель, далее на закачку в подземные горизонты
Промывные воды	От промывки оборудования под ремонт и переход под другие марки красителей. От мытья полов с содержанием пигмента алого Ж	10 000,0 1 200,4	—
Газообразные и пылеобразные отходы			
Азот	Реакционное отделение, стадия диазотирования	1,0	Выбрасывается в атмосферу
Хлористый водород	Прием соляной кислоты в приемные емкости (система улавливания)	0,1524	Поступает на систему улавливания. Выбрасывается в атмосферу
Пыль пигмента алого Ж	Стадия сушки красителя на СВЛ	9,9	

Другим объектом нашего исследования является завод нетканых материалов, расположенный в Котовске Тамбовской области. Структура отходов данного предприятия совсем другая: преобладают твердые отходы, а жидкие и газообразные практически отсутствуют.

В производстве объемного утеплителя используются полиэфирные волокна, водорастворимый замасливающий и полиэтиленовая пленка, отно-

сящиеся к веществам 4 класса опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [17].

Процесс производства полиэфирного волокна характеризуется отсутствием источников выбросов загрязняющих газообразных веществ в атмосферу. Промышленные стоки от производственного процесса также отсутствуют. В то же время производственный процесс получения объемного утеплителя характеризуется наличием твердых промышленных отходов. Основными отходами производства являются полипропиленовая упаковка и оплетка, лоскуты упаковочной полиэтиленовой пленки, отрезы холста с технологическим браком, обтирочная ветошь, мусор от офисных и бытовых помещений [18]. Отходы из полипропиленовой упаковки и оплетки в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов относятся к незагрязненным отходам. В соответствии со ст. 4.1 Федерального закона [1] практически все производственные отходы предприятия относятся к 4 и 5 классам опасности. Однако на предприятии имеются отходы 1 класса опасности, например, отработанные ртутные лампы.

Порядок утилизации отходов производства следующий: полипропиленовая упаковка и оплетка, лоскуты упаковочной полиэтиленовой пленки, ветошь обтирочная, мусор от офисных и бытовых помещений, лампы ртутные – утилизируются в соответствии с договором специализированной организацией; отходы производства (отрезки холста с технологическим браком) – возвратные отходы, вновь направляющиеся в технологический процесс.

Сбор, хранение и транспортировка отходов на предприятии осуществляется в соответствии с требованиями действующих экологических и санитарно-эпидемиологических норм [1, 3]. Отходы 4 и 5 классов опасности на предприятии собираются в металлических контейнерах с крышками, установленных на бетонированной огороженной площадке. Для сбора промасленной ветоши используют отдельные, специальные металлические закрывающиеся емкости. Для хранения отработанных ртутных ламп используется металлический контейнер, закрытый в отдельном помещении, оборудованном вентиляцией. Таким образом, на предприятии организовано хранение ртутьсодержащих отходов в специальном месте с жестким ограничением доступа посторонних. Кроме того ведется строгий учет и контроль этих отходов. Транспортировку и утилизацию производственных отходов предприятия осуществляют специализированные организации, имеющие лицензию на выполнение данных работ.

Следует отметить, что проблема сбора и хранения неисправных ртутных ламп является общей для многих предприятий Тамбовской области. Так, в области подвели итоги кампании по сбору ртутьсодержащих отходов от бюджетных организаций за 2020 г. Мероприятия по сбору и утилизации ртутьсодержащих отходов были организованы в рамках исполнения подпрограммы «Обращение с твердыми коммунальными и промышленными отходами» государственной программы «Охрана окружающей среды, воспроизводство и использование природных ресурсов Тамбовской области».

По данным регионального управления по охране окружающей среды и природопользованию, в 2020 г. в бюджетных организациях региона собрано и вывезено на утилизацию более 11 тысяч люминесцентных, бактерицидных, энергосберегающих ламп и ртутных термометров.

Вследствие того что с 2017 года в Российской Федерации запрещено закапывать ртутьсодержащую продукцию на полигонах, региональные власти целевыми средствами субсидируют организацию сбора ртутьсодержащих отходов от учреждений образования, здравоохранения, социальной сферы.

В дополнение к основному виду деятельности, ТВРЗ также имеет лицензию на сбор, транспортирование, обработку, утилизацию, обезвреживание и размещение отходов. Предприятие как объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду, поставлено на государственный учет с присвоением II категории. В процессе производственной деятельности предприятия образуются отходы производства и отходы потребления (всего 94 наименования) [19]. Количество образующихся отходов по классам их опасности для окружающей среды приведено на рис. 4.

На предприятии имеются 295 источников выбросов загрязняющих веществ, из которых 234 – организованные, 61 – неорганизованный. Общий валовой выброс загрязняющих веществ составил 1010,368 т/г., в том числе твердых – 370,481 т/г., жидких/газообразных – 639,887 т/г. Некоторая часть всех загрязняющих веществ на данном предприятии используется вторично. Основная часть отходов передается другим организациям (рис. 5).

В целях снижения воздействия отходов производства на окружающую среду на предприятии организован раздельный сбор отходов. Кроме того, ведется активный поиск контрагентов по утилизации отходов, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья: черный и цветной металлолом, отработанные масла, автомобильные шины, аккумуляторы, стекло, пластик, бумага, офисная техника, отработанные элементы питания и другие виды отходов.

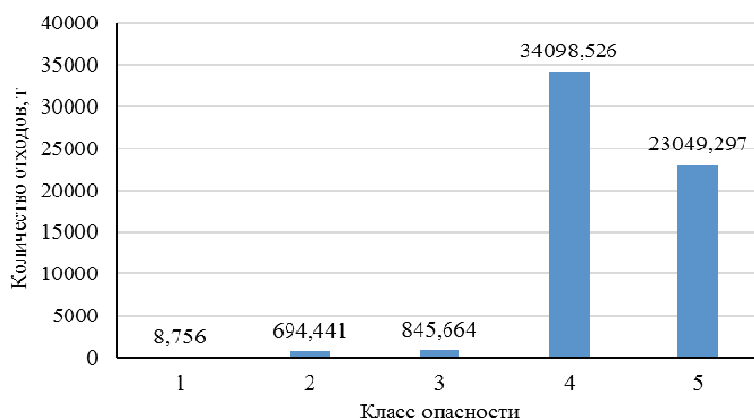


Рис. 4. Количество образующихся отходов по классам их опасности для окружающей природной среды на ТВРЗ, т:
1 – 5 соответственно 1–5 классы

Рассмотрим хозяйственную деятельность цеха пассажирских вагонов предприятия, в результате осуществления которой образуются отходы. В цехе проводится демонтаж вагонов, ремонт диванов и полок, кресел для сидения, ремонт и испытание сантехнического оборудования (раковин и унитазов), водяных баков, запорной арматуры и фитингов, бойлеров, ремонт котлов отопления и водяных баков, ремонт и испытание кипятильников и других мелких узлов.

В результате производственной деятельности в цехе образуются следующие отходы: незагрязненные отходы пленкоасбокартона; отходы растворителей на основе керосина, загрязненные оксидами железа и/или кремния; нефтяные промывочные жидкости, утратившие потребительские свойства, незагрязненные веществами 1 и 2 классов опасности; щелочные отработанные растворы обезжиривания поверхностей металлов, содержащие нефтепродукты; отходы стекловолоконной изоляции; отходы металлической дробы с примесью шлаковой корки; несортированные отходы, содержащие алюминий (в том числе алюминиевую пыль); незагрязненные отходы резиноасбестовых изделий; отходы песка от очистных и пескоструйных устройств; лампы ртутные, ртутнокварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства и др.

Большая часть образующихся на предприятии отходов передаются специализированным предприятиям, которые занимаются сбором и вывозом промышленных отходов. На заводе четко организована система вывоза образующихся отходов. С этой целью заключены договоры с соответствующими предприятиями. в число которых, в частности, входят ООО «КомЭк», ООО «Тамбовский Экологический Комбинат», АО «Пигмент». В то же время отходы металлической дробы с примесью шлаковой корки реализуются в ООО «Вторчермет-Инвест». Лампы ртутные, ртутнокварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства, передаются в ООО «ЭКПРО».

Заключение

Таким образом, на предприятиях, характеризующихся разнообразием и большим количеством отходов, работа в области их обращения организована достаточно четко и отличается высокой эффективностью. Накопление твердых отходов на территории рассмотренных предприятий проводится на оборудованных специальных площадках и помещениях в соот-

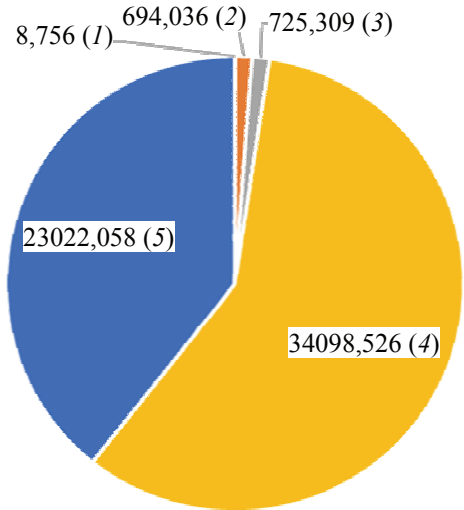


Рис. 5. Количество отходов по классам опасности для окружающей среды, передаваемых другим организациям:
1 – 5 соответственно 1 – 5 классы

ветствии с установленными требованиями. В целях снижения негативного воздействия отходов производства на окружающую среду на предприятиях организуется работа по раздельному сбору и поиску контрагентов по утилизации отходов, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья. Однако следует отметить, что только небольшая доля отходов перерабатывается и вторично используется на самих предприятиях. Вследствие этого актуальность переработки и повторного использования отходов на предприятиях сохраняется.

Список литературы

1. Об отходах производства и потребления : Федер. закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ. – Текст : электрон. – URL : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=475519> (дата обращения: 10.10.2014).
2. Конституция Российской Федерации. – Текст : электрон. – М. : Юрид. лит., 1993. – 64 с. – URL : <https://конституции.рф/1993/1.pdf> (дата обращения: 10.10.2014).
3. СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. – Текст : электрон. – URL : <https://sld35.ru/upload/doc/1322.pdf> (дата обращения: 10.10.2014).
4. Об охране окружающей среды : Федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. – Текст : электрон. – URL : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102074303> (дата обращения: 10.10.2014).
5. Об охране атмосферного воздуха : Федер. закон от 4 мая 1999 года № 96-ФЗ. – Текст : электрон. – URL : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102059495> (дата обращения: 10.10.2014).
6. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : Федер. закон от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ. – Текст : электрон. – URL : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102058898> (дата обращения: 10.10.2014).
7. Утилизация и переработка твердых бытовых отходов : учеб. пособие / А. С. Клинов, П. С. Беляев, В. Г. Однолько, М. В. Соколов, П. В. Макеев, И. В. Шашков. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 188 с.
8. Сметанин, В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления : учеб. пособие / В. И. Сметанин. – М. : КолосС, 2000. – 232 с.
9. Вигдорович, В. И. Теоретические основы, техника и технология обезвреживания, переработки и утилизации отходов / В. И. Вигдорович, Н. В. Шель, И. В. Заранина. – М. : КАРТЭК, 2008. – 215 с.
10. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2022 году. – Тамбов, 2023. – 213 с.
11. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2021 году. – Тамбов, 2022. – 184 с.
12. Вигдорович, В. И. Вопросы техногенной ситуации в городе Тамбове / В. И. Вигдорович, А. Ю. Пудовкина // *Вопр. соврем. науки и практики*. Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2010. – № 4–6(29). – С. 39 – 47.
13. Постоянный технологический регламент № 15 производства пигмента алого Ж цеха №15. – Тамбов : ОАО «Пигмент», 2002. – 128 с.
14. К вопросу обращения с промышленными отходами в производстве пигментов / В. Я. Борщев [и др.] // *Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020) : материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф.* – Уфа, 2020. – С. 243 – 247.
15. Вигдорович, В. И. Деятельность ОАО «Пигмент», направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду / В. И. Вигдорович, А. Ю. Пудовкина // *Вопр. соврем. науки и практики*. Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2010. – № 7–9(30). – С. 30 – 37.

16. Исследование процесса очистки сточных вод на ПАО «Пигмент» / Т. А. Сухорукова, В. Я. Борщев, Л. Г. Михайлова, Е. Г. Михайлова, Н. Н. Осипов // Вест. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2016. – Т. 23, № 1. – С. 129 – 134. doi: 10.17277/vestnik.2017.01.pp.129-134
17. ГОСТ 12.1.007–76. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями № 1, 2). – Введ. 1977-01-01. – М. : Стандартиформ, 2007. – 7 с. – URL : ГКД Ж https://tver.fpieco.ru/media/uploads/images/gost_12.1.007-76.pdf (дата обращения: 10.10.2024).
18. Борщев, В. Я. Организация процесса обращения с твердыми отходами на промышленном предприятии / В. Я. Борщев, Ю. А. Аппоротова // Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2021. – № 3(81). – С. 7 – 13. doi: 10.17277/voprosy.2021.03.pp.007-013
19. Колмаков, Д. А. Анализ деятельности предприятия в области обращения с производственными отходами / Д. А. Колмаков, Д. А. Чернецов, В. С. Ермаков // Инновации в науке и практике : сб. ст. по материалам IX Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 23 июня 2018 г.). В 3-х частях. Часть 1. – Уфа, 2018. – С. 149 – 153.

References

1. available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=475519> (accessed 10 October 2014).
2. available at: <https://konstitutsii.rf/1993/1.pdf> (accessed 10 October 2014).
3. available at: <https://sled35.ru/upload/doc/1322.pdf> (accessed 10 October 2014).
4. available at: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102074303> (accessed 10 October 2014).
5. available at: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102059495> (accessed 10 October 2014).
6. available at: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102058898> (accessed 10 October 2014).
7. Klinkov A.S., Belyayev P.S., Odno!ko V.G., Sokolov M.V., Makeyev P.V., Shashkov I.V. *Utilizatsiya i pererabotka tverdykh bytovykh otkhodov: ucheb. posobiye* [Disposal and processing of solid municipal waste: textbook], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO "TGTU", 2015, 188 p. (In Russ.)
8. Smetanin V.I. *Zashchita okruzhayushchey sredy ot otkhodov proizvodstva i potrebleniya: ucheb. posobiye* [Environmental protection from production and consumption waste: textbook], Moscow: KolosS, 2000, 232 p. (In Russ.)
9. Vigdorovich V.I., Shel' N.V., Zaranina I.V. *Teoreticheskiye osnovy, tekhnika i tekhnologiya obezvrezhivaniya, pererabotki i utilizatsii otkhodov* [Theoretical foundations, technology and technology of waste disposal, processing and utilization], Moscow: KARTEK, 2008, 215 p. (In Russ.)
10. *Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Tambovskoy oblasti v 2022 godu* [Report on the state and protection of the environment of the Tambov region in 2022], Tambov, 2023, 213 p. (In Russ.)
11. *Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Tambovskoy oblasti v 2021 godu* [Report on the state and protection of the environment of the Tambov region in 2021], Tambov, 2022, 184 p. (In Russ.)
12. Vigdorovich V.I., Pudovkina A.Yu. [Issues of the technogenic situation in the city of Tambov], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2010, no. 4–6(29), pp. 39–47. (In Russ., abstract in Eng.)
13. *Postoyannyy tekhnologicheskiy reglament No. 15 proizvodstva pigmenta alogo ZH tsekha No. 15* [Permanent technological regulations No. 15 for the production of

scarlet pigment Zh, workshop No. 15], Tambov: OAO "Pigment", 2002, 128 p. (In Russ.)

14. Borshchev V.Ya. [et al.] *Nauka, obrazovaniye, proizvodstvo v reshenii eko-logicheskikh problem (Ekologiya-2020): materialy XVI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* [Science, education, production in solving environmental problems (Ecology-2020): materials of the XVI Int. scientific and technical. conf.], Ufa, 2020, pp. 243-247. (In Russ., abstract in Eng.)

15. Vigdorovich V.I., Pudovkina A.Yu. [Activities of OJSC "Pigment" aimed at reducing the negative impact on the environment], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2010, no. 7-9(30), pp. 30-37. (In Russ., abstract in Eng.)

16. Sukhorukova T.A., Borshchev V.Ya., Mikhaylova L.G., Mikhaylova Ye.G., Osipov N.N. [Study of the wastewater treatment process at PJSC Pigment], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2016, vol. 23, no. 1, pp. 129-134. doi: 10.17277/vestnik.2017.01.pp.129-134 (In Russ., abstract in Eng.)

17. GOST 12.1.007–76. *Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Vrednyye veshchestva. Klassifikatsiya i obshchiye trebovaniya bezopasnosti (s Izmeneniyami № 1, 2).* [Occupational safety standards system (OSS). Harmful substances. Classification and general safety requirements (with Amendments No. 1, 2)], Moscow: Standartinform, 2007, 7 p. (In Russ.)

18. Borshchev V.Ya., Apporotova Yu.A. [Organization of the solid waste handling process at an industrial enterprise], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2021, no. 3(81), pp. 7-13. doi: 10.17277/voprosy.2021.03.pp.007-013 (In Russ., abstract in Eng.)

19. Kolmakov D.A., Chernetsov D.A., Yermakov V.S. *Innovatsii v nauke i praktike: sb. st. po materialam IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Innovations in science and practice: collection of articles based on the materials of the IX International scientific and practical conf.], (Barnaul, June 23, 2018). In 3 parts. Part 1, Ufa, 2018, pp.149-153. (In Russ., abstract in Eng.)

Industrial Waste Management at Industrial Enterprises (Using the Example of the Tambov Region)

V. Ya. Borshchev, N. Ts. Gatapova, I. R. Klimachev

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: waste; industrial enterprises; waste storage and disposal; environmental problems.

Abstract: The analysis of the current situation with industrial waste in the Tambov region is carried out. Some reduction in solid waste in industrial enterprises has been recorded. In the total volume of waste, a significant share is accounted for by waste from livestock, processing industries, and sugar industry enterprises. The main types of industrial waste at various enterprises are considered. A study of the activities of industrial enterprises in the field of industrial waste management has been conducted. The enterprises have quite clearly and efficiently organized waste management. At the same time, the small share of waste that is sent for recycling and reused at the enterprises is noteworthy.

© В. Я. Борщев, Н. Ц. Гатапова, И. Р. Климачев, 2024

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ В ГЕОПОЛИМЕРЫ

**П. Г. Козлов, Р. С. Федюк, А. В. Таскин,
Д. Р. Федотов, И. А. Выходцев, Г. Р. Федюк**

*ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
Владивосток, Россия; филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя
России» Дальневосточный научно-исследовательский,
проектно-конструкторский и технологический
институт по строительству», Владивосток, Россия*

Ключевые слова: бетон; геополимеры; золошлаковые отходы; испытания; строительные материалы; экология.

Аннотация: Рассмотрены способы получения химических веществ из золошлаковых отходов (ЗШО): ванадия, диоксида титана, золота, и применение ЗШО в строительной индустрии: при производстве шлакоблоков, кирпича и строительных смесей; плавательных средств, сигнальных буйев, спасательных жилетов; глинозольного кирпича; пенозола. Выдвинута и проверена гипотеза о создании геополимерного вяжущего, в основе которого лежит процесс активации алюмосиликатов, полученных из ЗШО растворами щелочей.

Введение

Существующие технологии переработки золошлаковых отходов (ЗШО) играют важную роль в устранении проблемы загрязнения окружающей среды и повышении эффективности использования ресурсов. Благодаря инновационным методам обработки и утилизации ЗШО удается не только снизить их вредное воздействие на окружающую среду, но и получить ценные материалы для дальнейшего использования в различ-

Козлов Павел Геннадьевич – аспирант, преподаватель Военного учебного центра, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия; Федюк Роман Сергеевич – доктор технических наук, доцент, профессор Военного учебного центра, e-mail: roman44@ua.ru, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; главный научный сотрудник филиала ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России Дальневосточный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт по строительству», Владивосток, Россия; Таскин Андрей Васильевич – кандидат химических наук, заведующий лабораторией технологий использования вторичных ресурсов, директор ООО «Лаборатория прикладных исследований»; Федотов Демьян Романович – аспирант департамента природно-охранных систем и техносферной безопасности, научный сотрудник лаборатории технологий использования вторичных ресурсов; Выходцев Иван Алексеевич – студент; Федюк Герман Романович – студент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

ных отраслях промышленности. Такие технологии позволяют решить проблему складирования и накопления ЗШО, а также сократить расходы на обращение с ними. Разработка технологий переработки искусственных ЗШО играет ключевую роль в обеспечении инженерной защиты окружающей среды, борьбе с загрязнением и создании материалов для строительства, хозяйственной деятельности и жилищно-коммунального хозяйства.

Производство композиционных геополимерных строительных материалов на основе сырья, использующего промышленные отходы тепловых электростанций, позволяет определить перспективные направления решения экологических проблем крупных городов [1].

Впервые термин «геополимер» применил Davidovits J. в 1978 году, чтобы описать семейство минеральных связующих, которые обладают химическим составом, подобным цеолитам, при этом проявляют аморфную микроструктуру [2, с. 24]. Геополимеры представляют собой неорганический алюмосиликатный полимерный материал, который схватывается и твердеет при температурах, близких к температуре окружающей среды [3].

Производство геополимеров сопровождается значительно более низким уровнем выбросов двуокиси углерода по сравнению с обычным портландцементом, поскольку их производство не требует кальцинирования известняка и сжигания топлива в печи. Геополимеры проявляют чрезмерную усадку, хотя и меньше, чем материалы из портландцемента, данный фактор необходимо учитывать [4]. В отличие от гидратации портландцемента, при производстве геополимерной смеси используется лишь небольшое количество воды, однако требуется часть свободной воды, чтобы сделать смесь удобоукладываемой и однородной [5].

Благодаря постоянному развитию и совершенствованию процессов переработки золошлаков открываются новые возможности для эффективного и экологически чистого производства.

Какие существуют технологии переработки ЗШО?

Первое направление – получение химических веществ.

Ванадий. В работе [6] автор отмечает: «...Ванадий используется как легирующая добавка при получении износоустойчивых, жаропрочных и коррозионностойких сплавов, для получения магнитов... Для выделения ванадия из золошлаковых отходов тепловых электрических станций используют гидрометаллургические и комбинированные методы их переработки, состоящие из химических процессов выщелачивания шламов и выделения ванадийсодержащих соединений из полученных растворов».

Диоксид титана. В лаборатории полезных ископаемых Политехнического института Северо-Восточного государственного университета (Магадан) построена технологическая цепочка обогащения ЗШО – винтовыми и магнитными сепараторами, шлюзами глубокого наполнения и др. В качестве основного ценного компонента извлечения на данном этапе рассматривается диоксид титана. Области его применения – химическая, фармацевтическая, строительная, радиоэлектронная и другие отрасли производства [7].

Золото. Институт горного дела ДВО РАН проводит опытно-промышленные исследования эффективности центробежного обогащения ЗШО

Приморской ГРЭС в целях определения возможности извлечения золота методами гравитации, а именно центробежной концентрации на сепараторе ЦВК-200 (г. Наро-Фоминск) [8].

Второе направление – применение в строительной индустрии.

В России существует ряд предприятий, деятельность которых направлена на производство строительных материалов из ЗШО. К их числу относятся: «Сибирская генерирующая компания» (СГК) в Кемеровской области, Рефтинская ГРЭС «Энел Россия» в Свердловской области, «Основа Холдинг» в Омской области [9].

1. Золошлаковые отходы могут использоваться для производства строительных материалов и изделий, таких как шлакоблоки, кирпичи и строительные смеси; они реализуются в дорожном строительстве (при сооружении земляного полотна, для устройства укрепленных оснований, для возведения насыпей, для устройства дорожных одежд) [10, 11].

2. KazCenosphere's – инновационный проект инвест холдинга Kusto Group, который производит материалы с применением алюмосиликатной микросферы (АСМП) из отходов Аксуской электростанции АО «ЕЭК». Продукт используют при производстве плавательных средств, сигнальных буюв, спасательных жилетов и др. [12].

3. Авторы работы [13] предлагают пути полной утилизации ЗШО в целях получения полезной промышленной продукции и прекращения образования золошлакоотвалов. Разработана технологическая схема, позволяющая в значительной мере извлечь несгоревший уголь и железосодержащие частицы и получить алюмосиликатный продукт для производства ряда стройматериалов: глинозольного кирпича; сверхлегкого пористого стеклокристаллического материала – пенозола; других строительных материалов, и изделий. Кроме того, ЗШО могут быть использованы в качестве сырья для глубокой переработки на глинозем и белитовый шлам, при производстве керамических изделий.

4. В работе [14] предложена новая технология переработки золошлаковых отходов в строительные материалы, которая проходит в четыре этапа: 1 – обезвоживание ЗШО с получением твердого осадка (кека) на фильтрующей поверхности и возвратом осветленной воды на ТЭЦ; 2 – грануляция кека с добавками – связками и углем; 3 – дожигание гранулята в котлах кипящего слоя с возвратом тепла на ТЭЦ; 4 – производство строительных материалов из качественного минерального сырья.

Изготовление геополимера основано на использовании силиката натрия или силиката калия, растворенного в воде, и может быть выполнено при температуре окружающей среды. Процесс геополимеризации должен обеспечивать стабильный долговечный продукт. Использование сильного щелочного раствора неприемлемо для геополимерного бетона, так как может быть вредным для строителя и требует специальной подготовки для использования на месте и для массового применения. Также следует дифференцировать между щелочно-активированными материалами и геополимерами [15]. Геополимеры не являются щелочно-активированными материалами, и геополимеризация отличается от щелочной активации. В отличие от большинства керамических материалов, в качестве арматуры в геополимере может использоваться широкий спектр волокон, включая

органические вещества, поскольку температура синтеза геополимеров близка к температуре окружающей среды.

Цель исследования – изучение научно обоснованного технологического способа производства геополимерных строительных материалов для решения геоэкологической задачи утилизации золошлаковых отходов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) определить перспективные способы извлечения компонентов строительных материалов из ЗШО объектов теплоэнергетики;
- 2) предложить технологические режимы производства геополимерных строительных материалов из ЗШО;
- 3) оценить возможность применения геополимерных бетонов в строительстве.

Материалы и методы

Золошлаковые отходы, очищенные от недожога и металлических вкраплений, прокаливались в печи при высокой температуре. Затем ЗШО подвергались обработке щелочными растворами и автоклавированию. Состав смесей для получения геополимерного бетона послужил основой для формирования образцов-призм размером $160 \times 40 \times 40$ мм. После высушивания образцы-призмы испытывались на растяжение при изгибе на оборудовании РГМ-1000-А. Затем части призмы помещали в лабораторный пресс МС-1000 и подвергали испытанию на сжатие пока не произойдет его слом.

Процесс образования геополимера заключается в следующем: активные SiO_2 и Al_2O_3 в сырье сначала растворяются в растворе щелочи с образованием аморфных мономеров Si и Al, а затем мономеры Si и Al подвергаются реакции полимеризации с образованием геополимерного геля, и геополимерный гель и инертные частицы сырья сшиваются с образованием геополимера.

Многие исследователи [16 – 18], изучая химическую структуру геополимера, рассматривают его как алюмосиликатный гель, состоящий из связанных алюминатных и силикатных частиц, к которому предъявляются определенные требования по прочности и пористости. Создание технологий геополимеров связано с возможностью производить вяжущие на основе ЗШО тепловых электростанций и других промышленных отходов [19, с. 5].

В статье [20] авторы подтверждают, что ЗШО на 70 % состоит из Al_2O_3 и SiO_2 – основы геополимера, и возможность изготовления геополимерного бетона на основе компонентов, извлеченных из ЗШО.

Получение геополимерного бетона на основе ЗШО происходит в определенной последовательности:

- приготовление раствора активатора, смешивание в сухом виде заполнителей и отожженной золы, введение в сухую смесь активатора, перемешивание;
- приготовление раствора активатора, введение золы, перемешивание, введение добавки шлака, перемешивание, введение мелкого заполнителя, перемешивание, введение крупного заполнителя, перемешивание;
- приготовление раствора активатора, введение золы, перемешивание, введение заполнителей, перемешивание [2].

Исходный материал должен быть богатым кремнием Si или алюминием Al или обоими из них. Это могут быть природные минералы, такие как каолинит, глина и другие, или техногенные отходы – зола-уноса, зола рисовой шелухи, ЗШО и т.д. Для синтеза геополимера могут быть использованы щелочная среда (Na^+ , K^+ , Li^+ , Ca^+ и т.д.) или средние кислоты, такие как фосфорная кислота или гуминовая. В щелочной среде процесс геополимеризации происходит, когда оксиды кремния и алюминиевых минералов или алюмосиликатов реагируют со щелочным раствором с образованием полимерных связей Si–O–Al.

Реакционные процессы в геополимерах (реакции геополимеризации) в основном связаны с тремя процессами:

- растворения, в котором щелочной раствор растворяет алюмосиликатное сырье для высвобождения в смеси частиц алюминия и кремния;
- конденсации, в котором алюминатные и силикатные мономеры примыкают друг к другу путем совместного разделения атомов кислорода с образованием олигомеров и образованием более крупных сетей;
- перенасыщения смеси алюмосиликатным гелем (который изначально обогащен связями алюминия).

В лаборатории технологий использования вторичных ресурсов ДВФУ золошлаковая смесь тепловой электростанции, очищенная от недожога и металлических вкраплений, прокаливалась в печи при температуре 800 °C в течение 1 суток. После остывания ЗШО подвергалась обработке щелочными растворами и автоклавированию при температуре 220 °C и давлении 1,5 МПа. По окончании автоклавирования в реакторе сформировался густой осадок (ТСВ) и жидкая часть (АСВ).

Состав смесей (табл. 1) для получения геополимерного бетона послужил основой для формирования экспериментальных образцов-призм путем укладки в формы размером 160 × 40 × 40 мм. Далее они подвергались вибрационному уплотнению, а после высушивались в сушильном шкафу при температуре 70 °C в течение 70 ч.

В таблице представлены смеси: маркировка М – наполнитель зола и песок, связующее вещество – АСВ; маркировка Ф – наполнитель зола, связующее вещество – АСВ, ТСВ и кремнезем.

Испытание проводилось на оборудовании филиала ФГБУ «ЦНИИ Минстроя России ДальНИИС». Образцы-призмы прямоугольного сечения размером 160 × 40 × 40 мм закрепляются на оборудовании машины испытательной универсальной РГМ-1000-А для проведения испытания на растяжение при изгибе (рис. 1).

Таблица 1

Состав смеси для получения геополимера, %

Маркировка образцов	Зола прокаленная	Песок	АСВ	Вода	Кремнезем	ТСВ	NaOH
М7	17,10	55,26	17,11	10,53	–		
М8	18,57	55,72	18,57	7,14			
М9	18,80	56,10	18,80	6,30			
Ф1	50,00	–	17,50	21,90	0,50	2,30	7,80
Ф3	49,50		18,00	20,50		4,20	7,30



Рис. 1. Машина испытательная универсальная РГМ-1000-А



Рис. 2. Лабораторный испытательный пресс МС-1000

В центр пролета закрепленного образца оказывается возрастающее усилие пока образец не сломается на две части. Максимальные показания фиксируются и заносятся в табл. 2.

Затем каждую из разделенных частей помещают в лабораторный испытательный пресс МС-1000 и подвергают испытанию на сжатие пока не произойдет его слом (рис. 2). Затем показания фиксируются и также заносятся в табл. 2, а по полученным результатам испытания делается вывод. Из представленных данных видно, что существует изменение уровня пределов прочности при модифицировании массовой доли щелочного активатора, за счет высвобождения катионов щелочи, уже находящихся в алюмосиликатном материале, при увеличении времени механоактивации.

Таблица 2

Испытание образцов геополимера

Номер образца	Масса, г	Предел прочности при сжатии, кН		Предел прочности при изгибе, кгс
		1 часть	2 часть	
1	2	3	4	5
М7				
1	437,97	17,7	17,6	217
2	441,78	16,4	14,1	157
3	440,81	13,4	13,4	184
4	440,12	18,4	12,8	184
5	456,29	12,0	13,2	200
6	435,01	15,2	16,5	185
М8				
1	445,50	19,2	10,8	267
2	416,71	26,8	25,2	284
3	418,20	20,4	27,6	272
4	460,52	31,6	29,8	352
5	459,17	34,1	26,0	322
6	453,80	19,4	20,8	292

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
М9				
1	443,82	11,4	14,0	121
2	445,71	11,8	14,0	185
3	416,13	19,3	14,2	50
4	435,75	14,8	20,8	189
5	432,81	16,4	17,7	273
6	437,69	22,5	16,5	234
Ф1				
1	337,56	27,6	25,8	38
2	335,10	26,8	21,6	20
3	339,37	20,4	26,0	20
4	330,09	22,4	22,8	19
5	332,08	22,6	23,0	19
6	338,55	19,6	23,6	15
Ф3				
1	334,45	33,7	36,0	112
2	342,68	36,2	35,9	150
3	339,55	30,1	45,2	194
4	347,94	32,9	42,8	100
5	335,48	34,8	37,6	162
6	340,23	35,3	48,4	196

Результаты и обсуждения

Лабораторией технологий использования вторичных ресурсов ДВФУ выдвинута и проверена гипотеза о создании геополимерного вяжущего, в основе которого лежит процесс активации алюмосиликатов, полученных из ЗШО растворами щелочей. В результате данного процесса получается твердая алюмосиликатная структура, похожая на камень (рис. 3), но отличающаяся от портландцемента отсутствием процесса твердения из-за гидратации ионов кальция.

В результате проведенных испытаний получены данные, свидетельствующие о следующем:

- основой геополимерного бетона являются промышленные отходы, такие как ЗШО, то есть в качестве основного материала для производства геополимерных вяжущих может быть использован любой материал, состоящий в основном из алюмосиликата;

- в качестве активаторов процесса отверждения могут быть использованы гидроксиды щелочных металлов – натрия и калия, и их силикаты;

- геополимеры на основе ЗШО характеризуются высокой эксплуатационной стойкостью к существующим видам разрушительного воздействия окружающей среды.



Рис. 3. Взвешивание образца-призмы геополимеров, подготовленного к испытанию на растяжение при изгибе

Использование геополимерных вяжущих различного состава позволяет создавать композиционные материалы с заданными физическими, механическими и эксплуатационными свойствами, но для получения заданной структуры необходимо научное обоснование состава, теоретический и экспериментальный подбор технологий производства геополимеров.

Заключение

Геополимерные строительные материалы на основе ЗШО ТЭС могут быть использованы на различных объектах строительства, а само производство геополимеров помогает сократить количество отходов, снизить производственные затраты и создать более экологичные и долговечные материалы. Таким образом, технология производства геополимеров из ЗШО является эффективным способом использования отходов производства и создания новых экологически чистых материалов. Следует отметить, что зола является отходом, а технология производства геополимеров из золы не предполагает использования высокотемпературного обжига.

Результаты исследования показывают:

1. Переработку ЗШО на предприятиях теплоэнергетики с целью получения полезных компонентов необходимо вести в направлениях получения химических веществ и создания геополимеров.
2. Для производства геополимерных строительных материалов из ЗШО необходимо использовать прокаленную золошлаковую смесь тепловой электростанции, очищенную от недожога и металлических вкраплений, густой осадок (ТСВ) и жидкую часть (АСВ), полученные после варки золошлаковых отходов в автоклаве.
3. Геополимерные бетоны в строительстве рекомендуется применять в качестве каменных материалов и материалов для декоративной отделки.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института химии ДВО РАН, тема № FWFN(0205)-2022-0002.

Список литературы

1. Ерошкина, Н. А. Исследование свойств бетона на основе композиционного геополимерного вяжущего, определяющих его долговечность / Н. А. Ерошкина, М. О. Коровкин, В. И. Логанина, П. А. Полубояринов // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 3. – С. 58 – 62.
2. Davidovits, J. *Geopolymer Chemistry and Applications* / J. Davidovits. – 4th ed. – Saint Quentin, GeopolymerInstitute, 2015. 644 p.
3. Mackenzie, K. J. D. *Geopolymer (aluminosilicate) composites: synthesis, properties and applications* / K. J. D. Mackenzie, M. Welter // *Advances in Ceramic Matrix Composites*. – 2014. – P. 445 – 470. doi: 10.1533/9780857098825.3.445
4. *Ambient Temperature Drying Shrinkage and Cracking in Metakaolin-Based Geopolymers* / C. Kuenzel, L. J. Vandeperre, S. Donatello, A. R. Boccaccini,

C. Cheeseman // Journal of the American Ceramic Society. – 2012. – Vol. 95, No. 10. – P. 3270 – 3277. doi: 10.1111/j.1551-2916.2012.05380.x

5. Influence of Curing Schedule on the Integrity of Geopolymers / D. Perera, O. Uchida, E. Vance, K. Finnie // Journal of Materials Science. – 2007. – Vol. 42(9). – P. 3099 – 3106. doi: 10.1007/s10853-006-0533-6

6. Гриб, Ю. А. Анализ способов утилизации золошлаковых отходов / Ю. А. Гриб ; под общ. ред. Э. Ю. Абдуллазянова // XXV Всерос. аспирантско-магистерский науч. семинар, посвященный Дню энергетика : материалы конф. В 3-х томах (Казань, 07–08 декабря 2021 г.). – Т. 1. – Казань, 2022. – С. 449 – 451.

7. Гайдай, Н. К. Технологическая схема переработки золошлаковых отходов для повышения экологичности генерации энергии на магаданской ТЭЦ / Н. К. Гайдай, М. А. Кузьменков, Л. В. Шипунов // Стратегия современного научно-технологического развития: Проблемы и перспективы реализации : сб. ст. III Всерос. науч.-практ. конф. (Петрозаводск, 29 ноября 2021 г.). – Петрозаводск, 2021. – С. 27 – 33. doi: 10.46916/01122021-1-978-5-00174-388-0

8. Лаврик, Н. А. Опытно-промышленные исследования технологии переработки золошлаковых отходов приморской ГРЭС / Н. А. Лаврик, Г. П. Пономарчук, Т. С. Банщикова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № S4. – С. 367 – 376.

9. Игумина, В. А. Анализ способов утилизации золошлаковых отходов / В. А. Игумина, А. Е. Карючина, А. С. Ровенских // Исследования молодых ученых : материалы VI Междунар. науч. конф. (Казань, 20–23 января 2020 г.). – Казань, 2020. – С. 21 – 24.

10. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве / Н. И. Ватин, Д. В. Петросов [и др.] // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 4. – С. 16 – 21.

11. Кожакан, А. К. Научно-технологический анализ вторичной переработки техногенных отходов энергетики и горно-химических предприятий / А. К. Кожакан // Молодой ученый. – 2009. – № 12. – С. 54 – 57.

12. Умбетова, Ш. М. Техногенные отходы предприятий энергетики и пути их вторичной переработки / Ш. М. Умбетова. – Текст : электрон. – URL : https://kap.kz/custom/wysiwyg/image/file/20191107/20191107151124_50634.pdf (дата обращения: 10.10.2024)

13. Делицын, Л. М. Возможные технологии утилизации золы / Л. М. Делицын, Ю. В. Рябов, А. С. Власов // Энергосбережение. – 2014. – № 2. – С. 60 – 66.

14. Новая технология переработки кислых золошлаковых отходов ТЭЦ в строительные материалы / Г. И. Овчаренко, Д. И. Гильмияров, А. В. Викторов, Н. А. Фок // Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 10(646). – С. 14 – 19.

15. Evolution of Geopolymer Binders: a Review / M. F. Nuruddin, A. B. Malkawi, A. Fauzi, B. S. Mohammed, H. M. Almattarneh // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 133. – P. 012052.

16. Environmental Progress & Sustainable Energy / M. Kanuchova, L. Kozakova, M. Drabova, M. Sisol, A. Estokova, J. Kanuch & J. Skvarla. – 2015. – Vol. 34(3). – P. 841 – 849.

17. Jaarsveld, J. G. S. The effect of composition and temperature on the properties of fly ash and kaolinite-based geopolymers / J. G. S. Jaarsveld, J. S. J. Deventer, G. C. Lukey // Chemical Engineering Journal. – 2002. – Vol. 89, Iss. 1–3. – P. 63 – 73.

18. Анализ перспективности применения золы-уноса в технологии геополимеров / М. О. Коровкин, В. М. Володин, Н. А. Ерошкина, М. Ю. Чамурлиев, И. Ю. Лавров // Молодежный научный вестник. – 2017. – С. 70 – 78.

19. Ерошкина, Н. А. Ресурсосберегающие технологии геополимерных вяжущих и бетонов на основе отходов добычи и переработки магматических горных пород: монография / Н. А. Ерошкина, М. О. Коровкин. – Пенза : ПГУАС, 2013. – 152 с.

20. Матвеев, Е. А. Получение геополимерного (бесцементного) вяжущего на основе продуктов переработки ЗШО от угольных ТЭС / Е. А. Матвеев, Н. Д. Кулаков, А. В. Таскин // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2022. – № 1. – С. 211 – 213.

References

1. Eroshkina N.A., Korovkin M.O., Loganina V.I., Poluboyarinov P.A. [Study of the properties of concrete based on composite geopolymer binder that determine its durability], *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research], 2015, no. 3, pp. 58-62. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Davidovits J. *Geopolymer Chemistry and Applications*, 4th ed. Saint Quentin, GeopolymerInstitute, 2015, 644 p.
3. Mackenzie K., Welter M. Geopolymer (aluminosilicate) composites: synthesis, properties and applications, *Advances in Ceramic Matrix Composites*, 2014, pp. 445-470. doi: 10.1533/9780857098825.3.445
4. Kuenzel C., Vandeperre L.J., Donatello S., Boccacini A.R., Cheeseman C. Ambient Temperature Drying Shrinkage and Cracking in Metakaolin-Based Geopolymers, *Journal of the American Ceramic Society*, 2012, vol. 95, no. 10, pp. 3270-3277. doi: 10.1111/j.1551-2916.2012.05380.x
5. Perera D., Uchida O., Vance E., Finnie K. Influence of curing schedule on the integrity of geopolymers, *Journal of Materials Science*, 2007, vol. 42(9), pp. 3099-3106. doi: 10.1007/s10853-006-0533-6
6. Grib Yu.A.; Abdullazyanov E.Yu. (Ed.). *XXV Vseros. aspirantsko-magisterskiy nauch. seminar, posvyashchennyy Dnyu energetika: materialy konf.* [XXV All-Russian postgraduate and master's scientific seminar dedicated to the Day of Power Engineer: conference materials], In 3 vols. (Kazan, December 7-8, 2021), vol. 1, Kazan', 2022, pp. 449-451. (In Russ.)
7. Gayday N.K., Kuz'menkov M.A., Shipunov L.V. *Strategiya sovremennogo nauchno-tehnologicheskogo razvitiya: Problemy i perspektivy realizatsii: sb. st. III Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Strategy of modern scientific and technological development: Problems and prospects of implementation: collection of articles. III All-Russian. scientific-practical. conf.] (Petrozavodsk, November 29, 2021), Petrozavodsk, 2021, pp. 27-33. doi: 10.46916/01122021-1-978-5-00174-388-0 (In Russ.)
8. Lavrik N.A., Ponomarchuk G.P., Banshchikova T.S. [Pilot-industrial studies of the technology for processing ash and slag waste of the Primorskaya GRES], *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* [Mining Information and Analytical Bulletin], 2009, no. S4, pp. 367-376. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Igumina V.A., Karyuchina A.Ye., Rovenskikh A.S. *Issledovaniya molodykh uchenykh: materialy VI Mezhdunar. nauch. konf.* [Research of young scientists: Proc. VI Intern. scientific conf.], (Kazan, January 20-23, 2020), Kazan, 2020, pp. 21-24. (In Russ.)
10. Vatin N.I., Petrosov D.V. [et al.], [Use of ash and ash and slag waste in construction], *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal* [Engineering and construction journal], 2011, no. 4, pp. 16-21. (In Russ., abstract in Eng.)
11. Kozhakhan A.K. [Scientific and technological analysis of secondary processing of technogenic waste of energy and mining and chemical enterprises], *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2009, no. 12, pp. 54-57. (In Russ., abstract in Eng.)
12. available at: https://kap.kz/custom/wysiwyg/image/file/20191107/20191107151124_50634.pdf (accessed 10 October 2024)
13. Delitsyn L.M., Ryabov Yu.V., Vlasov A.S. [Possible technologies for ash utilization], *Energoberezheniye* [Energy saving], 2014, no. 2, pp. 60-66. (In Russ., abstract in Eng.)

14. Ovcharenko G.I., Gil'miyarov D.I., Viktorov A.V., Fok N.A. [New technology for processing acidic ash and slag waste of thermal power plants into building materials], *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo* [News of universities. Construction], 2012, no. 10(646), pp. 14-19. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Nuruddin M.F., Malkawi A.B., Fauzi A., Mohammed B.S., Almattarneh H.M.. Evolution of geopolimer binders: a review, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2016, vol. 133, pp. 012052.
16. Kanuchova M., Kozakova L., Drabova M., Sisol M., Estokova A., Kanuch J., Skvarla J. Environmental progress & sustainable energy, 2015, vol. 34(3), pp. 841-849.
17. Jaarsveld J.G.S., Deventer J.S.J., Lukey G.C. The effect of composition and temperature on the properties of fly ash and kaolinite-based geopolymers, *Chemical Engineering Journal*, 2002, vol. 89, Iss. 1-3, pp. 63-73.
18. Korovkin M.O., Volodin V.M., Yeroshkina N.A., Chamurliyev M.Yu., Lavrov I.Yu. [Analysis of the Prospects of Using Fly Ash in Geopolymer Technology], *Molodezhnyy nauchnyy vestnik* [Youth Scientific Bulletin], 2017, pp. 70-78. (In Russ., abstract in Eng.)
19. Yeroshkina N.A., Korovkin M.O. *Resursosberegayushchiye tekhnologii geopolimernykh vyazhu-shchikh i betonov na osnove otkhodov dobychi i pererabotki magmaticheskikh gornykh porod: monografiya* [Resource-saving technologies of geopolymer binders and concretes based on waste from the extraction and processing of igneous rocks: monograph], Penza: PGUAS, 2013, 152 p. (In Russ.)
20. Matveyev Ye.A., Kulakov N.D., Taskin A.V. [Obtaining a geopolymer (cement-free) binder based on the processing products of ash and slag from coal-fired thermal power plants], *Molodyye uchenyye – razvitiyu Natsional'noy tekhnologicheskoy initsiativy (POISK)* [Young scientists – for the development of the National Technological Initiative (POISK)], 2022, no. 1, pp. 211-213. (In Russ., abstract in Eng.)

Promising Technologies for Processing Ash and Slag Waste into Geopolymers

**P. G. Kozlov, R. S. Fediuk, A. V. Taskin,
D. R. Fedotov, I. A. Vykhodtsev, G. R. Fediuk**

*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia;
Branch of the Federal State Budgetary Institution "TsNIIP Ministry
of Construction of Russia" Far Eastern Research, Design
and Technological Institute for Construction, Vladivostok, Russia*

Keywords: concrete; geopolymers; ash and slag waste; testing; building materials; ecology.

Abstract: Thanks to the improvement of ash and slag processing processes, new opportunities for efficient and environmentally friendly production are opening up. The first direction is the production of chemicals: vanadium, titanium dioxide, and gold. The second direction is application in the construction industry: production of cinder blocks, bricks and building mixes; production of swimming equipment, signal buoys, life jackets; production of alumina bricks; foam. A hypothesis has been put forward and tested on the creation of a geopolymer binder based on the process of activating aluminosilicates obtained from ash and slag with alkali solutions.

© П. Г. Козлов, Р. С. Федюк, А. В. Таскин,
Д. Р. Федотов, И. А. Выходцев, Г. Р. Федюк, 2024

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННЫХ МЕТОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Д. Н. Коновалов, И. В. Хорохорина,
О. С. Филимонова, С. И. Лазарев**

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

Ключевые слова: гальваническое производство; очистка сточных вод; электромембранные методы; эколого-экономическая оценка.

Аннотация: Предложена модернизированная технологическая схема комплексных очистных сооружений на этапе обезвреживания сточных промывных вод гальванических линий с применением электронанофильтрации и нанофильтрации, а также обезвреживания концентрированных стоков. Рассмотрен этап обезвреживания сточных промывных вод. Проведена эколого-экономическая оценка внедрения электробаромембранных технологий в систему очистки сточных вод гальванических предприятий на примере АО «Тамбовмаш» традиционными реагентными методами и при внедрении мембранного оборудования. Рассчитан срок окупаемости проекта.

Введение

Интенсивное развитие промышленного производства оказывает все более возрастающую нагрузку на окружающую среду и здоровье человека. Гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения из-за большого количества образующихся сточных вод, содержащих высокие концентрации тяжелых металлов (меди, железа, никеля, кадмия, хрома, алюминия, свинца, цинка и др.), которые не поддаются биологическому разложению. В биотопах каждый тяжелый металл играет свою роль, проявляя токсическое действие, и аккумулируется в пищевых цепях, вызывая неизбежный ущерб [1].

Коновалов Дмитрий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»; Хорохорина Ирина Владимировна – доктор технических наук, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды»; Филимонова Ольга Сергеевна – старший преподаватель кафедры «Природопользование и защита окружающей среды»; аспирант кафедры «Механика и инженерная графика», e-mail: nauka2613@mail.ru; Лазарев Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Механика и инженерная графика», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

Поэтому в условиях стремительной глобальной индустриализации постоянно предпринимаются меры по совершенствованию цикла использования воды и защите водных ресурсов. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 13.06.2023) «О водоснабжении и водоотведении» устанавливает требования к составу и свойствам сточных вод, сбрасываемых в водные объекты организациями, осуществляющими водоотведение, которые определяются в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также комплекса правовых норм, определяющих правовой режим водных ресурсов страны, порядок их использования и охраны [2].

Совершенствование методов очистки сточных вод промышленных предприятий необходимо не только для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, но и для сокращения потребления чистой воды из природных источников. В некоторых случаях традиционные методы очистки неэффективны из-за стойкой природы присутствующих загрязняющих веществ. Поэтому современной альтернативой внедрения малоотходных технологий на промышленных предприятиях являются электрохимическая обработка и мембранные методы очистки [3, 4].

Цель исследования – эколого-экономическая оценка внедрения электробаромембранных технологий в систему очистки сточных вод гальванических предприятий.

Проведен сравнительный расчет очистки сточных вод гальванического цеха АО «Тамбовмаш» традиционными реагентными методами и при внедрении мембранного оборудования. Завод «Тамбовмаш», не имея собственных технологических линий для очистки сточных вод, содержащих гальванические и органические примеси, отправляет свои стоки для нейтрализации на АО «Пигмент», за что осуществляет оплату в размере 561 р. за тонну сточных вод.

Разработанное мембранное оборудование позволило бы не только утилизировать собственные жидкие отходы, но и использовать очищенную воду для хозяйственных нужд, тем самым осуществляя замкнутый цикл водоснабжения.

Этап обезвреживания сточных промывных вод

На рисунке 1 представлен модернизированный фрагмент технологической схемы комплексных очистных сооружений с установкой приготовления деминерализованной воды КОС-65 [5] на этапе обезвреживания сточных промывных вод гальванических линий с применением электронанофильтрации и нанофильтрации, а также обезвреживания концентрированных стоков.

В процессе обезвреживания промывных сточных вод происходит окисление, восстановление и нейтрализация стоков. После этого промывная вода поступает в накопительную емкость 1 на электробаромембранное и баромембранное разделение.

При достижении среднего уровня в емкости 6, которая соединяется с емкостью 2, как сообщающиеся сосуды, при включенной кнопке на панели управления включается установка электронанофильтрации 3, на которой

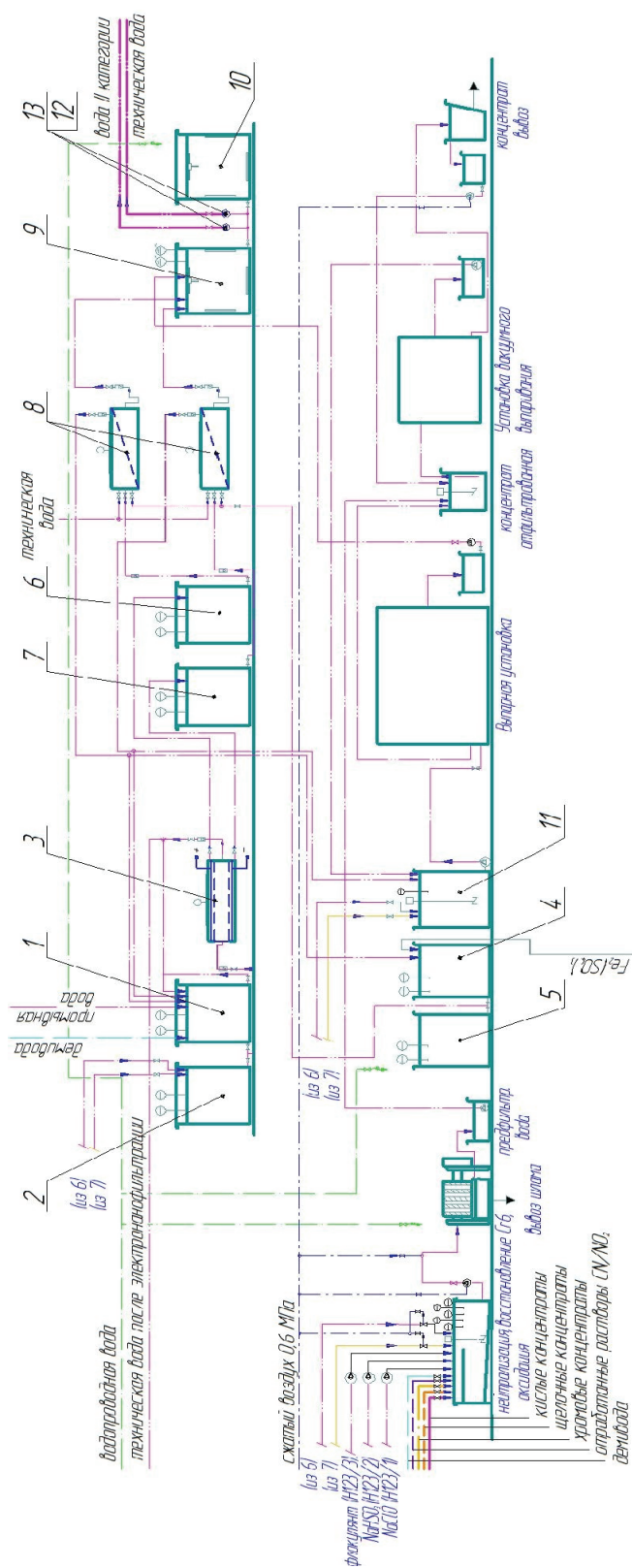


Рис. 1. Модернизированный фрагмент технологической схемы комплексных очистных сооружений с установкой приготовления деминерализованной воды КОС-65 на этапе обезвреживания сточных промывных вод гальванических линий с применением электронанофильтрации и нанофильтрации

проходит электробаромембранное разделение. Установка электронанофильтрации 3 имеет один контур обработки, который снабжен своим повысительным насосом. Ретентат поступает в емкость 1, а также в накопительную емкость для технической воды после электронанофильтрации (на рис. 1 не показана), откуда повторно используется в производственном цикле. Прианодный и прикатодный пермеат накапливается соответственно в емкостях 6 и 7. При отсутствии нижнего уровня в емкости 2 или наличии верхнего уровня в емкостях 1 и 4, а также 6 и 7, установка электронанофильтрации 3 отключается.

При достижении среднего уровня в емкостях 6 и 7 и при включенной кнопке на панели управления включается установка нанофильтрации 8, в которую входят два независимых контура обработки и один общий контур промывки. Каждый контур обработки снабжен своим повысительным насосом. Два контура обрабатывают прианодный и прикатодный пермеат установки электронанофильтрации 3 из емкостей 6 и 7 соответственно и ретентат после нанофильтрации из емкостей 4 и 5.

Пермеат двух контуров установки нанофильтрации 8 поступает в накопительные емкости 9 и 10, которые соединены между собой как сообщающиеся сосуды, а ретентат в емкости 1, 4 и 11. Таким образом, создается рецикл. Работа насосов блокируется при наличии верхнего уровня в емкостях 9 и 10, а также отсутствии нижнего уровня в емкостях 6 и 7.

Ретентат обоих контуров установки нанофильтрации 8 разделяется на два потока. Первый поток поступает в емкость 1, а второй возвращается в емкости 4 и 11 на рецикл. Работа насосов также блокируется при наличии верхнего уровня в емкостях 9 и 10, а также отсутствии нижнего уровня в емкостях 6 и 7.

При наличии нижнего уровня в емкости 9 и включенной кнопке на панели управления, автоматически включается насос 12, который пополняет емкость накопления воды II категории (на рис. 1 не показана) до верхнего уровня обессоленным пермеатом из емкостей 9 и 10. При наличии верхнего уровня в емкости накопления воды II категории или при отсутствии нижнего уровня в емкости 8 насос 12 отключается.

При наличии нижнего уровня в емкости 9 и включенной кнопке насоса 13 на панели управления, он автоматически включается, пополняя емкость накопления технической воды (на рис. 1 не показана) до верхнего уровня обессоленным пермеатом из емкостей 9 и 10 на последующую деминерализацию. При наличии верхнего уровня в емкости накопления технической воды или при отсутствии нижнего уровня в емкости 9 насос 13 отключается. Далее обработка проводится на этапе приготовления деминерализованной воды.

Сконцентрированный раствор методами электробаромембранного и баромембранного разделения накапливается в емкости 11, снабженной мешалкой и рН-метром, в которую при необходимости осуществляется подача прианодного (кислого) или прикатодного (щелочного) пермеата из емкостей 6 и 7 соответственно для поддержания необходимого $\text{pH} = 6,5 \dots 8,5$. Также величина рН контролируется в емкостях 1 и 2, при необ-

ходимости осуществляется подача прианодного (кислого) или прикатодного (щелочного) пермеата из емкостей 6 и 7 соответственно для поддержания необходимого рабочего диапазона $pH = 2 \dots 12$ для нанофильтрационных мембран.

Эколого-экономический расчет

Для проведения оценки экономической эффективности разработанной инженерной схемы очистки сточных вод АО «Тамбовмаш» проведены следующие расчеты (на основе данных по заводу и полученных результатов по сорбционным параметрам мембранных процессов в производстве разделения промышленных растворов).

Стоимость утилизации сточных вод по данным завода составляет 561 р./т. Объем технологических растворов предприятия $18\,780\text{ м}^3/\text{год}$ или $1\,565\text{ т/месяц} = 1\,878\text{ т/месяц}$ (оборудование нужно 85 т/сут. , берем с запасом) с учетом коэффициента перевода для шламов (1,2).

Рабочий режим предприятия: 5 дней в неделю по 8 часов, 1 смена, 22 рабочих дня в месяц.

Цена очистных сооружений, модернизированных мембранными модулями, производительностью $100\text{ м}^3/\text{сут.}$ ($4\text{ м}^3/\text{ч} - 450\,000$) [6], а также монтажных и пуско-наладочных работ, включая подготовку обслуживающего оборудование персонала в ценах на 2023 г. составит примерно 6,9 млн р.

Расчет затрат на очистку сточных вод АО «Тамбовмаш» при электробаромембранной технологии (в ценах 2023 г.):

1. Среднемесячные затраты на реагенты с учетом объема отработанных технологических растворов предприятия и стоимости реагентов, используемых на 1 т, составят

$$З_p = 1\,565\text{ т} \cdot 64\text{ р.} = 100\,160\text{ р.}$$

2. Расходы на оплату электроэнергии в одну смену и за месяц работы предприятия (стоимость 1 кВт по Тамбовской области для предприятий – 8,3 р.) соответственно:

$$\begin{aligned} P_{эл} &= (4 \cdot 40\text{ кВт/ч} \cdot 8\text{ ч} + 2 \cdot 65\text{ кВт/ч} \cdot 8\text{ ч}) \cdot 8,3\text{ р.} = \\ &= (1\,280 + 1\,040) \cdot 8,3\text{ р.} = 19\,256\text{ р.} \end{aligned}$$

$$P_{эл.м} = 19\,256 \cdot 22 = 423\,632\text{ р.}$$

3. Рассчитаем затраты на заработную плату в месяц персонала предприятия, премиальные выплаты, различные страховые производственные выплаты. Для обслуживания электробаромембранных модулей необходим следующий персонал (но так как на предприятии есть такой штат сотрудников, учтем только доплаты к заработной плате за дополнительную нагрузку):

- аппаратчик (з/п 15 000 р./мес.);
- технолог (оклад 17 000 р./мес.);
- слесарь (оклад 15 000 р./мес.);
- лаборант (17 000 р./мес.).

Суммарные затраты по данной статье расходов составят

$$З_{\text{сум}} = (15\,000 \cdot 1 + 17\,000 \cdot 1 + 15\,000 \cdot 1 + 17\,000 \cdot 1) \cdot 1,34^1 = 85\,760 \text{ р.}$$

4. Годовое обслуживание одной промышленной нанофльтрационной установки по данным изготовителя-поставщика (включая химпромывку) – от 20 000 р, число модулей в технологической схеме – 3:

$$О_{\text{м}} = 60\,000 \text{ р./12 мес.} = 5\,000 \text{ р.}$$

5. Рассчитаем амортизационные расходы в месяц при сроке окупаемости в 10 лет, где 6 900 000 р. – первоначальная стоимость объекта на начало года:

$$AP = 6\,900\,000 / 10 \text{ лет/12 мес.} = 57\,500 \text{ р.}$$

6. Рассчитаем себестоимость очистки всего объема отработанных технологических растворов в месяц

$$C = 100\,160 + 423\,632 + 85\,760 + 5\,000 + 57\,500 = 672\,052 \text{ р./мес,}$$

соответственно на 1 т она составит 430 р.

Сводные данные расчета затрат на очистку сточных вод представлены в табл. 1.

При внедрении на предприятие технологической схемы с использованием мембранного оборудования снижение себестоимости очистки 1 т сточных вод составит $561 - 430 = 131$ р. Сравнительная оценка традиционной и электробаромембранной технологий очистки технологических растворов на АО «Тамбовмаш» приведена в табл. 2.

Разработанное баромембранное и электробаромембранное оборудование предложено на АО «Тамбовмаш» для концентрирования растворов, содержащих катионы металлов. При разделении технологических растворов на электробаромембранном оборудовании образуется два потока: подкисленный и подщелоченный пермеат. Эти жидкости можно использовать в качестве реагентов для нейтрализации сточных вод в усреднительной емкости, тем самым снижая себестоимость очистки 1 т жидких отходов.

Таблица 1

**Расчет затрат на очистку сточных вод АО «Тамбовмаш»
при использовании электробаромембранной технологии**

Издержки	Затраты на очистку 1 т, р.	Затраты на очистку в месяц, р.
Реагенты	64	100 160
Энергоносители	270	423 632
Зарплата персонала	102	160 800
Обслуживание электробаромембранного модуля	4	5 000
Амортизация	21	33 333
Себестоимость	430	672 052

¹ Тарифы страховых взносов в 2023 г.: пенсионное страхование – 22 %; социальное страхование – 2,9 %; медицинское страхование – 5,1 %; страхование от несчастных случаев на производстве – 0,4 % (класс предприятия – 3).

Таблица 2

Сравнительная оценка традиционной и электробаромембранной технологий очистки технологических растворов на АО «Тамбовмаш»

Показатели	Технология очистки	
	существующая	предлагаемая
Объем сточных вод в месяц, т	1 565	1 565
Капитальные затраты	0	6 900 000
Эксплуатационные затраты на 1 т сточных вод, р.	561	430
Экономический эффект от внедрения новой технологии, р.: на 1 т сточных вод на месячный объем сточных вод	0	131 672 052

Отходы на АО «Тамбовмаш» относятся ко II классу опасности, по которым норматив платы за размещение отходов производства и потребления установлен 2 507 р./т (2023 г.). Сумма за размещение отходов определяется по их классу опасности.

Размещение отходов может проводиться как в пределах установленного лимита, так и сверх него, в связи с чем порядок расчета платы будет отличаться:

– в пределах установленного лимита

$$П = С \cdot М \cdot 2 \cdot 7,42, \tag{1}$$

где С – ставка оплаты за вывоз 1 т (1 м³) отходов; М – масса (объем) отходов к вывозу, т (м³); 2 – почвенный коэффициент; 7,42 – коэффициент инфляции в 2023 г.

В результате деятельности АО «Тамбовмаш» в месяц образуется примерно 1500 т сточных вод II класса опасности в границах лимита.

Рассчитаем плату за сброс сточных вод в канализацию [7]

$$П_{ст} = К \cdot Т \cdot Q, \tag{2}$$

где К – коэффициент компенсации (5, 10 или 25); Т – тариф на водоотведение, р./м³; Q – объем сточных вод, м³.

$$П_{ст} = 5 \cdot 32,94 \cdot 1500 \text{ м}^3 \cdot 12 \text{ мес.} = 2\,964\,600 \text{ р./г.}$$

Данную сумму можно считать экономической выгодой при внедрении технологической схемы, модернизированной мембранным оборудованием.

Доход:

$$10\,535\,580 \text{ р./г. (за утилизацию на АО «Пигмент») } - 8\,075\,400 \text{ р./г. (при самостоятельной очистке) } = 2\,460\,180 \text{ р./г.}$$

Зная, что с помощью мембранного оборудования можно вернуть в оборотный цикл около 50 % использованной воды, рассчитаем дополнительную прибыль (ДП) от внедрения мембранного оборудования

Таблица 3

Результаты экономического расчета базового и проектного вариантов

Технико-экономические показатели	Затраты на очистку 1 т, р.		Затраты на весь объем, р.	Изменение величины
	существующие	предлагаемые		
Себестоимость	561	430	10 535 580	2 460 180
Прибыль от использования оборотного водоснабжения	–			309 306
Плата за размещение отходов (экологический эффект), р./г.	10 535 580	8 075 400	–	2 460 180
Экономический эффект, р.	–			2 769 486
Срок окупаемости, лет	–			2,5

$$\text{ДП} = 18\,780\text{ т/2} \cdot 32,94\text{ р.} = 309\,306\text{ р./г.}$$

Экономический эффект в год

$$\text{Э}_Г = 2\,460\,180\text{ р.} + 309\,306\text{ р.} = 2\,769\,486\text{ р.}$$

Денежный поток будет равен экономическому эффекту.

Рассчитаем срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{\text{окуп}} = \frac{TK_{\text{доп}}}{\sum_{i=1}^T \text{ДП} \frac{1}{(1+E)^i}}, \tag{3}$$

где E – норма дисконта, %; T – число шагов расчета.

Тогда

$$T_{\text{окуп}} = 6\,900\,000 / 2\,769\,486 \approx 2,5.$$

Результаты экономического расчета базового и проектного вариантов представлены в табл. 3.

Заключение

Предложена технологическая схема комплексных очистных сооружений с установкой приготовления деминерализованной воды КОС-65. После обезвреживания сточных промывных вод гальванических линий поток поступает на электробаромембранное и баромембранное разделение, что позволяет осуществлять замкнутый цикл водоснабжения на производстве. Дополнительная прибыль от внедрения мембранного оборудования составит 309 306 р./г. Ожидаемый экономический эффект от пред-

ложенной технологической схемы составит 2 769 486 р. в год, экологический – 2 460 180 р. в год. Срок окупаемости составляет 2,5 года, что экономически выгодно.

Работа выполнена в рамках проведения исследований по государственному заданию, проект № FEMU-2024-0011.

Список литературы

1. Asati, A. Effect of Heavy Metals on Plants: An Overview / A. Asati, M. Pichhode, K. Nikhil // *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEEM)*. – 2016. – Vol. 5, No. 3. – P. 56 – 66. doi: 10.13140/RG.2.2.27583.87204
2. О водоснабжении и водоотведении : Федер. закон № 416-ФЗ (ред. от 13.06.2023) от 23 нояб. 2011 г. – Текст : электрон. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/?ysclid=lyigmytbwr424820999 (дата обращения: 12.07.2024).
3. Хорохорина, И. В. Расчет эколого-экономической эффективности применения электробаромембранного метода разделения технологических растворов металлообрабатывающих производств / И. В. Хорохорина, С. И. Лазарев, М. И. Михайлин // *Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент : материалы XII Междунар. науч.-инноват. молодежной конф. (Тамбов, 20 – 22 мая 2020 г.)*. – Тамбов, 2020. – С. 138 – 140.
4. Абоносимов, Д. О. Применение мембранных технологий в очистке сточных вод гальванопроизводств / Д. О. Абоносимов, С. И. Лазарев // *Вест. Тамб. гос. техн. ун-та*. – 2014. – Т. 20, № 2. – С. 306 – 313.
5. Комплексные очистные сооружения с установкой приготовления деминерализованной воды КОС-65. Руководство по эксплуатации. – Тамбов : АО «ТАГАТ» им. С.И. Лившица, 2018. – 35 с.
6. Промышленные установки нанофильтрации «НФС» от 0,25 до 100 м³/ч. – Текст : электрон. – URL : <https://bizorg.su/sistemy-ochistki-vody-r/p2767241-promyshlennyye-ustanovki-nanofilytratsii-nfs-ot-0-25-do-100-m3-ch> (дата обращения: 12.07.2024).
7. Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 29.07.2013 №644 (ред. от 28.11.2023). – Текст : электрон. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_150474-2e39e0940ecff2c71eb8065e12f3427841ed3548/ (дата обращения: 12.07.2024).

References

1. Asati A., Pichhode M., Nikhil K. Effect of Heavy Metals on Plants: An Overview, *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEEM)*, 2016, vol. 5, no. 3, pp. 56-66. doi: 10.13140/RG.2.2.27583.87204
2. available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/?ysclid=lyigmytbwr424820999 (accessed 12 July 2024).
3. Khorokhorina I.V., Lazarev S.I., Mikhaylin M.I. *Sovremennyye tverdogaznyye tekhnologii: teoriya, praktika i innovatsionnyy menedzhment: materialy XII Mezhdunar. nauch.-innovats. molodezhnoy konf.* [Modern solid-phase technologies: theory, practice and innovative management: Materials of the XII International Scientific and Innovative Youth Conference] (Tambov, 20-22 May 2020), Tambov, 2020, pp. 138-140. (In Russ.)
4. Abonosimov D.O., Lazarev S.I. [Application of membrane technologies in wastewater treatment of galvanic production], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2014, vol. 20, no. 2, pp. 306-313. (In Russ., abstract in Eng.)

5. [Complex sewage treatment plants with the installation of demineralized water preparation KOS-65. User manual], Tambov: S.I. Livshits TAGAT JSC, 2018. 35 p. (In Russ.)

6. available at: <https://bizorg.su/sistemy-ochistki-vody-r/p2767241-promyshlennyye-ustanovki-nanofilytratsii-nfs-ot-0-25-do-100-m3-ch> (accessed 12 July 2024).

7. available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_150474/2e39e0940ecff2c71eb8065e12f3427841ed3548/ (accessed 12 July 2024).

Ecological and Economic Assessment of the Use of Electrobaromembrane Methods in the Technology of Wastewater Treatment of Electroplating Enterprises

D. N. Konovalov, I. V. Khrokhорina, O. S. Filimonova, S. I. Lazarev

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: galvanic production; wastewater treatment; electro-membrane methods; environmental and economic assessment.

Abstract: The paper proposes an improved technology of complex wastewater treatment plants at the stage of neutralization of wastewater from galvanic lines using electronanofiltration and nanofiltration, as well as neutralization of concentrated wastewater. The stage of wastewater treatment of washing waters is considered. An environmental and economic assessment of the introduction of electric pressure membrane technologies into the wastewater treatment system of galvanic enterprises was carried out at JSC Tambovmash using traditional reagent methods and with the introduction of membrane equipment. The payback period of the project has been calculated.

© Д. Н. Коновалов, И. В. Хорохорина,
О. С. Филимонова, С. И. Лазарев, 2024

К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭКОЛОГИИ НА ОБЪЕКТЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

А. С. Сидоренко, Н. В. Силин

*ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
Владивосток, Россия*

Ключевые слова: высоковольтное оборудование; высокочастотные электромагнитные поля; электромагнитная обстановка, электрическая подстанция.

Аннотация: Рассмотрены вопросы электромагнитной экологии на объекте электроэнергетики, где расположено высоковольтное оборудование. Приведена информация о нормативных документах, регулирующих электромагнитную обстановку, указаны наиболее мощные источники электромагнитного поля на электрической подстанции. Разработана методика расчетного определения пространственного и амплитудного распределений электромагнитных полей. Выполнено компьютерное моделирование пространственного и частотного распределений электромагнитного поля вблизи силового автотрансформатора 500 кВ. Показано, что вопросы электромагнитной экологии на объектах электроэнергетики целесообразно решать на стадии проектирования с учетом мощности и интенсивности возможных источников.

Введение

Электромагнитная обстановка на объектах энергетики характеризуется высокими значениями напряженности электрического и магнитного полей в широком диапазоне частот как в штатных режимах, так и при протекании нестационарных процессов. Высокочастотные электромагнитные поля в окружающем пространстве создаются источниками, излучение которых не предусмотрено их функциональным назначением, а также источниками естественного происхождения. При стационарных режимах напряженности электромагнитных полей вблизи высоковольтного оборудования могут превосходить разрешенные с точки зрения экологического воздействия на биологические объекты значения. При нестационарных режимах работы, таких как переходные процессы, грозовые разряды, короткие замыкания, значения величин напряженностей могут увеличиваться в разы.

Сидоренко Андрей Сергеевич – аспирант департамента энергетических систем, e-mail: sidorenko.aser@dvfu.ru; Силин Николай Витальевич – доктор технических наук, доцент департамента энергетических систем, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

Таким образом, в один и тот же момент времени на подстанции могут существовать поля от нескольких мощных источников, что обуславливает необходимость проведения исследований по оценке влияния электромагнитных полей как на работу радиоэлектронных средств, так и на биологические объекты, в том числе на человека.

В последние десятилетия количество устройств, излучающих электромагнитные поля (ЭМП) значительно возросло. Рост уровней электрических и магнитных полей, а также мощности потоков электромагнитного излучения обусловили введение соответствующих понятий и определений. Термин «электромагнитная экология» приобрел значительную важность наравне с медико-биологической и инженерной экологией. Сформировался новый параметр загрязнения окружающей среды – электромагнитные поля техногенного происхождения [1].

Значимость вопросов обеспечения экологической безопасности нашла подтверждение в разработанных в 2000 году положениях о технической политике Россетей [2]. Согласно п. 4.4.3 деятельность энергоснабжающих предприятий должна:

- обеспечивать функционирование и постоянное улучшение системы экологического менеджмента, соответствующей требованиям ГОСТ Р ИСО 14001 [3];

- обеспечивать учет негативного воздействия на окружающую среду, совершенствование системы производственного экологического контроля и применение предупредительных мер по снижению негативного воздействия.

Вышеприведенные требования подтверждают важность и актуальность тщательного контроля и анализа электромагнитной обстановки (ЭМО) на электроэнергетических объектах. Как показывает практика, данные исследования особенно актуальны для электрических станций и подстанций, в состав которых входят трансформаторное оборудование напряжением 110 кВ и выше.

Для выполнения данных требований на действующих объектах электроэнергетики систематически проводятся измерения уровней напряженностей электрических и магнитных полей промышленной частоты. Электромагнитная обстановка на объекте электроэнергетики должна соответствовать нормам СанПиН 1.2.3685-21 [4]. Результаты замеров позволяют оценить ЭМО на объекте и соответствие ее показателей нормам. В результате формируются рекомендации по пребыванию персонала в зонах повышенных значений напряженностей полей.

Получение информации об уровнях напряженностей электромагнитных полей в различных частотных диапазонах, определение пространственного расположения мощных источников электромагнитных полей при нестационарных режимах, направлений распространения наиболее мощных потоков излучения позволяют планировать мероприятия, направленные на улучшение экологической обстановки, такие как:

- смягчение или предотвращение неблагоприятных воздействий на экологию с целью защиты окружающей среды;

- уменьшение негативных воздействий условий окружающей среды на организацию (системного оператора).

Такие мероприятия могут быть учтены при проектировании новых и модернизации существующих электроэнергетических объектов.

Цель исследования – разработка методики анализа электромагнитной обстановки на объекте энергетики с мощными, экологически опасными источниками электромагнитных излучений (ЭМИ).

Разработка методики анализа ЭМП

Разработка мер по защите от электромагнитного влияния обслуживающего персонала зависит от расположения высоковольтного оборудования на энергетическом объекте. Для решения данного вопроса необходимо определять распределения электромагнитных полей и в первую очередь определение направлений, в которых наиболее вероятно распространение мощных ЭМИ. Распределение полей зависит от многих факторов, в том числе от размеров конструктивных элементов оборудования.

Несмотря на типовой характер расположения оборудования на подстанции (ПС), решение комплексной задачи распределения полей для всей системы целесообразно индивидуализировать с рассмотрением как предсказуемых, так и непредсказуемых ситуаций.

Сотрудники энергетических компаний систематически проводят измерения напряженностей электромагнитных полей на объектах электроэнергетики, однако и эти эксперименты не позволяют достаточно точно определить местоположение источника, направления распространения наиболее мощных потоков электромагнитной энергии. Результаты обследования ЭМО должны содержать пространственную, амплитудную и частотную выборки сигналов. Решения, направленные на обеспечение экологической безопасности, опираются на нормативные документы, в частности, на СанПиН 1.2.3685-21, в котором приведена информация о допустимых уровнях электромагнитных полей в широком диапазоне частот, например, таких как напряженность электрического поля 30...300 МГц – 10 В/м; напряженность магнитного поля 0,03...3,00 МГц – 5 А/м. Наиболее мощными источниками ЭМИ в указанных диапазонах частот являются: трансформаторное оборудование, радиовещание, удары молнии с амплитудой 50...200 кА в частотном диапазоне $10^3 \dots 5 \cdot 10^6$ Гц, коммутации и короткие замыкания в распределительных устройствах с амплитудой 1...40 кА в частотном диапазоне $(1 \dots 100) \cdot 10^6$ Гц.

Определение ЭМО, содержащей информацию об уровнях ЭМП, направлениях распространения наиболее мощных потоков ЭМИ и их спектральном составе, представляется довольно сложной, но решаемой задачей. Один из способов ее решения – привлечение аппарата и методов теории антенн. В этом случае каждая единица электроэнергетического оборудования представляется излучающим элементом (антенной). Характеристики каждой антенны можно определить с достаточной степенью точности, что позволяет с помощью уже разработанных программных продуктов выполнить необходимые расчеты. В этом случае возможно представить методику по анализу пространственного и амплитудного распределения ЭМП высоковольтного оборудования, включающую следующие этапы:

- 1) выбор оборудования, работа которого сопровождается наиболее мощным ЭМИ;
- 2) построение излучающей модели выбранного оборудования;
- 3) выбор частотных диапазонов с наиболее мощным ЭМИ;
- 4) анализ пространственного распределения ЭМИ с помощью диаграмм направленности для выбранных частотных диапазонов.

Результаты проведенного исследования

Для апробации приведенной методики выбрана электрическая ПС, на территории которой располагалось оборудование напряжением 500 кВ. Наиболее мощным источником электромагнитных излучений на ПС является силовой автотрансформатор (АТ) (рис. 1, а). Для расчета распределения ЭМП вблизи АТ использована излучающая модель (см. рис. 1, б), построенная в программном комплексе MMANA [5, 6].

Излучающими элементами в конструкции АТ являются высоковольтные вводы, которые в модели представляются в виде вертикальных вибраторов. Высоковольтные вводы на напряжение 500, 220 и 35 кВ являются основными излучающими элементами. На модели эти вводы обозначены цифрами 1, 2 и 3 соответственно (см. рис. 1, б). Кроме того, на модели представлены расширительный бак 4 и шины 5, 6, 7 соответственно на напряжения 500, 220 и 35 кВ. Все высоковольтные вводы расположены на заземленном баке 8 автотрансформатора, но так как они установлены на изоляторах, то контакта с баком не имеют. Бак представлен в виде железного цилиндра с удельной электропроводностью 107 См/м, высотой 4,1 м и диаметром 6 м. Земля представлена кольцом на нулевой высоте с внутренним радиусом 6 м и неограниченным внешним радиусом с удельной электропроводностью $2 \cdot 10^{-3}$ См/м и относительной диэлектрической проницаемостью равной 10. В модели учтены четыре источника сигналов 9: высоковольтные вводы 500 и 220 кВ и два ввода 35 кВ. Ввод номер три напряжением 35 кВ соединен с землей [7].

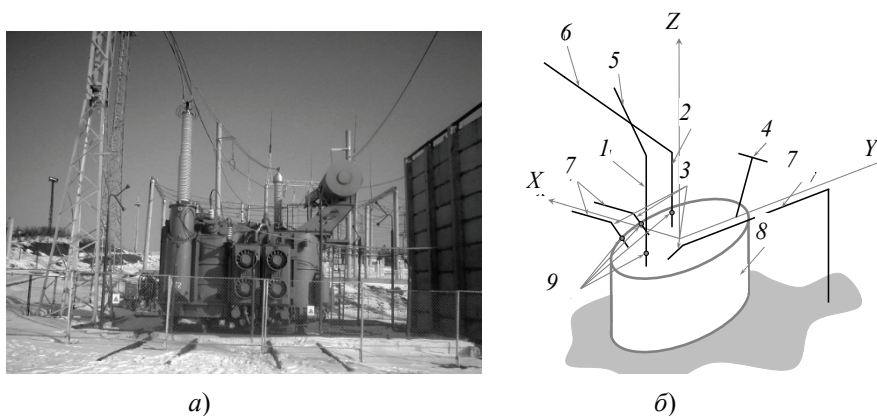


Рис.1. Автотрансформатор АОДЦТН 167000/500/220-У1:
а – фотография объекта; б – излучающая модель

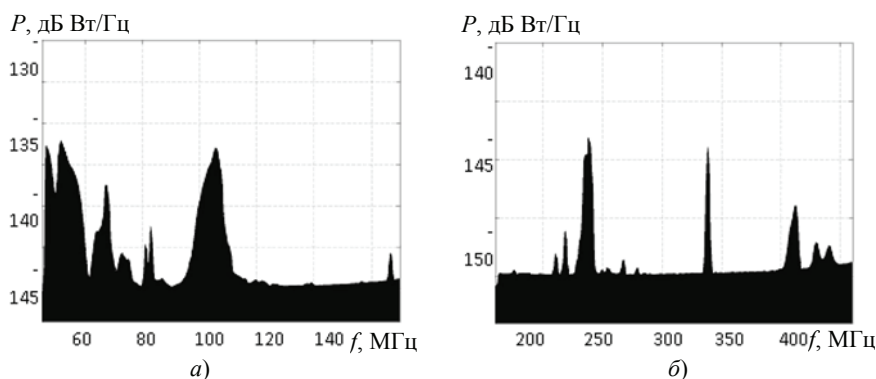


Рис. 2. Спектральные плотности мощности ЭМП АТ, измеренные с угла 210° в диапазонах частот, МГц:
а – 45...170; *б* – 160...460

Согласно методике, после выбора оборудования с наиболее мощным источником ЭМИ осуществляется выбор частотного диапазона, который проводится на основании экспериментальных данных по регистрации спектров собственного ЭМИ вблизи АТ, а также с учетом возможных ЭМИ при нестационарных режимах и разрядах молнии. На рисунке 2 приведены результаты регистрации спектров собственного ЭМИ вблизи силовых АТ 500 кВ [8] с помощью специальных направленных антенн [9]. Приведенные данные позволяют выделить частотные диапазоны с наиболее интенсивным излучением, а именно 45...120 МГц и 220...460 МГц со спектральной плотностью мощности ЭМИ до 10 дБ Вт/Гц.

Пространственное распределение ЭМИ целесообразно исследовать путем построения диаграмм направленности. На рисунке 3 в качестве примера приведены результаты расчета диаграммы направленности с помощью программного продукта MMANA для исследуемого АТ, расположение которого в горизонтальной плоскости на рисунке обозначено схематично.

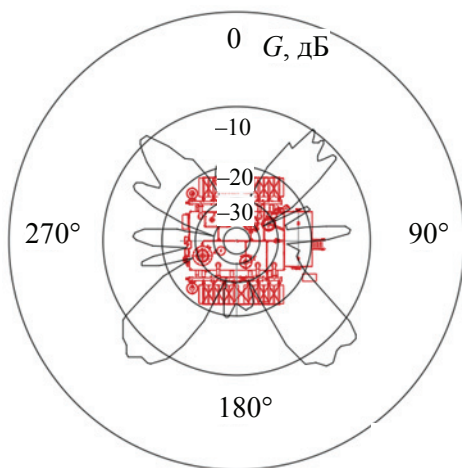


Рис. 3. Относительное распределение ЭМП автотрансформатора в горизонтальной плоскости в диапазоне частот 325...345 МГц

Расчеты приведены для одной из частот 338 МГц, на которой зарегистрировано мощное излучение (см. рис. 2). Из рисунка 3 видно, что мощные потоки ЭМИ следует ожидать по направлениям, соответствующим следующим секторам: $200^\circ \dots 230^\circ$, $110^\circ \dots 130^\circ$, $290^\circ \dots 320^\circ$, $30^\circ \dots 50^\circ$. Для оценки достоверности расчетов проведены экспериментальные исследования распределения ЭМП в секторе от 130° до 230° с шагом 10° .

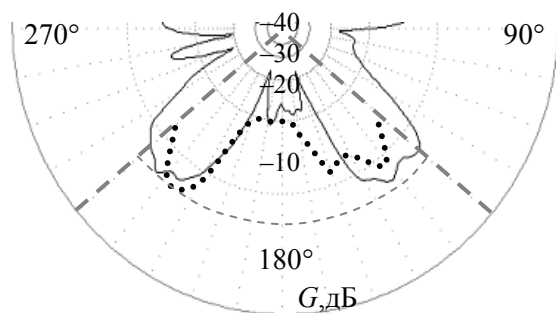


Рис. 4. Сравнение расчетной и измеренной диаграмм распределения ЭМП в горизонтальной плоскости для частоты 338 МГц
(сплошная линия – расчетная диаграмма распределения ЭМП; прерывистая линия – измеренная диаграмма распределения ЭМП)

На рисунке 4 точками обозначены экспериментально полученные данные пространственного распределения ЭМП в секторе от 130° до 210° на частоте 338 МГц. Выбор сектора для проведения экспериментальных исследований обусловлен тем, что в других секторах проводить измерения на данном объекте затруднительно ввиду расположения возле АТ защитных ограждений, вспомогательного электроэнергетического оборудования. Сравнение с расчетными данными (сплошная линия) показывает достаточно хорошее качественное совпадение диаграмм по направлениям распространения ЭМИ в данном секторе.

Заключение

Вопросы электромагнитной экологии на электроэнергетических объектах целесообразно решать на стадии проектирования объектов с учетом мощности и расположения оборудования, интенсивности возможных нестационарных процессов.

Представление каждой единицы высоковольтного оборудования в виде излучающего элемента позволяет разработать методику по определению ЭМО, позволяющей учесть амплитудное, частотное и пространственное распределения потоков электромагнитной энергии на электрической подстанции.

Экспериментальные исследования по пространственному распределению ЭМП на действующей подстанции показали достаточно хорошее совпадение с результатами компьютерного моделирования.

Список литературы

1. Сподобаев, Ю. М. Основы электромагнитной экологии / Ю. М. Сподобаев, В. П. Кубанов. – М. : Радио и связь, 2000. – 240 с.
2. Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе». – Текст: электрон. – 2021. – 226 с. – URL : https://www.rosseti.ru/upload/docs/tehpolitika_29.04.2022.pdf (дата обращения: 10.09.2024.)
3. ГОСТ Р ИСО 14001–2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – Текст: электрон. – Введ. 2016-04-29. – М. :

Стандартинформ, 2016. – 36 с. URL : <https://pro-iso.ru/assets/files/gost-iso/gost-r-iso-14001-2016.pdf> (дата обращения: 10.09.2024.)

4. СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания. – Введ. 2021-01-28. – М. : Федер. Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2021. – 469 с.

5. Гончаренко, И. В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA / И. В. Гончаренко. – М. : ИП РадиоСофт, Журнал «Радио», 2002. – 80 с.

6. Катанаев, В. А. Применение программы моделирования антенн MMANA для анализа электромагнитного излучения от высоковольтного оборудования / В. А. Катанаев, М. Ю. Белушкин, В. В. Клоков // Наука делает мир лучшим : регион. науч.-техн. конф. – Владивосток, 2003. – С. 98 – 101.

7. Белушкин, М. Ю. Излучающие свойства элементов конструкции трансформаторов / М. Ю. Белушкин, В. В. Клоков, Н. В. Силин // Молодежь и научно-технический прогресс : материалы регион. науч.-техн. конф. – Владивосток, 2002. Ч. 1. – С. 343–344.

8. Высоковольтный силовой трансформатор как источник собственных электромагнитных излучений / М. Ю. Белушкин, В. В. Клоков, Н. В. Силин, В. А. Катанаев // V Междунар. симпозиум по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии ЭМС-2003 : сб. науч. докл. (Санкт-Петербург, 16 – 19 сентября 2003 г.). – СПб., 2003. – С. 55 – 57.

9. Белушкин, М. Ю. Выбор антенны для регистрации электромагнитного излучения от высоковольтного оборудования / М. Ю. Белушкин, В. В. Клоков, Н. В. Силин // Энергетика: управление, качество и эффективность исследование энергоресурсов : сб. тр. третьей Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. – Благовещенск, 2003. – Т. 1. – С. 452 – 454.

References

1. Spodobayev Yu.M., Kubanov V.P. *Osnovy elektromagnitnoy ekologii* [Fundamentals of Electromagnetic Ecology], Moscow: Radio i svyaz', 2000, 240 p. (In Russ.)

2. Available at: https://www.rosseti.ru/upload/docs/tehpoltika_29.04.2022.pdf (accessed 10 September 2024.)

3. GOST R ISO 14001-2016. *Sistemy ekologicheskogo menedzhmenta. Trebovaniya i rukovodstvo po primeneniyu* [Environmental management systems. Requirements and guidance for use], Moscow: Standartinform, 2016, 36 p., available at: <https://pro-iso.ru/assets/files/gost-iso/gost-r-iso-14001-2016.pdf> (accessed 10 September 2024.)

4. SanPiN 1.2.3685-21. *Gigiyenicheskiye normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i(ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya* [Hygienic standards and requirements for ensuring safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans], Moscow: Feder. Tsentr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2021, 469 p. (In Russ.)

5. Goncharenko I.V. *Komp'yuternoye modelirovaniye antenn. Vse o programme MMANA* [Computer modeling of antennas. All about the MMANA program], Moscow: IP RadioSoft, Zhurnal "Radio", 2002, 80 p. (In Russ.)

6. Katanayev V.A., Belushkin M.Yu., Klovov V.V. *Nauka delayet mir luchshim: region. nauch.-tekhn. konf.* [Science makes the world a better place: regional scientific and technical conf.], Vladivostok, 2003, pp. 98-101. (In Russ.)

7. Belushkin M.Yu., Klovov V.V., Silin N.V. *Molodezh' i nauchno-tekhnicheskiy progress: materialy region. nauch.-tekhn. konf.* [Youth and scientific and technical progress: materials of the regional scientific and technical conf.], Vladivostok, 2002, part 1, pp. 343-344. (In Russ.)

8. Belushkin M.Yu., Klovov V.V., Silin N.V., Katanayev V.A. *V Mezhdunar. simpozium po elektromagnitnoy sovmestimosti i elektromagnitnoy ekologii EMS-2003: sb. nauch. dokl.* [V International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology EMC-2003: collection of scientific reports], St. Petersburg, 16-19 Sept. 2003, St. Petersburg, 2003, pp. 55-57. (In Russ.)

9. Belushkin M.Yu., Klovov V.V., Silin N.V. *Energetika: upravleniye, kachestvo i effektivnost' issledovaniye energoresursov: sb. tr. tret'yey Vseros. nauch.-tekhn. konf. s mezhdunar. uchastiyem* [Power engineering: management, quality and efficiency of energy resources research: collection of papers of the third All-Russian scientific and technical conf. with international participation], Blagoveshchensk, 2003, vol. 1, pp. 452-454. (In Russ.)

The Analysis of Electromagnetic Ecology at an Electric Power Facility

A. S. Sidorenko, N. V. Silin

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Keywords: high-voltage equipment; high-frequency electromagnetic fields; electromagnetic environment; electrical substation.

Abstract: The article discusses the issues of electromagnetic ecology at an electric power facility where high-voltage equipment is located. Information is provided on regulatory documents regulating the electromagnetic environment; the most powerful sources of the electromagnetic field at an electric substation are indicated. A method for calculating the spatial and amplitude distribution of electromagnetic fields has been developed. To test the calculation, computer simulation of the spatial and frequency distribution of the electromagnetic field near a 500 kV power autotransformer was performed. It is shown that it is advisable to solve the issues of electromagnetic ecology at electric power facilities at the design stage, taking into account the power and intensity of possible sources.

© А. С. Сидоренко, Н. В. Силин, 2024

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФЕНОЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМ ОТХОДОМ МАСЛОЭКСТРАКЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**И. В. Старостина, Е. С. Антюфеева,
Н. С. Лупандина, А. Н. Лифинцев, А. С. Лушников**

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

Ключевые слова: маслоэкстракционное производство; термическая модификация; углеродсодержащий сорбционный материал; фенолсодержащие сточные воды; эффективность очистки.

Аннотация: Рассмотрена возможность применения углеродсодержащего сорбционного материала, полученного из отработанного кизельгурового шлама маслоэкстракционного производства, для извлечения фенола из модельных водных сред. Показано, что максимальная эффективность достигается при использовании частиц размером менее 0,315 мм.

Изучена кинетика процесса. Отмечено, что сорбционное равновесие устанавливается уже через 15 мин контакта адсорбента и молекул фенола. Для выяснения механизма поглощения фенола углеродсодержащим сорбционным материалом проанализированы ИК-спектры до и после сорбции фенола.

Введение

Для снижения негативного воздействия вредных веществ на водную среду и преодоления проблемы нехватки пресной воды необходимо внедрить более эффективные технологии очистки сточных вод. Такие технологии позволят уменьшить воздействие загрязненных сточных вод на водные объекты, повысить качество очистки и использовать их в системах вторичного водопользования, а также снизить затраты на очистку воды и обеспечить ее устойчивое использование в будущем.

На сегодняшний день существует обширный выбор отечественных и зарубежных технологий, способных эффективно очищать сложные сточные воды. Тем не менее из-за разнообразия химического состава сточных вод каждое предприятие требует индивидуального подхода и проведения исследований, что, в свою очередь, требует значительных финансовых и ресурсных затрат.

Старостина Ирина Викторовна – кандидат технических наук, заведующий кафедрой экобиотехнологии; Антюфеева Елена Сергеевна – старший преподаватель кафедры экобиотехнологии, e-mail: E.S.Antyufeeva@yandex.ru; Лупандина Наталья Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры экобиотехнологии; Лифинцев Александр Николаевич – аспирант кафедры экобиотехнологии; Лушников Артем Сергеевич – аспирант кафедры экобиотехнологии, ФГБОУ ВО «БГТУ им. В. Г. Шухова», Белгород, Россия.

Исследования в литературе указывают на то, что большинство предприятий в настоящее время для очистки сточных вод от органических загрязнителей применяют традиционные технологии, которые включают в себя физико-химические методы с использованием доступных реагентов, коагулянтов и флокулянтов, а также последующую очистку сточных вод путем их отстаивания [1].

Развитие промышленности и сельского хозяйства влечет за собой неперенное появление значительных объемов сточных вод и усиление негативного воздействия токсичных веществ на водную среду.

Фенол и его производные – одни из самых распространенных органических загрязнителей, которые можно встретить в промышленных сточных водах. Различные отрасли промышленности, такие как нефтепереработка, коксохимия и лесная промышленность, а также предприятия, производящие древесностружечные плиты и минеральные изоляционные материалы, используют фенол и формальдегидные смолы в качестве связующих веществ, что приводит к образованию сточных вод, содержащих фенолы.

Содержание фенолов в производственных или ливневых стоках варьируется в значительных пределах и может достигать $10 \dots 20 \text{ г/дм}^3$ и более при самых разнообразных сочетаниях поллютантов [2].

По токсичности фенолы относятся ко II классу опасности, что обусловлено изменениями молекул белка и нарушением функционирования клетки при его воздействии. Попадание фенола и его производных в водоемы приводит к резкому ухудшению их общего санитарного состояния, оказывает токсическое влияние на живые организмы и является причиной изменения режима биогенных элементов и растворенных газов.

В условиях производства, воздействие фенола на человеческий организм происходит через вдыхание паров или прямой контакт с кожей растворов, что вызывает серьезные ожоги, раздражение глаз и дыхательных путей, а также нарушение нервной системы [3].

Предельно допустимые концентрации (ПДК) фенола составляют 1 мг/м^3 в воздухе производственных помещений и $0,001 \text{ мг/дм}^3$ в воде, согласно санитарно-гигиеническим нормам, поэтому вопрос очистки сточных вод от фенолов имеет особое значение [4].

В настоящее время существует целый ряд методов обезвреживания промышленных фенолсодержащих сточных вод, которые условно можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические. Очистка стоков промышленных предприятий – трудная техническая задача, обусловленная их сложным составом. Хотя эффективность многих методов достигает 95 – 99 %, но остаточное содержание фенола в очищенных стоках остается значительным – от 0,1 до 500 мг/дм^3 , что не удовлетворяет требованиям ПДК.

Известен метод многоступенчатой экстракции, наиболее часто использующийся на газогенераторных станциях и обеспечивающий эффективность извлечения фенолов до 90 – 95 %. На коксохимических производствах широкое распространение получили выпарные установки, эффективность которых по фенолу составляет 90 – 93 % [5].

Биологические методы очистки промышленных сточных вод применяются при содержании фенолов в диапазоне от 500 до 1000 мг/дм³ и характеризуются менее эффективной очисткой – примерно 80 – 90 %, с остаточными концентрациями от 10 до 50 мг/дм³. При более высоких концентрациях стоков применяется предварительное разбавление технической водой или бытовыми сточными водами. Важно отметить, что процессы биохимического окисления очень чувствительны к резким колебаниям концентрации загрязнений, поэтому в технологических схемах используются специальные сооружения, предотвращающие поступление стоков с повышенными концентрациями на установки биологической очистки.

Известно, что бактерии могут использоваться в качестве источников питания и энергии для разложения большого количества соединений, опасных для живых систем. Например, исследование [6] продемонстрировало возможность применения штамма-деструктора фенола *Pseudomonas aeruginosa* 21SG для очистки промышленных стоков, содержащих фенол, таких как стоки нефтехимических предприятий и производства дубильных экстрактов. Установлено, что содержание фенола в культурной среде сократилось на 84 % по сравнению с исходным уровнем в течение четырех суток [7, 8].

Активированный уголь, как один из наиболее распространенных сорбентов в системах водоочистки и водоотведения, обладает высокой способностью к адсорбции фенола – 20...30 мг/г, что позволяет получать практически бесфеноловую воду. Однако срок службы активированного угля невысок, а процессы регенерации и извлечения фенолов из него сложны и дороги.

Поэтому особенно актуальным является использование в качестве сорбционных материалов отходов промышленного и сельскохозяйственного производства, что обеспечивает снижение стоимости как самих сорбентов, так и технологических процессов водоотведения в целом. Так, известно применение сорбционного материала на основе отхода энергетики – шлама химводоподготовки, емкость которого по фенолу составила 115 мг/г [9].

В работе [10] показано применение в качестве сорбционных материалов отходов сельскохозяйственного производства – плодовых оболочек зерновых культур – пшеницы, ржи, овса и ячменя в нативном виде и после химической модификации. Исследование показало, что плодовые оболочки зерен овса, подвергнутые модификации 5%-м раствором серной кислоты, обладают наибольшей способностью к сорбции фенола (0,016 ммоль/г).

В работах [11, 12] в качестве сорбционного материала для удаления фенола из водных сред исследовался продукт пиролиза изношенных шин. Полученный материал эффективен для очистки растворов с содержанием фенола от 0,5 до 5 мг/дм³ и высококонцентрированных стоков (от 10 до 80 г/дм³). Показано, что удаление фенола происходит в результате адсорбционно-каталитического воздействия поверхности пор материала.

Цель исследований – рассмотрение возможности очистки модельных фенолсодержащих водных сред углеродсодержащим сорбционным материалом. В качестве объекта исследования использовали отработанный ки-

зельгуровый шлам (ОКШ), образующийся в процессе рафинирования растительных масел на стадии винтеризации при очистке охлажденных растительных масел от восков и воскоподобных веществ.

Материалы и методы

Отработанный кизельгуровый шлам характеризуется содержанием органических примесей до 60 – 70 %. Основные параметры ОКШ представлены ниже.

Плотность, кг/м ³	
насыпная.....	410...450
истинная	2600...2620
Содержание органических примесей, масс. %	65

В ходе первоначального этапа исследования выполнен анализ воздействия температуры обработки ОКШ на процесс извлечения фенола из модельных водных растворов. Кизельгуровый шлам подвергался модификации при температурах, варьирующихся от 450 до 530 °С, в условиях недостатка кислорода, в течение одного часа. В результате тепловой обработки шлама произошло частичное окисление органических примесей, что привело к образованию сажеподобных углеродных частиц на поверхности диатомита. Таким образом, создан новый материал – термически модифицированный кизельгуровый шлам (ТКШ). В зависимости от температуры обработки шлама – 450, 500 и 530 °С, полученные сорбционные материалы классифицировались как ТКШ₄₅₀, ТКШ₅₀₀ и ТКШ₅₃₀.

Очистку водных растворов, содержащих фенол, проводили в статических условиях путем добавления 0,5 г ТКШ к модельному раствору фенола объемом 50 см³ с начальной концентрацией 100 мг/дм³. Смесь перемешивали в течение 24 ч, после чего осуществляли процесс фильтрации через бумажный фильтр «синяя лента».

Для определения остаточного содержания фенола в фильтратах использован флуоро-метрический метод на анализаторе «Флюорат 02-2М». Данный метод основан на извлечении фенолов из воды с помощью бутилацетата, последующем повторном извлечении в водный раствор гидроксида натрия и измерении содержания фенола по интенсивности флуоресценции после подкисления реэкстракта [13].

Эффективность извлечения фенола определяли по формуле

$$\Xi = \frac{C_n - C_k}{C_n} \cdot 100 \%,$$

где C_н, C_к – содержание фенола в модельных растворах до и после очистки соответственно, мг/дм³.

В качестве образца-сравнения использовали активированный уголь марки БАУ-А аналогичного гранулометрического состава.

Результаты и методы

Из полученных данных, представленных на рис. 1, очевидно, что максимальная эффективность извлечения фенола из модельного раствора (99 %) достигается при использовании сорбционных материалов ТКШ₅₀₀ и ТКШ₅₃₀. Учитывая энергозатраты на получение сорбционного материала, установлено, что оптимальной температурой обработки ОКШ является 500 °С.

Ранее проведенные исследования показали, что ТКШ₄₅₀ обладает высокой гидрофобностью, обусловленной наличием в углеродном слое растительных восков и воскоподобных веществ [14 – 16]. Приведем содержание компонентов в жировосковой смеси и их количество, масс. %:

Фосфолипиды	2,9
Моноацилглицериды	5,3
Диацилглицериды	13,2
Многоатомные спирты	6,0
Свободные жирные кислоты	3,2
Триглицериды	63,8
Воски	3,8

Получение ТКШ при 500 °С, обеспечивает разрушение восковых компонентов и формирование уже преимущественно гидрофильной поверхности. ТКШ₅₀₀ проявляет сорбционные свойства в отношении ионов тяжелых металлов и красителя метиленового голубого [17, 18].

Далее анализировали влияние гранулометрического состава сорбционного материала ТКШ₅₀₀ на эффективность извлечения фенола. В исследованиях использовали ТКШ₅₀₀ со следующими размерами частиц: менее 0,315; 0,315...0,63 и 0,63...1,25 мм. Процесс очистки осуществляли в статических условиях – гидравлический модуль – 100, длительность перемешивания – 60 мин.

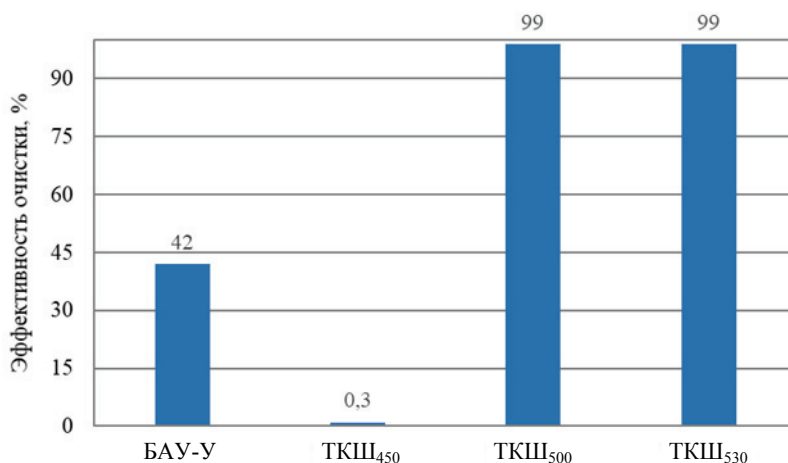


Рис. 1. Эффективность очистки модельных водных сред от фенола с использованием различных сорбционных материалов

Полученные результаты показали, что использование частиц различных фракций обеспечивает эффективность очистки от 35 до 40 % (рис. 2). При этом максимальное значение – 40 % достигнуто при использовании частиц ТКШ₅₀₀ размером менее 0,315 мм.

Далее изучали кинетику процесса – длительность перемешивания изменяли от 5 до 120 мин (рис. 3). Кинетические кривые сорбции показали, что сорбционное равновесие устанавливается уже через 15 мин контакта адсорбента и молекул фенола.

Дальнейшее увеличение времени экспозиции до 2 ч не приводит к существенному изменению концентрации фенола в растворе. При этом эффективность извлечения фенола составила 42 %.

В целях выяснения механизма поглощения фенола углеродсодержащими сорбционным материалом анализировали ИК-спектры ТКШ₅₀₀ до и после сорбции фенола (рис. 4).

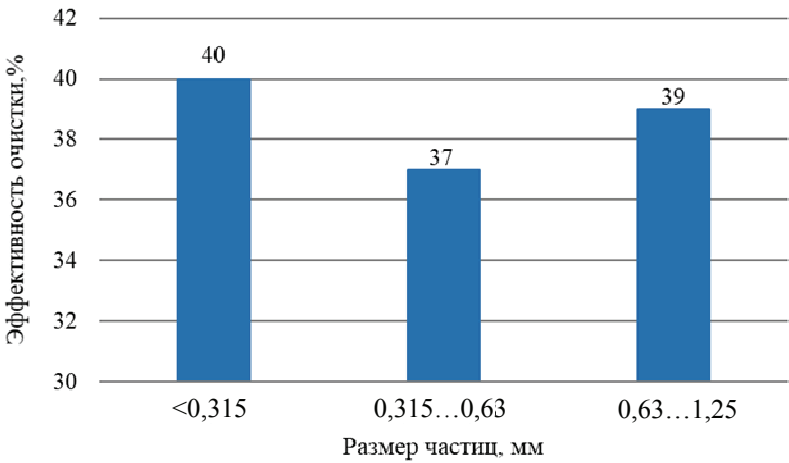


Рис. 2. Влияние фракционного состава сорбционного материала ТКШ₅₀₀ на эффективность извлечения фенола из модельного раствора

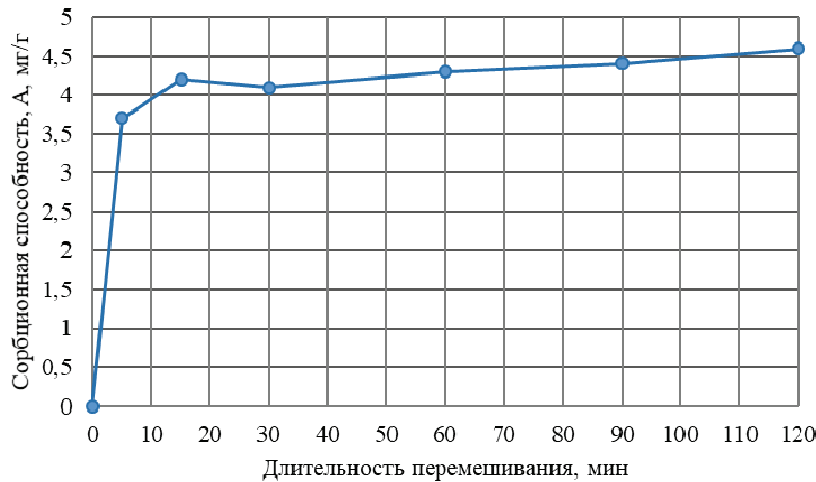


Рис. 3. Кинетическая кривая адсорбции фенола из модельного раствора с концентрацией 100 мг/дм³ на ТКШ₅₀₀ с размером частиц менее 0,315 мм

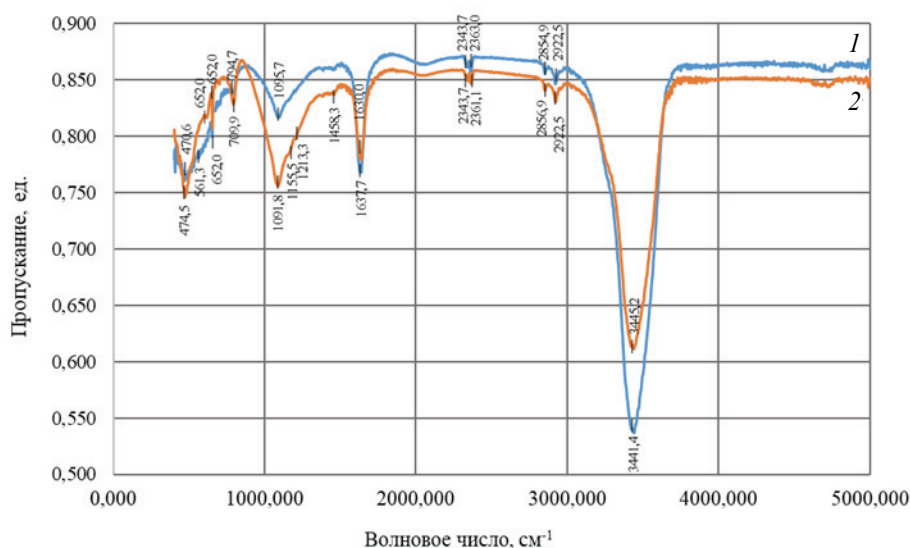


Рис. 4. ИК-спектры углеродсодержащего сорбционного материала ТКШ₅₀₀:
1 – исходный; 2 – после сорбции фенола

Учитывая, что ТКШ₅₀₀ представляет собой сорбционный материал на основе углерода и минералов, содержащий как нейтральные атомы углерода, так и полярную минеральную часть, при адсорбции молекул фенола на нем действуют как дисперсионные силы притяжения, так и индукционные силы, вызванные притяжением диполя, индуцированного электростатическим полем молекулы адсорбента [19].

Таким образом, можно предположить, что механизм сорбции полярных органических веществ, включая фенол, на углеродминеральном сорбционном материале будет более сложным, чем на чистом углеродном сорбенте. Это подтверждается результатами ИК-спектроскопии. Анализ ИК-спектров исходного углеродсодержащего сорбционного материала и после сорбции фенола показал изменения положений и интенсивности полос, характерных для связей О–Н, С–Н, С=О и Si–О. Так, широкая полоса $3438,8\text{ см}^{-1}$ в спектре исходного сорбционного материала ТКШ₅₀₀ после сорбции фенола смещается в высокочастотную область и проявляется с большей интенсивностью в положении $3444,5\text{ см}^{-1}$, которое характерно для валентных связей гидроксильных групп (О–Н). В результате сорбции фенола фиксируется смещение полосы $1095,5\text{ см}^{-1}$, соответствующее валентным колебаниям связи Si–О, в высокочастотную область $1097,7\text{ см}^{-1}$, увеличение интенсивности указывает на возможное дополнительное взаимодействие адсорбированных молекул фенола с минеральным компонентом сорбционного материала.

Заключение

Валентные ассиметричные и симметричные колебания связей С–Н в ТКШ₅₀₀, характеризующиеся полосами $2923,9$ и $2854,4\text{ см}^{-1}$ на ИК-спектре, после сорбции фенола смещаются в низкочастотную область – $2921,9$ и $2850,6\text{ см}^{-1}$ соответственно.

В ИК-спектре ТКШ₅₀₀ полоса 1635,5 см⁻¹, соответствующая валентным колебаниям связей С=О в карбоксильных группах, после сорбции фенола смещается в высокочастотную область и фиксируется при 1637,4 см⁻¹. В результате появляются полосы незначительной интенсивности 1452,3 и 1492,8 см⁻¹, которые характеризуют деформационные колебания связей С–Н.

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. Анализ воздействия предприятий нефтехимического комплекса на гидросферу и пути минимизации их негативного влияния / А. Г. Баландина, Р. И. Хангильдин, И. Г. Ибрагимов, В. А. Мартяшева // Башкирский химический журнал. – 2015. – Т. 22, № 1. – С. 115 – 126.
2. Бетц, С. А. Очистка воды от фенола и его производных на материалах из растительного сырья / С. А. Бетц, В. А. Сомин, Л. Ф. Комарова // Ползуновский вестник. – 2014. – № 3. – С. 243 – 245.
3. Николаева, Л. А. Очистка сточных вод от фенолов отходом энергетики / Л. А. Николаева, Н. Е. Айкенова // Перспективные технологии и материалы : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием (Севастополь, 14-16 октября 2020 г.). – Севастополь, 2020. – С. 211 – 214.
4. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Текст: электронный. – Введ. 2003-06-15. – URL : <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (дата обращения: 20.11.2023)
5. Янгулова, Г. А. Современные методы очистки фенолсодержащих сточных вод / Г. А. Янгулова, В. А. Будник, Р. Р. Муратшин // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2011. – № 8. – С. 53 – 56.
6. Применение штамма-деструктора фенола *Pseudomonas aeruginosa* 21SG для очистки промышленных сточных вод / В. В. Коробов, Е. Ю. Журенко, Н. В. Жарикова [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. – 2018. – Т. 73, № 3. – С. 185 – 190.
7. Сорбционная очистка фенолсодержащих сточных вод / И. Н. Липунов, А. Ф. Никифоров, И. Г. Первова [и др.] // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2014. – № 4. – С. 85 – 94.
8. Исследование кинетики процессов адсорбции фенола отходами валяльно-войлочного производства / Р. З. Галимова, И. Г. Шайхиев, Г. А. Алмазова, С. В. Свергузова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 10. – С. 179 – 184. doi: 10.12737/22099
9. Николаева, Л. А. Адсорбционная очистка фенолсодержащих сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий / Л. А. Николаева, Н. Е. Айкенова // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 4. – С. 136 – 142. doi: 10.25750/1995-4301-2020-4-136-142
10. Галимова, Р. З. Получение и исследование сорбционных свойств модифицированных целлюлозосодержащих сорбционных материалов по отношению к фенолу / Р. З. Галимова, И. Г. Шайхиев // Вода: химия и экология. – 2017. – № 2(104). – С. 60 – 66.
11. Минхайдарова, Г. В. Экологические аспекты утилизации твердого углеродного остатка пиролиза изношенных шин: дис. ... канд. техн. наук : 03.00.16 / Минхайдарова Гюзель Вануровна. – Казань, 2004. – 155 с.

12. Шайхиева, А. А. Адсорбция фенола из водных сред твердым остатком пиролиза шин / А. А. Шайхиева, И. Г. Шайхиев // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования: сб. докл. Всероссийской науч. конф. (Белгород, 12 – 15 октября 2021 г.). – Белгород, 2021. – С. 146 – 152.

13. Исследование процессов сорбции фенола нативными и модифицированными отходами валяльно-войлочного производства / Р. З. Галимова, Е. Ю. Костина, Г. А. Алмазова, И. Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 12. – С. 147 – 151.

14. Применение карбонизованного углеродсодержащего отхода маслоэкстракционного производства для сорбционной очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов / А. Е. Никитина, И. В. Старостина, Е. В. Порожнюк [и др.] // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2018. – № 12. – С. 23 – 29. doi: 10.30713/0132-2222-2018-12-23-29

15. Temperature Modification of Diatomite Sludge of Oil Extraction Production at Obtaining a Sorbent / I. V. Starostina, Yu. L. Makridina, Zh. Sapronova, I. V. Bomba // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Vol. 945, No. 1. – P. 012078. doi: 10.1088/1757-899X/945/1/012078

16. Исследование текстурных, структурных и сорбционных свойств углеродсодержащих материалов на основе шламового отхода производства растительных масел / И. В. Старостина, А. В. Череватова, Д. В. Столяров, И. В. Анищенко // Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина. – 2020. – № 2(299). – С. 119 – 132. doi: 10.33285/2073-9028-2020-2(299)-119-132

17. Application of Carbon-Containing Sorption Material for Wastewater Purification from Methylene Blue Dye / I. V. Starostina, D. O. Polovneva, Yu. L. Makridina, L. V. Denisova // Conference Proceedings of the Environmental and Construction Engineering: Reality and the Future (Belgorod, 18–19 May 2021). – Vol. 160. – Springer Cham, 2021. – P. 269 – 276. doi: 10.1007/978-3-030-75182-1_36

18. Starostina, I. V. Extracting Copper (II) Ions from Model Solutions with Carbon Containing Adsorption Material / I. V. Starostina, D. V. Stolyarov, M. M. Kosukhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Chelyabinsk, 25–27 September 2019). Chelyabinsk, 2019. – Vol. 687, No. 6. – P. 066067. doi: 10.1088/1757-899X/687/6/066067

19. Коваленко, Т. А. Исследование физико-химических закономерностей сорбции органических веществ и ионов металлов на углеродминеральных сорбентах, полученных из сапропелей : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 / Коваленко Татьяна Александровна. – Омск, 2010. – 126 с.

References

1. Balandina A.G., Khangil'din R.I., Ibragimov I.G., Martyasheva V.A. [Analysis of the impact of petrochemical enterprises on the hydro-sphere and ways to minimize their negative impact], *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2015, vol. 22, no. 1, pp. 115-126. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Betts S.A., Somin V.A., Komarova L.F. [Purification of water from phenol and its derivatives using materials from plant raw materials], *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Bulletin], 2014, no. 3, pp. 243-245. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Nikolayeva L.A., Aykenova N.Ye. *Perspektivnyye tekhnologii i materialy: materialy nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem* [Perspective technologies and materials: scientific and practical materials conf. with international participation], (Sevastopol', 14-16 October 2020), Sevastopol', 2020, pp. 211-214. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Available at: <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (accessed 20 November 2023)

5. Yangulova G.A., Budnik V.A., Muratshin R.R. [Modern methods of purification of phenol-containing wastewater], *Neftepererabotka i neftekhimiya. Nauchno-tehnicheskiye dostizheniya i peredovoy opyt* [Oil refining and petrochemistry. Scientific and technical achievements and best practices], 2011, no. 8, pp. 53-56. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Korobov V.V., Zhurenko Ye.Yu., Zharikova N.V., Yasakov T.R., Markusheva T.V. [Application of the phenol destructor strain *Pseudomonas aeruginosa* 21SG for industrial wastewater treatment], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya* [Bulletin of Moscow University. Episode 16. Biology], 2018, vol. 73, no. 3, pp. 185-190. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Lipunov I.N., Nikiforov A.F., Pervova I.G., Nikolayev I.V., Starygin L.A., Averikhina Ye.V. [Sorption treatment of phenol-containing wastewater], *Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye* [Water management of Russia: problems, technologies, management], 2014, no. 4, pp. 85-94. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Galimova R.Z., Shaykhiyev I.G., Almazova G.A., Sverguzova S.V. [Study of the kinetics of phenol adsorption processes by waste from fulling and felt production], *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova], 2016, no. 10, pp. 179-184. doi: 10.12737/22099 (In Russ., abstract in Eng.)

9. Nikolayeva L.A., Aykenova N.Ye. [Adsorption purification of phenol-containing wastewater from oil refineries], *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [Theoretical and Applied Ecology], 2020, no. 4, pp. 136-142. doi: 10.25750/1995-4301-2020-4-136-142 (In Russ., abstract in Eng.)

10. Galimova R.Z., Shaykhiyev I.G. [Preparation and study of the sorption properties of modified cellulose-containing sorption materials in relation to phenol], *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: chemistry and ecology], 2017, no. 2(104), pp. 60-66. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Minkhaydarova G.V. *PhD Dissertation (Engineering)*, 03.00.16, Kazan', 2004, 155 s. (In Russ.)

12. Shaykhiyeva A.A., Shaykhiyev I.G. *Bezopasnost', zashchita i okhrana okruzhayushchey prirodnoy sredy: fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya: sb. dokl. Vserossiyskoy nauch. konf.* [Safety, protection and protection of the natural environment: fundamental and applied research: collection. report All-Russian scientific conf.], (Belgorod, October 12-15, 2021), Belgorod, 2021, pp. 146-152. (In Russ., abstract in Eng.)

13. Galimova R.Z., Kostina Ye.Yu., Almazova G.A., Shaykhiyev I.G. [Study of the processes of sorption of phenol by native and modified waste from fulling and felt production], *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University], 2017, vol. 20, no. 12, pp. 147-151. (In Russ., abstract in Eng.)

14. Nikitina A.Ye., Starostina I.V., Porozhnyuk Ye.V., Anishchenko I.V., Bodnar' O.B. [Application of carbonized carbon-containing waste from oil extraction production for sorption treatment of wastewater from emulsified petroleum products], *Avtomatizatsiya, telemekhanizatsiya i svyaz' v neftyanoy promyshlennosti* [Automation, telemechanization and communications in the oil industry], 2018, no. 12, pp. 23-29. doi: 10.30713/0132-2222-2018-12-23-29 (In Russ., abstract in Eng.)

15. Starostina I.V., Makridina Yu.L., Sapronova Zh., Bomba I.V. Temperature Modification of Diatomite Sludge of Oil Extraction Production at Obtaining a Sorbent, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2020, vol. 945, no. 1, pp. 012078. doi: 10.1088/1757-899X/945/1/012078

16. Starostina I.V., Cherevatova A.V., Stolyarov D.V., Anishchenko I.V. [Study of the textural, structural and sorption properties of carbon-containing materials based on sludge waste from the production of vegetable oils], *Trudy Rossiyskogo gosudarstvennogo universiteta nefii i gaza im. I. M. Gubkina* [Proceedings of the Russian State University of Oil and Gas named after I. M. Gubkina], 2020, no. 2(299), pp. 119-132. doi: 10.33285/2073-9028-2020-2(299)-119-132 (In Russ., abstract in Eng.)
17. Starostina I.V., Polovneva D.O., Makridina Yu.L., Denisova L.V. Application of Carbon-Containing Sorption Material for Wastewater Purification from Methylene Blue Dye, *Conference Proceedings of the Environmental and Construction Engineering: Reality and the Future* (Belgorod, 18-19 May 2021), vol. 160, Springer Cham, 2021, pp. 269-276. doi: 10.1007/978-3-030-75182-1_36
18. Starostina I.V., Stolyarov D.V., Kosukhin M.M. Extracting Copper (II) Ions from Model Solutions with Carbon Containing Adsorption Material, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Chelyabinsk, 25-27 September 2019). Chelyabinsk, 2019, vol. 687, no. 6, pp. 066067. doi: 10.1088/1757-899X/687/6/066067
19. Kovalenko T.A. *PhD Dissertation (Chemical)*, 02.00.04, Omsk, 2010, 126 p. (In Russ.)
-

Wastewater Treatment from Phenols by Modified Waste from Oil Extraction Production

**I. V. Starostina, E. S. Antyufeeva,
N. S. Lupandina, A. N. Lifintsev, A. S. Lushnikov**

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

Keywords: oil extraction production; thermal modification; carbon-containing sorption material; phenol-containing wastewater; purification efficiency.

Abstract: The possibility of using carbon-containing sorption material obtained from spent kieselguhr sludge from oil extraction production for extracting phenol from modeled aqueous media is considered. It is shown that maximum efficiency is achieved using particles smaller than 0.315 mm. The kinetics of the process is studied. It is noted that the sorption equilibrium is established after 15 minutes of contact between the adsorbent and phenol molecules. To clarify the mechanism of phenol absorption by the carbon-containing sorption material, IR spectra were analyzed before and after phenol sorption.

© И. В. Старостина, Е. С. Антюфеева,
Н. С. Лупандина, А. Н. Лифинцев, А. С. Лушников, 2024

УДК 502.131.1

DOI: 10.17277/voprosy.2024.03.pp.059-069

ОСОБЕННОСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ И ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ

Н. В. Сахарова, Е. В. Быковская, Е. И. Дмитриева

*ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет»,
Череповец, Россия; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университете», Тамбов, Россия;
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет», Москва, Россия*

Ключевые слова: производство минеральных удобрений;
устойчивое развитие; цифровая трансформация; ESG-принципы.

Аннотация: Проведен обзор производственно-экономических показателей, а также задач по устойчивому развитию крупнейших компаний по производству минеральных удобрений в Российской Федерации. Представлена тема цифровой трансформации предприятий по данному виду производства. Обозначено, что все стратегические документы ведущих предприятий опираются на принципы устойчивого развития компаний, цифровизацию и ESG-трансформацию в сфере производства минеральных удобрений.

Введение

Ответственное ведение бизнеса, принципы устойчивого развития, цифровая трансформация предприятий являются важными тенденциями в современной экономике. Одно из ключевых направлений данной трансформации – внедрение концепции ESG (Environmental, Social, Governance), которая подразумевает учет экологических, социальных и управленческих факторов в стратегии и операционной деятельности компаний.

Особенно актуальна ESG-трансформация для предприятий по производству фосфорсодержащих удобрений, которые традиционно относятся

Сахарова Наталия Васильевна – старший преподаватель кафедры экономики и управления, ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», Череповец, Россия; Быковская Елена Викторовна – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Менеджмент», e-mail: elenarafa@yandex.ru, ТамГТУ, Тамбов, Россия; Дмитриева Екатерина Игоревна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Менеджмент и инновации», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия.

к энергоемким и экологически чувствительным отраслям. Растущее внимание общественности и регуляторов к вопросам устойчивого развития, декарбонизации и ответственного природопользования создает для таких компаний как новые вызовы, так и возможности для повышения конкурентоспособности.

В то же время, внедряя ESG-принципы, предприятия по производству фосфорсодержащих удобрений активно используют цифровые технологии, автоматизируя производственные процессы, оптимизируя логистику и повышая эффективность управления. Цифровая трансформация открывает дополнительные возможности для реализации ESG-повестки, позволяя собирать, анализировать и использовать данные для принятия более обоснованных решений в области устойчивого развития.

Цель работы – исследование взаимосвязи между цифровизацией и ESG-трансформацией предприятий по производству фосфорсодержащих удобрений. Рассматриваются ключевые драйверы, барьеры и практические аспекты внедрения ESG-принципов в сочетании с цифровыми технологиями, а также анализируют влияние этих процессов на операционную эффективность, экологическую устойчивость и социальную ответственность компаний отрасли.

ESG-трансформация – новый тренд в развитии предприятий по производству минеральных удобрений

Вовлеченность предприятий в решение проблем экологической безопасности, корпоративного управления, социальной политики достигается с помощью ESG-принципов развития бизнеса.

Современные тенденции в глобальной экономике диктуют необходимость комплексной трансформации предприятий, в том числе в секторе производства минеральных удобрений. Две ключевые составляющие данного процесса – цифровизация и внедрение принципов устойчивого развития (ESG).

Цифровая трансформация позволяет предприятиям по производству фосфорсодержащих удобрений повысить эффективность производственных процессов, оптимизировать логистику, улучшить качество продукции и клиентский сервис. Внедрение передовых цифровых технологий, таких как Интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект, позволяет в режиме реального времени контролировать и управлять ключевыми параметрами производства, прогнозировать возможные сбои и оперативно на них реагировать.

В свою очередь, ESG-трансформация нацелена на минимизацию негативного воздействия производства минеральных удобрений на окружающую среду, повышение социальной ответственности бизнеса и совершенствование корпоративного управления. Внедрение принципов ESG позволяет предприятиям сокращать выбросы парниковых газов, рационально использовать природные ресурсы, заботиться о здоровье и безопасности сотрудников, а также повышать прозрачность и подотчетность своей деятельности.

Цифровизация играет ключевую роль в повышении эффективности и устойчивости предприятий по производству минеральных удобрений.

Внедрение передовых цифровых технологий позволяет оптимизировать производственные процессы, снизить энергопотребление и выбросы, а также повысить прозрачность и управляемость всей цепочки создания стоимости.

Одним из ключевых направлений цифровой трансформации в данной отрасли является внедрение систем управления производством на основе технологий Индустрии 4.0. Это позволяет в режиме реального времени отслеживать и контролировать все этапы производства, от входного контроля сырья до выпуска готовой продукции. Использование датчиков, аналитики больших данных и предиктивной аналитики дает возможность выявлять и предупреждать возможные нарушения, оптимизировать загрузку оборудования и энергопотребление.

Кроме того, цифровизация способствует повышению прозрачности и подотчетности предприятий в области устойчивого развития. Внедрение систем мониторинга и отчетности по ESG-показателям позволяет не только отслеживать ключевые экологические и социальные метрики, но и принимать обоснованные управленческие решения, направленные на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду и улучшение условий труда персонала.

Таким образом, комплексный подход к цифровой трансформации и ESG-повестке позволяет предприятиям по производству минеральных удобрений повысить свою операционную эффективность, экологическую ответственность и социальную устойчивость, что в конечном итоге способствует укреплению их конкурентных позиций на рынке.

Комплексный подход к цифровизации и ESG-трансформации создает синергетический эффект, позволяя предприятиям по производству фосфорсодержащих удобрений повысить конкурентоспособность, снизить операционные издержки, минимизировать экологические риски и укрепить доверие заинтересованных сторон.

Цифровая трансформация в химической промышленности

Цифровые технологии имеют повышенную активность в странах с развитой экономикой. В России цифровые инструменты используются не так часто, так как существует потребность в кадрах для данной области знаний и слабый уровень развития цифровой экономики. Внедряясь в экономическую систему мира, экономика России имеет благоприятные перспективы для будущего развития, благодаря использованию цифровых технологий.

В настоящее время продовольственная безопасность является приоритетной задачей для России. К условиям обеспечения продовольственной безопасности относятся эффективность использования ресурсов сельского хозяйства и высокотехнологичное производство минеральных удобрений. Чтобы отрасль сельского хозяйства развивалась устойчиво, необходим стабильно растущий рынок минеральных удобрений. Химическая промышленность имеет разновидности химических предприятий: вертикально-интегрированные компании стремятся к постоянному совершенствованию и увеличению эффективности производственных процессов; объеди-

нение продуктов с услугами; производители товаров сосредоточены на инновациях и оптимизации затрат [1]. Российская ассоциация производителей удобрений представлена в 23 регионах присутствия химической отрасли 37 предприятиями по производству минеральных удобрений. Среди них 20 производителей азотных удобрений: НПО «Еврохим» (22 %), ПАО «Акрон» (20 %), КАО «Азот» (16 %), АО «ОХК «Уралхим» (14 %), ПАО «ФосАгро» (10 %). Среди 15 производителей сложных удобрений выделяются следующие компании: ПАО «ФосАгро» (53,9 %), ПАО «Акрон» (15,1 %), НПО «Еврохим» (15,1 %), АО «ОХК «Уралхим» (8,5 %). АО «ОХК «Уралхим» (73,6 %) и НПО «Еврохим» (26,4 %) являются лидерами среди 5 производителей калийных удобрений [2].

Россия в 2021 г. стала самым крупнейшим экспортером удобрений в мире и заработала \$12,5 млрд на мировых поставках. В таблице 1 среди ключевых мировых игроков отмечены лидирующие российские компании: НПО «Еврохим», ПАО «Акрон», ПАО «ФосАгро» и ПАО «Уралкалий».

В 1 квартале 2023 г. объем производства составил 6 млн т, что на 8,3 % меньше, чем за аналогичный период 2022 г. Росстат опубликовал данные

Таблица 1

Мировые производители минеральных удобрений по объему производства в 2021 г.

Виды удобрений	Компания-производитель	Страна-производитель	Объем производства, млн т
Фосфорные	ОСР	Марокко	11,0
	Mosaic	США	7,3
	ФосАгро	Россия	7,9
	ЕвроХим		3,1
	Nutrien	Канада	2,6
Азотные	Yara International	Норвегия	28
	CF Industries	США	19
	Nutrien	Канада	10,7
	ЕвроХим	Россия	9,3
	Акрон		7,7
	ФосАгро		2,4
Калийные	Nutrien	Канада	13,6
	Беларуськалий	Беларусь	12,5
	Mosaic	США	8,2
	Уралкалий	Россия	12
	ЕвроХим		2,5

Источник: составлено на основании [3].

о том, что в марте 2023 г. выпуск минеральных удобрений был выше, чем в феврале на 5,9 %. Российская ассоциация производителей удобрений сообщает, что тенденция 2022 г. сохраняется и в 2023 г.: объем выпуска основных видов удобрений, применяемых сельхозтоваропроизводителями в России, растет. По данным Росстата, производство фосфорных удобрений за первый квартал 2023 г. выросло на 7 %, азотных – почти на 5 %. По данным Минсельхоза России, если рассматривать потребность в удобрениях и фактические объемы приобретения, то с 2019 по 2023 гг. можно отметить превышение закупок удобрений над потребностью [3].

Значительный объем удобрений в настоящее время реализуется на биржевых торгах. Лидерами по поставкам минеральных удобрений на 2022 г. выступают ПАО «ФосАгро» (79,7 % реализованной продукции), ПАО «Акрон» (6,8 %), НПО «Еврохим» (5 %), ПАО «КуйбышевАзот» (3,3 %).

Согласно данным опроса EY CEO Outlook Survey 2023, цифровая трансформация находится на втором месте по важности инвестирования для компаний химической отрасли по всему миру [4]. Цифровая трансформация производства минеральных удобрений оптимизирует процессы добычи, обогащения и обработки сырья. Автоматизация, датчики, аналитика дают возможность точно контролировать параметры производства. Благодаря этому уменьшаются отходы, снижается брак, и более эффективно используются ресурсы. Также цифровые технологии позволяют быстро реагировать на изменения рыночных условий и потребностей клиентов.

Одним из направлений, на которое ориентируются химические предприятия, является улучшение системы управления качеством продукции. Современные цифровые технологии на основе анализа больших данных существенно влияют на контроль и соблюдение стандартов качества. Это повышает доверие потребителей и способствует расширению рынков сбыта.

Цифровая трансформация необходима предприятиям химической отрасли с тем, чтобы предлагать адресные продукты химических технологий клиентам для удовлетворения конкретных потребностей. Цепочки создания стоимости сложны и включают большое число разных поставщиков и потребителей. Цифровизация должна в итоге оптимизировать функционал цепочки поставок, снизить затраты на логистические системы и существенно увеличить доходность компании.

Основные показатели компаний по производству минеральных удобрений за 2021 – 2023 гг.

Производство минеральных удобрений – сектор химической отрасли, которая является одной из значимых в России и ключевым направлением среди всех секторов экономики страны, так как практически ни один из них не обходится без участия продуктов химического производства.

Характерные особенности предприятий химической отрасли:

- высокая себестоимость сырья;
- повышенная энергоемкость производства;

Для российских предприятий характерна еще одна особенность: ориентация на выпуск крупнотоннажной продукции, относящейся к группе низких переделов – товарам с невысокой степенью переработки и ее простотой.

Работу предприятий химической промышленности России можно оценить в целом и в разрезе двух широких групп продукции: химических веществ и продуктов, резиновых и пластмассовых изделий. В таблице 2 представлены соответствующие данные и результаты расчетов горизонтального анализа за 2021 – 2023 гг. [5]. Динамика продукции химического комплекса в целом имеет неустойчивый характер: в 2022 г. производство увеличилось на 12,9 % или на 881,7 млрд р., в 2023 г. – уменьшилось на 7,3 % или на 562,1 млрд р. В целом производство данного показателя увеличилось на 4,7 % или на 319,6 млрд р.

Производство химических соединений и продукции за период с 2021 по 2023 гг. увеличилось на 3,1 % вследствие роста показателя в 2022 г. на 13,4 % и его снижения в 2023 г. на 9,1 %. Производство резиновых и пластмассовых изделий в целом увеличилось на 9,4 % вследствие роста показателя в 2022 г. на 11,3 % и его снижения в 2023 г. на 1,7 %.

Минеральные удобрения являются одним из основных видов продукции химической промышленности в России наряду с пластмассами, аммиаком и метанолом. В таблице 3 представлены данные по их объемам производства за 2021 – 2023 гг. [5]. В целом по производству видов химической продукции за 2021 – 2023 гг. произошел рост на 3,9 % или на 2112,3 млн т за счет уменьшения объемов производства в 2022 г. на 6,1 % и его роста в 2023 г. на 10,7 %. Следующая динамика прослеживается по такому показателю, как пластмассы: производство пластмасс уменьшилось на 3 % за счет уменьшения показателя в 2022 г. на 6,8 % и его роста в 2023 г. на 4,2 %.

Наибольший спад в 2022 г. пришелся на минеральные удобрения: уменьшение показателя составило 10,9 %. Однако в 2023 г. производство удобрений выросло на 5,7 %, вследствие чего общий спад составил 5,9 %. По такому виду химической продукции, как аммиак, в течение анализируемого периода не прослеживалось значительных изменений. Наибольший рост следует отметить у метанола, который в 2023 г. составил 801,8 %, что вместе с ростом в 2022 г. на 9,8 % привело к его общему увеличению на 890,4 %.

Таблица 2

Производство продукции химической отрасли за 2021 – 2023 гг., млрд р.

Продукция	2021	2022	2023	Изменения					
				абсолютные			относительные, %		
				2022/ 2021	2023/ 2022	2023/ 2021	2022/ 2021	2023/ 2022	2023/ 2021
Продукция химического комплекса в целом	6834,4	7716,1	7154,0	881,7	–562,1	319,6	12,9	–7,3	4,7
Химические вещества и продукция	5113,0	5799,3	5270,0	686,3	–529,3	157,0	13,4	–9,1	3,1
Резиновые и пластмассовые изделия	1721,4	1916,8	1884,0	195,4	–32,8	162,6	11,3	–1,7	9,4

Составлено по источнику [5].

Таблица 3

Объемы производства видов химической продукции
за 2021 – 2023 гг., млн т

Вид продукции	2021	2022	2023	Изменения					
				абсолютные			относительные, %		
				2022/ 2021	2023/ 2022	2023/ 2021	2022/ 2021	2023/ 2022	2023/ 2021
Минеральные удобрения	26319,0	23450,7	–24776,8	–2868,3	1326,1	–1542,2	–10,9	5,7	–5,9
Пластмассы	11085,3	10326	10756	–759,3	430	–329,3	–6,8	4,2	–3,0
Аммиак	16770,2	17005	17101,4	234,8	96,4	331,2	1,4	0,6	2,0
Метанол	410,2	450,5	4062,8	40,3	3612,3	3652,6	9,8	801,8	890,4
Итого	54584,7	51232,2	56697	–3352,5	5464,8	2112,3	–6,1	10,7	3,9

Составлено по источнику [5].

В таблице 4 представлены данные по структуре объемов основных видов продукции химической отрасли за 2021 – 2023 гг, которые показывают, что минеральные удобрения составляют наибольшую долю в данной структуре, равную 43,7 – 48,2 %. Объемы аммиака занимают примерно 32 %, пластмасс – 20 %. Наименьшую долю в структуре объемов основных видов продукции химического комплекса составляет метанол: его доля в 2021–2022 г. менее 1 %, однако в 2023 г. она увеличилась до 7,2 %. Изучив динамику изменения удельных весов анализируемых показателей, следует отметить, что в течение анализируемого периода в структуре объемов продукции химической отрасли происходит замещение минеральных удобрений, пластмасс и аммиака метанолом. Доля минеральных удобрений

Таблица 4

Структура объемов основных видов химической продукции

Продукция	2021		2022		2023		Изменения в удельном весе, %		
	млрд р.	%	млрд р.	%	млрд р.	%	2022/ 2021	2023/ 2022	2023/ 2021
Минеральные удобрения	26319,0	48,2	23450,7	45,8	24776,8	43,7	–2,4	–2,1	–4,5
Пластмассы	11085,3	20,3	10326,0	20,2	10756,0	19,0	–0,2	–1,2	–1,3
Аммиак	16770,2	30,7	17005,0	33,2	17101,4	30,2	2,5	–3,0	–0,6
Метанол	410,2	0,8	450,5	0,9	4062,8	7,2	0,1	6,3	6,4
Итого	54584,7	100,0	51232,2	100,0	56697,0	100,0	0,0	0,0	0,0

Составлено по источнику [5].

за 2021 – 2023 гг. плавно уменьшилась на 4,5 %, пластмасс – на 1,3 %, аммиака – на 0,6 %. Доля метанола за 2021 – 2023 гг. плавно выросла на 6,4 %.

Основными видами минеральных удобрений являются азотные, фосфорные и калийные. В целом в течение анализируемого периода производство минеральных удобрений увеличилось на 2,4 млн т или на 10,17 %.

В разрезе отдельных видов минеральных удобрений динамика производства азотных удобрений является стабильно возрастающей в течение всего анализируемого периода. За 2019 – 2023 гг. производство азотных удобрений увеличилось на 1,6 млн т или на 14,68 %. Динамика объемов производства фосфорных удобрений характеризуется возрастающими и нулевыми темпами роста: в 2020 г. рост удобрений составил 4,88 %, в 2022 г. – 2,33 %, а в 2021 и 2023 гг. производство фосфорных удобрений осталось на уровне предыдущих лет. В целом за 2019 – 2023 гг. объемы производства фосфорных удобрений увеличились на 0,3 млн т или на 7,32 %. Анализируя объемы производства калийных удобрений с 2019 по 2023 гг., отмечен повтор динамики минеральных удобрений в целом, что при условии устойчивого незначительного роста объемов азотных и фосфорных удобрений говорит о зависимости динамики минеральных удобрений от динамики калийных. В целом с 2019 по 2023 гг. производство калийных удобрений увеличилось на 0,5 млн т или на 5,81 %.

Цели цифровой трансформации

Определяя уровень цифровизации предприятий по производству фосфорсодержащих удобрений, стоит отметить, что цифровая трансформация химических предприятий становится одним из важных направлений их деятельности. Около 30 % инвестиций в развитие данного направления направлено на цифровизацию производителей удобрений [6].

О необходимости развития предприятий в сфере цифровой трансформации для открытия перспективных возможностей утверждают 90 % представителей сектора, однако реализация данной идеи осуществляется только 25 % компаний химической промышленности, а расходы на ее осуществление составляют 3 % от выручки предприятий. Большой разрыв между идеей внедрения цифровых сервисов и ее реализацией объясняется недостатком соответствующих специалистов. К другим препятствиям на пути цифровой трансформации предприятий выступают недостаток финансовых ресурсов и знаний о технологиях. Процесс организации продаж наряду с процессом производства являются приоритетными направлениями по запуску цифровых инструментов. Эффект от внедрения цифровых инструментов на данных предприятиях выражается прежде всего в увеличении производительности труда, оптимизации расходов на энергетику, росте выручки, снижении времени простоев оборудования [7].

Специалисты выделяют следующие тенденции цифровых инноваций в химической отрасли:

- развитие передовой аналитики для повышения уровня безопасности, улучшения контроля качества, повышения эффективности использования оборотных средств;

- внедрение Интернета вещей, выполняющего функции сбора данных о текущем состоянии производственных объектов, а именно измерения их давления, температуры, расхода сырья и энергии;
- использование облачных хранилищ;
- применение искусственного интеллекта с целью обработки больших данных;
- использование цифровых двойников для моделирования и оптимизации реальных процессов;
- использование технологий дополненной и виртуальной реальности.

Для наиболее полного представления об уровне цифровизации отрасли минеральных удобрений с точки зрения продаж проведем анализ данного показателя в разрезе крупнейших представителей: АО «МХК «Еврохим», ПАО «Акрон», ПАО «ФосАгро» и ПАО «КуйбышевАзот».

Ключевыми характеристиками сравнения выступают количественные показатели таких цифровых сервисов, как официальные сайты компаний, мобильные приложения, коммуникационные платформы (ВКонтакте, Telegram, YouTube, Дзен, Одноклассники). Анализируя таблицу 5, заметим, что каждая из выделенных компаний задействует различные каналы продвижения бренда, степень использования которых отличается от других компаний. По показателям применения цифровых сервисов выделенными компаниями лидирующие позиции занимает ПАО «ФосАгро», уступая лишь ПАО «Акрон» по количеству подписчиков в социальной сети ВКонтакте.

Таблица 5

Показатели применения цифровых сервисов в разных компаниях

Показатель	ПАО «ФосАгро»	АО «МХК «Еврохим»	ПАО «Акрон»	ПАО «КуйбышевАзот»
Посещаемость официально- го сайта за октябрь 2023 г.	262 240	38 306	27 846	38 063
Число скачиваний прило- жения	10 000	1 000	0	
Число элементов коммуни- кационного блока	5	4		
Число подписчиков: ВКонтакте	6700	4100	11 300	4100
Telegram	1568	294	1077	686
Дзен	1418	2	0	
Одноклассники	95 563	22		
YouTube-канал	11 800	8 080	1 840	7
Среднее число просмотров на YouTube-канале за год	1 656 842	78 381	42 368	24
Составлено по источникам [8 – 11].				

Заключение

Таким образом, химическая отрасль в настоящее время является одним из ключевых направлений политики страны. Внедрение цифровых технологий на производственных химических предприятиях является одной из главных задач сектора. Крупнейшие представители данной отрасли используют множество каналов взаимодействия с потенциальными и реальными покупателями производимой продукции в целях увеличения продаж. Наиболее прогрессивным игроком в рамках привлечения клиентов путем использования цифровых сервисов является ПАО «ФосАгро».

Список литературы

1. Подсухина, А. Р. Мировые тенденции внедрения цифровых технологий в химической промышленности. – Текст : электрон. / А. Р. Подсухина, С. Г. Авруцкая // Успехи в химии и химической технологии. – 2023. – № 1(263). – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovye-tendentsii-vnedreniya-tsifrovyyh-tehnologiy-v-himicheskoy-promyshlennosti> (дата обращения: 20.01.2024).
2. Российская ассоциация производителей удобрений : сайт. – URL: <https://rapu.ru/sector/> (дата обращения: 21.01.2024)
3. Жданов, В. Ю. Анализ внутреннего рынка минеральных удобрений в России. – Текст : электрон. / В. Ю. Жданов // Современные технологии управления. – 2023. – № 4(104). – URL: <https://sovman.ru/article/10412/> (дата обращения: 21.01.2024)
4. Guerzoni, A. The CEO Outlook Pulse – October 2023 finds CEOs investing in AI strategy but with challenges emerging / A. Guerzoni, N. Mirchandani, B. Perkins // EY.ai. – URL: https://www.ey.com/en_gl/ceo/ceo-outlook-global-report (дата обращения: 21.01.2024)
5. Итоги развития химической отрасли в РФ в 2023 году // Деловой профиль. – URL : <https://delprof.ru/> (дата обращения: 21.01.2024)
6. Цифровая трансформация химической отрасли в России // Деловой профиль. – URL: <https://delprof.ru/> (дата обращения: 21.01.2024)
7. Ускоренная реакция: какие эффекты дает цифровизация и экономика замкнутого цикла в химической отрасли // СберПро. Медиа. – URL : <https://sber.pro/> (дата обращения: 21.01.2024)
8. АО «Минерально-химическая компания ЕвроХим» : офиц. сайт. – URL : <https://www.eurochem.ru/> (дата обращения: 21.01.2024)
9. ПАО «Акрон» : офиц. сайт. – URL : <https://www.acron.ru/> (дата обращения: 21.01.2024)
10. ПАО «КуйбышевАзот» : офиц. сайт. – URL : <https://www.kuazot.ru/> (дата обращения: 21.01.2024)
11. ФосАгро : офиц. сайт. – URL : <https://www.phosagro.ru/> (дата обращения: 21.01.2024)

References

1. available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovye-tendentsii-vnedreniya-tsifrovyyh-tehnologiy-v-himicheskoy-promyshlennosti> (accessed 20 January 2024).
2. available at: <https://rapu.ru/sector/> (accessed 20 January 2024).
3. available at: <https://sovman.ru/article/10412/> (accessed 20 January 2024).
4. available at: https://www.ey.com/en_gl/ceo/ceo-outlook-global-report (accessed 20 January 2024).

5. available at: <https://delprof.ru/> (accessed 20 January 2024).
 6. available at: <https://delprof.ru/> (accessed 20 January 2024).
 7. available at: <https://sber.pro/> (accessed 20 January 2024).
 8. available at: <https://www.eurochem.ru/> (accessed 20 January 2024).
 9. available at: <https://www.acron.ru/> (accessed 20 January 2024).
 10. available at: <https://www.kuazot.ru/> (accessed 20 January 2024).
 11. available at: <https://www.phosagro.ru/> (accessed 20 January 2024).
-

Features of Sustainable Development of Enterprises Producing Mineral Fertilizers in the Context of Digital and ESG Transformation

N. V. Sakharova, E. V. Bykovskaya, E. I. Dmitrieva

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia;
Tambov State Technical University, Tambov, Russia;
Moscow State University of Civil Engineering
(National Research University), Moscow, Russia*

Keywords: production of mineral fertilizers; sustainable development; digital transformation; ESG principles.

Abstract: The topic of digital transformation of enterprises producing mineral fertilizers is presented. Special attention is paid to solutions related to ESG issues of enterprises producing mineral fertilizers. The review of production and economic indicators, as well as environmental objectives of the largest companies producing mineral fertilizers in the Russian Federation, is carried out. It is indicated that all strategic documents of the leading enterprises for the production of mineral fertilizers are based on the principles of sustainable development of companies, digitalization and ESG transformation.

© Н. В. Сахарова, Е. В. Быковская, Е. И. Дмитриева, 2024

РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

С. П. Спиридонов, С. Н. Шепелев, А. О. Назарова

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

Ключевые слова: государственная поддержка; инновации; регулирование; цифровые платформы; цифровая трансформация; цифровые сервисы.

Аннотация: Рассмотрены основные государственные цифровые платформы (платформы государственной информационной системы промышленности и «Мой экспорт») как новый подход к решению задач отраслевого регулирования в государственном управлении развитием инноваций на промышленных предприятиях и повышением их конкурентоспособности на мировом рынке. Показана их эффективность на примерах региональной компании МИЭЛТА. Проанализированы инструменты, которые предоставляют платформы и приведены условия дальнейшего развития данных инструментов.

Введение

Опыт развитых стран показывает, что для более эффективного развития любой отрасли экономики требуется развитие инновационных технологий, продуктов и сервисов, а также контроль эффективности данных инноваций. Современные условия организации производства продиктованы быстро меняющимися отношениями между продавцом и покупателем. Появление умных продуктов и услуг, повышение покупательной способности, расширение инновационных возможностей требует систематизации и структуризации, которую могут обеспечить ИТ-системы. Таким образом, цифровые технологии, применяющиеся в рыночных, производственных, общественных отношениях, помогают собирать и анализировать данные и оптимизировать производственные процессы.

Использование «умных» и интеллектуальных платформ в промышленности становится одним из двигателей для повышения конкурентоспо-

Спиридонов Сергей Павлович – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика»; Шепелев Сергей Николаевич – аспирант кафедры «Экономика», e-mail: sales@mielta.ru; Назарова Александра Олеговна – магистрант кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

собности в международной экономике. Кроме того, существует необходимость в единой интегрированной цифровой платформе с учетом отраслевой специфики. Закрывать такую потребность способна государственная система, которая обеспечит стандартизацию данных, обмен информацией между предприятиями, а также поддержку внедрения новых технологий и цифровых решений централизованно. Такая система может способствовать улучшению эффективности производства, сокращению издержек, повышению качества продукции и обеспечению безопасности процессов.

Поскольку многие аспекты развития промышленности в России полагаются на международный опыт применения цифровых платформ, то использование международного опыта позволит избежать ошибок, сделанных другими странами, и внедрить передовые технологии более эффективно. Государственные цифровые платформы становятся местом для сотрудничества участников производственного процесса и помогают координировать взаимодействия, мотивируя к цифровой трансформации стратегически важные отрасли экономики России. Создание подобных платформ неизбежно влечет видоизменение управленческих отношений между государством и предприятиями, а также способствует формированию новых целей. Исчезают административные надстройки между органами власти и предприятиями, отдельными пользователями, появляются новые рынки и сообщества, и «государство пересобирается вокруг задач, а не лестниц иерархии» [1, 2].

Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности до 2024 года и на период до 2030 года разработана Минпромторгом Российской Федерации в целях комплексного повышения эффективности и создания условий для успешной работы отраслей. А работа государственных цифровых платформ, как части цифровой трансформации, позволит современной производственной сфере гибко реагировать на изменения различных факторов, перестраивать производственные цепочки посредством импортозамещения и повысить прозрачность взаимодействия компаний между собой и государством [3].

Развитие цифровых платформ для нужд бизнеса полностью соответствует идеологии четвертой промышленной революции, как с точки зрения бизнеса, так и образования и науки. При внедрении такого рода инструментов в экономику следует разобраться, какие потребности данная платформа способна закрыть.

В исследовании [4] выделялось несколько определений цифровой платформы, которые перечислены далее. Цифровая платформа представляет собой современные технологии для цифрового взаимодействия, которые создают ценность через сетевые эффекты. Она обрабатывает данные и обеспечивает сервисы для участников рынка, являясь инновационной бизнес-моделью, которая упрощает обмен информацией между участниками. Такая платформа также функционирует как предприятие, обеспечивающее взаимодействие между производителями и потребителями через открытую инфраструктуру и правила сотрудничества.

В статье [5] рассматривается концепция цифровой платформы для нужд производства как экосистема, объединяющая как программную платформу (бухгалтерию, логистику, материальное обеспечение, марке-

тинг, найм и т.д.), так и техническое оборудование (заводские станки, цифровые продукты и т.д.), которое также представляет собой узлы в системе и поставляет дополнительную статистическую информацию об эффективности работы предприятия. В результате обработки полученных данных можно достичь многих результатов, например, отрегулировать цену и отработать ошибки на разных этапах реализации продукта, обеспечить сохранность данных, отследить узкие места и адаптировать производство к новым тенденциям.

Как основные примеры государственных цифровых платформ можно отметить эффективную работу государственной информационной системы промышленности (ГИСП) и платформы «Мой экспорт».

Государственная информационная система промышленности

Государственная информационная система промышленности – это ключевой инструмент для внедрения положений Федерального закона от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике Российской Федерации». представлен в виде цифровой платформы, способствующей взаимодействию государства и промышленных предприятий.

Платформа использует современные технологии искусственного интеллекта для изучения работы предприятий и оценки эффективности государственной поддержки. Ее функционал направлен на сбор и анализ информации о планах компаний, что позволяет оперативно реагировать на изменения в загрузке производств в различных регионах. Цифровая платформа обеспечивает производителям доступ к государственной поддержке, упрощает закупочные процедуры и оптимизирует логистические процессы. Более 100 разнообразных сервисов доступны пользователям предприятий. В рамках системы представлена база нормативных актов, служба поддержки пользователей и каталог промышленных площадок. Предприятиям, зарегистрировавшимся в ГИСП, предоставляется доступ к цифровым инструментам. Особое внимание уделяется информации о цифровизации в рамках Национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости». Также в ГИСП содержатся данные и их аналитика по следующим пунктам промышленности: текущее состояние и прогноз развития; действующие и проектируемые предприятия; номенклатура и объем выпуска основных видов продукции; государственные программы; кадровый потенциал; каталог доступных технологий.

Представители Минпромторга подвели промежуточные итоги развития платформы: по состоянию на 1 января 2024 года ГИСП объединяет более 140 тыс. участников промышленной кооперации, 58 тыс. поставщиков и производителей продукции, более тысячи представителей органов государственной власти.

Одним из важнейших инструментов платформы следует отметить модуль «Цифровой паспорт промышленного предприятия», который позволяет получить результат об уровне цифровой зрелости предприятия по методике федеральных органов исполнительной власти. Он создается в целях продвижения передовых практик и технологий цифровизации, поддержки национальных приоритетов, включая переход к цифровой экономике и увеличение объемов производства и экспорта, а также участия

предприятий в реализации национальных проектов. Его задачи включают улучшение и определение эффективных инструментов государственной поддержки промышленности, стимулирование предприятий к внедрению цифровых технологий, а также повышение эффективности процессов и производительности труда на промышленных предприятиях.

С получением цифрового паспорта промышленные предприятия получают объективную информацию об индексе цифровизации предприятия, оценивают свою позицию в рейтинге и сравнивают показатели с конкурентами для определения возможных направлений развития цифровых производственных процессов.

Оценка цифровой зрелости предприятия

Алгоритмы ГИСП по оценке цифровой зрелости определяют ключевые показатели, к которым должны стремиться промышленные предприятия. Под «цифровой зрелостью» промышленных предприятий следует понимать их готовность встраиваться в новый технологический уклад, использующий новейшие достижения цифровых технологий [6]. Цифровую зрелость можно считать постоянным процессом адаптации к изменяющемуся цифровому ландшафту.

Чтобы достичь цифровой зрелости предприятиям необходимо достаточное государственное участие на этапе ее становления. Это может выражаться в привлечении инвестиций, организации условий для использования имеющихся научных и производственных активов, формировании базы для развития обрабатывающих отраслей и появлении новых участников рынка.

Методика оценки уровня цифровой зрелости позволяет оценивать все процессы, действующие на предприятии (рис. 1). Полученные показатели используются для оценки готовности предприятия снижать издержки и осуществлять производственно-хозяйственные процессы за счет внедрения в производство программно-аппаратных комплексов.

Алгоритм оценки уровня цифровой зрелости следующий:

- путем анкетирования заполняется информация о предприятии (общие характеристики, технико-экономические показатели предприятия, данные о проектах цифровизации);
- в зависимости от класса предприятия платформа определяет критерии и дальнейшие матрицы построения анкеты (значимость критерия зависит от класса предприятия);
- анкетирование с учетом класса предприятия;
- расчет индексов;
- цифровой паспорт;
- результат по цифровому паспорту предлагает варианты технических решений и необходимые меры поддержки.

Единая методика оценки цифровой зрелости промышленных предприятий устанавливает стандарты и критерии для сравнения показателей между различными предприятиями. Это в свою очередь помогает разработать рекомендации по внедрению и использованию цифровых продуктов и сервисов на основе данных о цифровой зрелости предприятий.

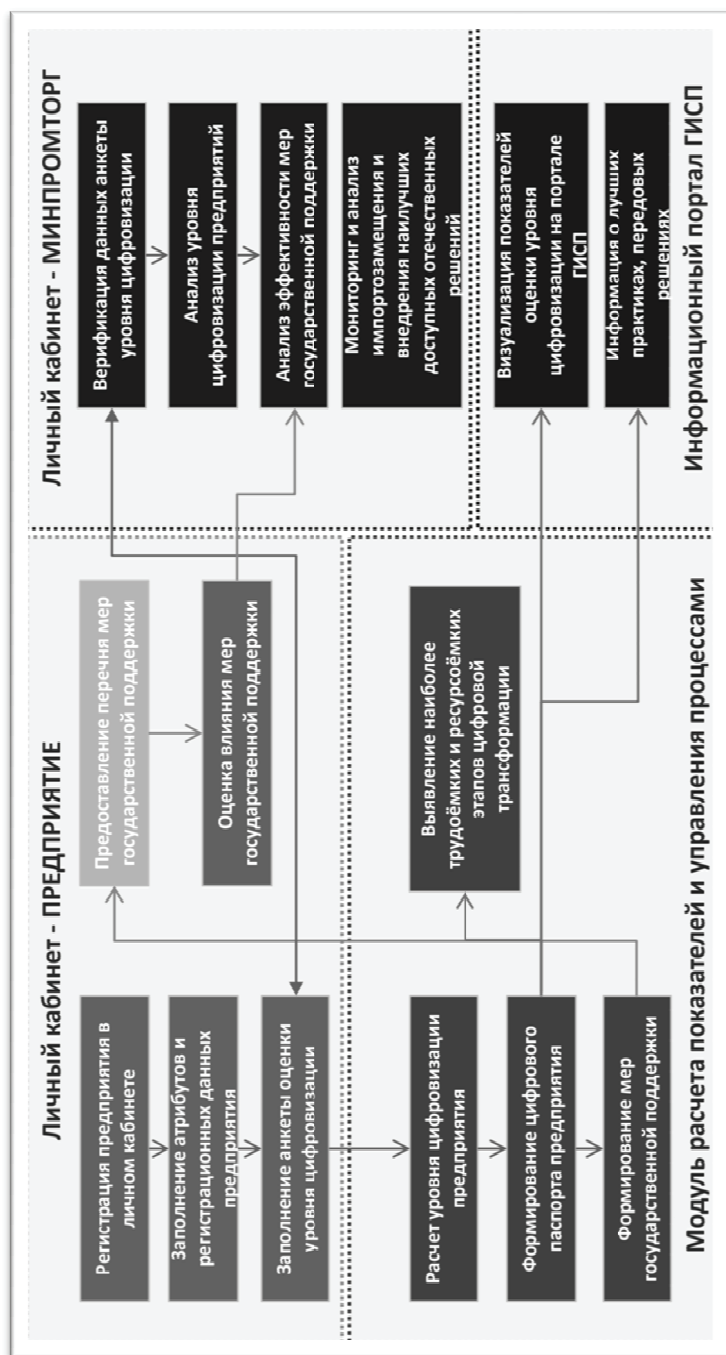


Рис. 1. Схема автоматизируемых процессов

Полученные обобщенные данные будут использоваться государственными структурами для принятия решений о необходимых объемах поддержки промышленности в цифровизации и развитии.

Методика включает в себя *три основных уровня* оценки:

1) *основные бизнес-процессы* (всего 9 групп и 36 процессов):

- монтаж, эксплуатация и послепродажное обслуживание;
- управление маркетинговыми исследованиями;
- опытно-конструкторскими работами;
- материально-техническим обеспечением и закупками;
- подготовкой производства;
- производством;
- качеством продукции (контроль качества и испытания);
- складом (упаковкой и хранением);
- сбытом и логистикой.

2) *вспомогательные* (обеспечивающие) (всего 10 групп и 59 процессов):

- стратегическое управление предприятием;
 - организационное развитие и повышение операционной эффективности;
 - юридическое управление;
 - управление финансами (бюджетирование, казначейство, бухгалтерский и налоговый учет);
 - информационными технологиями (ИТ);
 - персоналом;
 - эксплуатацией и обслуживанием оборудования;
 - безопасностью;
 - документооборотом и корпоративным контентом;
 - охраной труда, экологией и промышленной безопасностью.
- 3) *технологические решения* (всего 7 групп и 34 процесса):
- управление развитием и цифровизацией предприятия;
 - единое информационное пространство;
 - применение технических средств автоматизации производственных процессов;
 - применение сквозных и наилучших доступных технологий;
 - средства защиты информации;
 - уровень оснащения автоматизированных рабочих мест и высококвалифицированные кадры;
 - специализированные ИТ-решения.

Цифровая платформа стремительно развивается. В 2020 году проведен аудит ГИСП, учтены и проработаны предложения предприятий и общественных организаций по улучшению работы площадки. Например, запущены пилотные проекты по бесшовной интеграции учетных систем предприятий с ГИСП. Это позволит в кратчайшие сроки начать применение технологии искусственного интеллекта для анализа деятельности предприятий и эффективности оказываемых мер государственной поддержки.

На примере тамбовской компании ООО НПО «МИЭЛТА ТЕХНОЛОГИИ», которая провела оценку уровня цифровой зрелости с помощью модуля ГИСП «Цифровой паспорт промышленного предприятия», отме-

чено увеличение объема продаж в 2022 году по сравнению с 2021 годом в 2 раза после внедрения необходимой CRM-системы, которое значительно увеличило количество клиентов, повысило конверсию и привело к росту повторных продаж. Кроме того, система позволяет анализировать и планировать процессы закупки комплектующих, что существенно снижает нагрузку на специалистов по закупкам.

Цифровая платформа «Мой экспорт»

Платформа «Мой экспорт» появилась в 2020 году и стала фокусом национального проекта «Международная кооперация и экспорт», который направлен на увеличение экспорта несырьевых неэнергетических товаров. Над появлением платформы совместно с АО «Российский экспортный центр» (РЭЦ) работали 11 профильных министерств, федеральных органов исполнительной власти и деловых объединений, в том числе Минпромторг РФ, Минсельхоз РФ, Россельхознадзор, Федеральная таможенная служба, Федеральная налоговая служба.

По своей сути этот портал – МФЦ для экспортера. Платформа предоставляет экспортерам различных форм собственности онлайн-доступ к государственным и коммерческим услугам, необходимым для выхода компаний на международный рынок. Сервисы платформы предназначены как для потенциальных и начинающих экспортеров, так и продвинутых компаний.

Главной задачей проекта является простой доступ к услугам на всем жизненном цикле экспортера, устранив все барьеры. Главная цель – сделать экспортные процессы прозрачными.

Несмотря на хакерские атаки 2022 года, платформа активно развивается. В 2023 году в действующие сервисы добавили 12 услуг и 3 абсолютно новых сервиса. По данным РЭЦ, общее число услуг и сервисов превысило 110 единиц. В числе новшеств отметим услуги АО «ЭКСаР» и АО «РОСЭКСИМБАНК» («Предэкспортное финансирование», «Финансирование дебиторской задолженности», «Гарантия в пользу налоговых органов (возврат НДС)», «Гарантия возврата аванса», «Гарантия исполнения обязательств», «Гарантия платежа», «Тендерная гарантия»), а также новые меры поддержки, самые востребованные из которых переведены в цифровой вид: транспортировка промышленной продукции, транспортировка через порты Северо-Западного федерального округа, сертификация продукции АПК и размещение в павильонах АПК за рубежом. Платформа обеспечила доступ к оплате счетов и персонализированным предложениям для экспортеров.

Вице-президент по реализации платформы Алексей Михайлик анонсировал развитие платежного сервиса в 2024 году, перевод «в цифру» услуг от региональных Центров поддержки экспорта, которые сейчас работают в 82 регионах страны. Планируется, что на платформе появятся новые программы по обучению внешнеэкономической деятельности от Школы РЭЦ. Пополнится перечень цифровых финансовых продуктов от группы РЭЦ – в онлайн-формате можно будет получить дополнительные услуги по страхованию и кредитно-гарантийной поддержке.

С развитием платформы увеличивается и количество зарегистрированных компаний. По официальным данным РЭЦ, за 2023 год «Мой экспорт» увеличился на 12 тысяч организаций. Компаниям было оказано более 115 тысяч услуг, а общее количество за три года работы платформы превысило 140 тысяч.

При этом динамика роста новых пользователей платформы только растет. Так, за первое полугодие 2024 года к данной площадке присоединилось более 5 800 компаний, что на 39 % больше, чем в прошлом году за тот же период. Сейчас экосистемой пользуются более 32 000 юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

В сложный момент 2022 года, когда в условиях жесточайших санкций и запретов на ввоз и вывоз товаров казалось, что большинство российских компаний остановит экспортную деятельность, получение антикризисных консультационных услуг от экспертов через цифровую платформу помогло справиться со сложной перестройкой логистики, были предложены возможные варианты и схемы по оплате в обход санкций. Прямой диалог предприятий, представителей власти и экспертов в области экспортной деятельности способствовал стабилизации ситуации.

В 2023 году с помощью платформы «Мой экспорт» ООО НПО «МИЭЛТА ТЕХНОЛОГИИ» подало заявку на возмещение части затрат, связанных с участием в зарубежной выставке «Securex South Africa 2022». На основании постановления Правительства РФ от 28.12.2020 № 2316 «О государственной поддержке российских организаций и индивидуальных предпринимателей в целях возмещения части затрат, связанных с участием в международных выставочно-ярмарочных мероприятиях» компенсируется часть затрат на оплату регистрационного взноса и аренду выставочной площади. Поддержка экспортерам предоставлялась по результатам конкурсного отбора заявок.

Для получения компенсации необходимо выполнить одно из основных условий: общая стоимость контрактов, заключенных с даты начала мероприятия до даты подачи заявки, должна быть выше запрашиваемой суммы поддержки в девять раз.

На момент подачи заявки по результатам участия в выставке, ООО НПО «МИЭЛТА ТЕХНОЛОГИИ» подтвердило отгрузки по 5 внешнеэкономическим контрактам на общую сумму 2 356 739 рублей, что позволило принять участие в конкурсном отборе.

Фактически понесенные затраты компании на выставку составили 568 300 рублей, компенсация по итогу конкурсного отбора – 261 859 рублей.

Процесс заполнения заявки и отправки подтверждающих документов проходил через личный кабинет экспортера. Все формы подписывались электронно-цифровой подписью. В личном кабинете можно было проследить статус заявки. С момента подачи заявки до поступления денежных средств на расчетный счет заявителя прошло 5 месяцев (с 6 апреля до 5 сентября).

Благодаря государственной поддержке эффективность участия (ROI (*Return On Investment*)) в международном выставочном мероприятии составила 284 % вместо изначальных 107 %.

Заключение

Применение цифровых платформ в государственном секторе обусловлено необходимостью ускорения в предоставлении качественных государственных услуг предприятиям, в том числе эффективностью и прозрачностью межведомственного взаимодействия. Таким образом, внедрение ИТ-технологий в производство значительно упрощают задачу анализа, оптимизации и реструктуризации отношений между участниками процесса.

Государственные платформенные решения для промышленных предприятий можно считать одним из важнейших инструментов современного цифрового государственного управления. Важнейшая функция такого государства – содействие экономическому развитию, благосостоянию, когда отдельно взятое предприятие перестает быть средством (инструментом), а становится целью.

Стоит отметить, что развитие данной сферы невозможно без высококвалифицированного персонала, который будет заниматься разработкой данных платформ, а именно, ИТ-специалистов, включенных в разработку программного и аппаратного обеспечения, дата-аналитиков и разработчиков искусственного интеллекта. События последних лет привели к пониманию ценности специалистов ИТ-сферы в области разработки российских платформ и решений. Поддержка таких сотрудников стала драйвером для внедрения цифровых инноваций. Этому способствовали уход глобальных поставщиков, наращивание функционала российских цифровых продуктов и решений. Аналитики придерживаются мнения, что подобный рост продолжится в 2024–2025 годах до того момента, когда процессы импортозамещения будут завершены более чем на 90 %. В это время с помощью господдержки сформируется новый подход во взаимодействии предприятий, будут перестроены большинство бизнес-процессов и внедрены инновационные технологии.

Государственное управление с использованием средств цифровых платформ создаст межотраслевые модели данных (отраслевых дата-сетов для использования предприятиями и ИТ-компаниями) и сформирует системы перехода от традиционной статистики к технологии обработки больших массивов данных и искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Тапскотт, Д. Электронно-цифровое общество: плюсы и минусы эпохи сетевого интеллекта / Д. Тапскотт ; пер. с англ. И. Дубинского ; под ред. С. Писарева. – Киев : INT Пресс; Москва : Релф-бук, 1999. 403 с.
2. Моazed, А. Платформа: Практическое применение революционной бизнес-модели / А. Моazed, Н. Джонсон ; пер. с англ. – М. : Альпина Пабlishер, 2019. – 288 с.
3. Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их цифровой зрелости до 2030 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 ноября 2021 г. № 3142-р. – Текст : электрон. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_390587/ (дата обращения: 20.07.2024).

4. Simchenko, N. Digital platforms of networking in industry / N. Simchenko, S. Tsohla, I. Pavlenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 753, No. 6. – P. 062005.

5. Maiorova, K. S. Transformation of Industrial Business Platforms in the Context of Digitalization / K. S. Maiorova // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 12-4(114). – С. 87 – 92.

6. Карташева, Н. Цифровая трансформация в промышленности / Н. Карташева // Центр оценки и кадрового развития специалистов в области цифровой трансформации. – Текст : электрон. – URL: <https://cdto.work/2023/05/25/cifrovaja-transformacija-v-promyshlennosti/> (дата обращения: 20.07.2024).

References

1. Tapscott D. [Electronic-digital society: Pros and cons of the era of network intelligence], [Per. with eng. Igor Dubinsky; under the editorship of Sergey Pisarev] Kiev: INT Press; Moscow: Relief Buk, 1999.

2. Moazed A., Johnson N. Platform [The practical application of a revolutionary business model], 2019, pp. 2019-288.

3. available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_390587/ (accessed 20 July 2024).

4. Simchenko N. [Digital platforms of networking in industry], [IOP conference series: materials science and engineering], 2020, vol. 753, no. 6, p. 062005.

5. Maiorova K. S. [Transformation of industrial business platforms in the context of digitalization], *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Research Journal], 2021, no. 12-4 (114), pp. 87-92.

6. available at: <https://cdto.work/2023/05/25/cifrovaja-transformacija-v-promyshlennosti/> (accessed 20 July 2024).

The Role of Government Digital Platforms in the Innovative Development of Industrial Enterprises

S. P. Spiridonov, S. N. Shepelev, A. O. Nazarova

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: government support; innovation; regulation; digital platforms; digital transformation; digital services.

Abstract: This article examines the main state digital platforms as a new approach to addressing industry regulation tasks in state governance, fostering innovation development at industrial enterprises, and enhancing their competitiveness in the global market. Their effectiveness is considered using the example of the regional company MIELTA. The article discusses the platforms of the state information system of industry and "My Export." The tools provided by these platforms are analyzed, and conditions for further development of these tools are outlined.

© С. П. Спиридонов, С. Н. Шепелев, А. О. Назарова, 2024

ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АЛАРМИЗМА – К ЗЕЛЕНЫМ ПРОЕКТАМ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

И. В. Хорохорина, Н. С. Попов, А. О. Сухова

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

Ключевые слова: зеленые проекты; импортозамещение; пространственное развитие территории; россыпное месторождение; титано-циркониевые пески; экспертные системы.

Аннотация: Важнейшей предпосылкой устойчивого территориального развития является эффективное использование ресурсного потенциала. В статье обсуждаются основные проблемы российского минерально-сырьевого комплекса, потребность России в отечественном титановом и циркониевом сырье. Приближается время разработки и реализации проекта освоения крупнейшего в стране россыпного месторождения «Центральное», с содержательными его оценками социально-экономических и экологических последствий для селитебной территории Рассказовского района Тамбовской области. Проведен анализ имеющихся результатов исследования месторождения «Центральное», выявлены причины неосвоенности данного месторождения. Радикальному решению возможных социально-экономических проблем может способствовать разработка зеленого проекта освоения месторождения (дружественного природе), с применением в нем наилучших доступных технологий недропользования, отобранных по результатам проведения тщательной компьютерной экспертизы.

Введение

Многообразие и масштабность минерально-сырьевой базы России является фундаментальной основой ее национальной безопасности и долгосрочным конкурентным преимуществом в мировой экономике. На территории страны и ее континентального шельфа выявлены запасы углеводородного сырья, угля, железных руд, никеля, кобальта, меди, свинца, цинка, олова, вольфрама, титана, редкоземельных металлов, алмазов, благород-

Хорохорина Ирина Владимировна – доктор технических наук, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды»; Попов Николай Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: eco@mail.tstu.ru; Сухова Анна Олеговна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

ных металлов, важнейших видов неметаллического сырья. Россия входит в число семи стран мира по обеспечению необходимыми для производства продукции типами ресурсов. На государственном балансе находится свыше 20 тыс. месторождений основных видов полезных ископаемых, примерно третья часть которых находится в разработке. Только в 2022 году было открыто 37 новых месторождений углеводородов и 130 месторождений твердых полезных ископаемых.

Состояние минерально-сырьевой базы России находится под пристальным контролем Правительства РФ, о чем свидетельствуют регулярные Государственные доклады «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации», являющиеся фактографической основой для принятия руководством отрасли и органами государственной власти стратегических и оперативно-тактических управленческих решений. Стратегической целью развития минерально-сырьевой базы РФ является создание условий для устойчивого обеспечения минеральным сырьем социально-экономического развития страны и поддержания необходимого уровня ее экономической и энергетической безопасности.

На региональном уровне приоритетными направлениями работ в сфере недропользования являются: формирование минерально-сырьевых центров (МСЦ), создание научно обоснованной информационно-картографической основы для развития минерально-сырьевого потенциала, цифровизация процесса регионального геологического изучения. При этом надо понимать, что общественное благосостояние в субъектах РФ во многом зависит от характера пространственной организации производительных сил – выбора наилучших вариантов совместного размещения всех элементов хозяйства, комплексного использования ресурсов и преимуществ потенциалов отдельных территорий.

Согласно [1], все значимые полезные ископаемые делятся на три группы: 1 – запасы, которые удовлетворяют нужды экономики до 2035 г.; 2 – полезные ископаемые, уровни добычи которых недостаточно обеспечены запасами на период до 2035 г.; 3 – импортозависимые дефицитные виды полезных ископаемых, к которым относятся, в частности, титан и цирконий. Преодоление зависимости от импорта требует, в числе прочего, глубокой переработки минерального сырья по всей цепочке получения конечных промышленных изделий, что существенно может уменьшить количество отходов. Для коренного решения проблемы импортозамещения необходимо осваивать разведанные месторождения дефицитного сырья на территории Российской Федерации.

Месторождения «Центральное»¹

Россыпное месторождение «Центральное» расположено в Рассказовском районе Тамбовской области вблизи сел Никольское, Каменка, Новгородовка и Рождественское в 60 км от г. Тамбова и в 16 км от г. Рассказово (рис. 1). Официально было открыто в 1959 году и считается одним из крупнейших титано-циркониевых месторождений на территории России, соизмеримым

¹ Обзор по материалам работ [2 – 6].

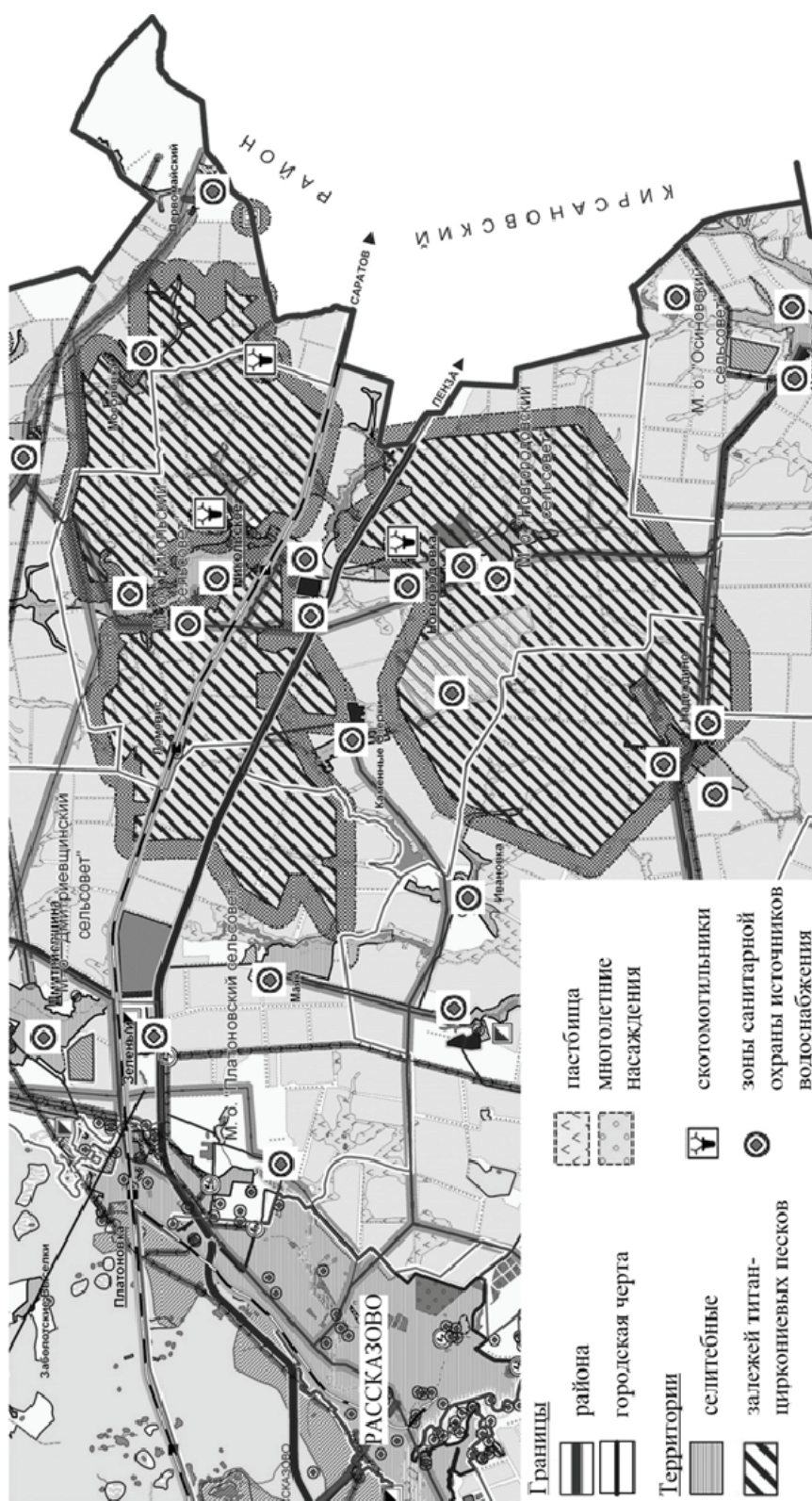


Рис. 1. Схема расположения месторождения «Центральное»

по запасам рудных песков с крупнейшими месторождениями данного типа в мире. По происхождению относится к песчаным прибрежно-морским отложениям верхней меловой эпохи. Россыпное поле вытянуто в субмеридиональном направлении на 20 км, имеет ширину от 2 до 18 км, при общей площади 140 км². Рудный пласт залегает на глубине от 3,5 до 22 м, имеет мощность от 2 до 15 м (в среднем 6,1 метра). Запасы составляют приблизительно 1,6 млрд т рудных песков.

Ценность месторождения определяют тяжелые минералы рудных песков: ильменит, рутил, циркон, золото (в количестве до 200 мг/м³), группируемые в классах крупности –0,1 ... +0,074 мм, а также и их нерудные составляющие – кварцевые пески, глауконит, эпидот, гранат, фосфаты. Принципиальная возможность извлечения золота из продуктов обогащения титано-циркониевых песков месторождения «Центральное» установлена технологическими исследованиями ФГУП ЦНИИГРИ ИМГРЭ, проведенными в разные годы. Россыпное поле условно разделено на три участка: Западный, Южный и Восточный, последний из которых разведан наиболее детально по категориям В + С1 + С2 и состоит на государственном балансе запасов, составляющих 6 396 тыс. т по диоксиду титана и 830 тыс. т по диоксиду циркония.

Современные потребности России оцениваются в 200 тыс. т по титану и 7 тыс. т по цирконю, а к концу 2024 г. рост потребления должен составить до 300 тыс. т и 20 тыс. т соответственно. Из этого следует, что месторождение «Центральное» способно покрыть запросы потребителей в металлах данного типа на долгосрочную перспективу. Ильменитовое сырье используют для получения титана – важного конструкционного материала в авиа-, ракето-, кораблестроении, производстве электродов, а диоксид титана используется при получении титановых белил. Цирконий активно используется в химической промышленности и атомной энергетике, для производства огнеупоров, ферросплавов и лигатур.

Титан и цирконий входят в перечень основных видов стратегического минерального сырья, утвержденного распоряжением Правительства РФ от 30 августа 2022 г. № 2473-р.

Приоритетность разработки месторождения «Центральное» для экономики региона содержится в Законе Тамбовской области «О стратегии социально-экономического развития Тамбовской области до 2035 года», принятом Постановлением Тамбовской областной Думы от 30 мая 2018 г. № 648. В законе записано: «освоение месторождения титановых руд «Центральное», строительство горно-обогатительного комбината со строгим соблюдением нормативов экологической безопасности <...> обеспечит в долгосрочной перспективе рост ВРП Тамбовской области на 8 – 12 %».

Неосвоенность рассматриваемого месторождения до настоящего времени объясняется в основном экономическими и технологическими причинами, однако попытки его разработки предпринимались уже в девяностые годы. В 1999 году группа «Норильский никель» и администрация региона заключили соглашение об освоении месторождения. В 2006 году в «Норильский никель» оценивали стоимость проекта «минимум в \$100 млн». «Норильский никель» основал ООО «Горнопромышленная компания "Титан"», начавшее разведку залежей. В 2007 году «Централь-

ное» было поставлено на Государственный баланс. В марте 2008 года о возможности разработки месторождения заявила ПАО «Корпорация ВСМПО-Ависма». В конце 2011 года компания получила контроль над «Титаном», владевшим лицензией на освоение части месторождения. Стоимость Тамбовского проекта тогда оценивали в \$300–500 млн. В 2015 году «ВСМПО-Ависма» решила не приступать к разработке до 2019 года из-за снижения цен на минеральное сырье [7].

О перспективах расширения минерально-сырьевой базы сообщается в «Справке о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Тамбовской области на 15.03.2021 г.», подготовленной ФГБУ «ВСЕГЕИ» в рамках выполнения Государственного задания Федерального агентства по недропользованию от 14 января 2021 г. № 049-00016-21-00. Минерально-сырьевой центр Центральной России признан наиболее оптимальным с логистической точки зрения среди существующих сырьевых центров. Прогнозные объемы месторождения «Центральное» оцениваются в 900 млн м³ рудных песков.

Согласно критериям проектов устойчивого развития, в районе месторождения «Центральное» необходимо создание устойчивой промышленной инфраструктуры, отвечающей требованиям качества и сертификации проектов Impact and Responsible Investing for Infrastructure Sustainability (Воздействие и ответственное инвестирование для обеспечения устойчивости инфраструктуры). При этом добыча и обогащение руд цветных металлов, к которым относятся титан и цирконий, должны соответствовать показателям ресурсной и энергетической эффективности наилучших доступных технологий (НДТ) из справочника «Добыча и обогащение руд цветных металлов» (ИТС 23–2017). Для определения соответствия технологических процессов, оборудования, технических способов и методов, применяемых на месторождении, способном оказывать негативное воздействие на окружающую среду, должна использоваться система экспертной оценки согласно ГОСТ Р 113.00.08–2023 «Наилучшие доступные технологии. Система экспертной оценки наилучших доступных технологий. Общие требования».

В настоящее время Центрудра выставила на аукцион право пользования восточной частью месторождения «Центральное» [7]. Победителю тендера предстоит в течение двух лет с даты регистрации лицензии утвердить технический проект разработки месторождения, а в течение трех лет – начать его реализацию.

Экологические и социальные аспекты отработки месторождений

Известно, что методы по освоению и разработке полезных ископаемых могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду, тем самым способствуя возникновению социальной напряженности в обществе. В недавнем прошлом имелись случаи, в которых геолого-разведочные и горнодобывающие работы были приостановлены в результате протестов местного населения. Например, недавняя история была связана с доразведкой и разработкой Еланского медно-никелевого и Елkinsкого месторождений в Новохоперском районе Воронежской области, где местные жители и экологи заявляли, что добыча никеля разрушит экосистему уни-

кального Хоперского заповедника, расположенного в нескольких километрах от месторождения. Подобные ситуации могут иметь основания вследствие недостаточной проработки проекта освоения месторождения в его экологической части, а также из-за отсутствия у населения необходимой информации по организации защиты окружающей среды от вредного влияния факторов добычи и обогащения сырья.

В целях предотвращения негативного влияния на окружающую среду добывающих и перерабатывающих производств в Стратегии [1] заложено совершенствование экологических требований при недропользовании с учетом отечественного и мирового опыта, комплексного использования полезных веществ и применения систем мониторинга. Повышение эффективности комплексного освоения россыпных месторождений и отходов недропользования возможно посредством реализации НДТ, отбираемых по результатам экспертизы, и формирования зеленого проекта, соответствующего современным технико-экономическим и экологическим требованиям. В этой связи целью настоящей работы является обсуждение проблем обеспечения социальной и экологической безопасности и устойчивости экономического развития территории, сопряженной с зоной расположения россыпного месторождения.

По заключению авторов работы [4] рудные пески титано-циркониевых месторождений в основном состоят из устойчивых нерадиоактивных минералов – кварца и полевого шпата, не создающих угрозу здоровью населения и работникам обогатительного комбината. Рудные минералы – ильменит, рутил и циркон в этом плане также безвредны, вследствие чего часть эколого-социальных проблем могут быть исключена из рассмотрения. Важное значение для экологии региона имеют способы добычи сырья – сухой (карьерный) или мокрый (гидроскваженный), в результате использования которых образуются отвалы не только на поверхности земли, но и возможны загрязнения поверхностных и грунтовых вод сопутствующими компонентами типа фосфатов. Крайне важно отметить, что для получения промышленного концентрата используются в основном механические гравитационные, а не химические процессы, а также безопасная гидротранспортировка песков.

И все же эколого-социальные проблемы этим не ограничиваются. Помимо них существуют и социальные, представленные на схеме рис 2.

Особенно важно учитывать то обстоятельство, что «Центральное» расположено среди селитебных зон. Отсюда строительство обогатительного комбината, а впоследствии и добычи полезных ископаемых порождают ряд социально-экологических проблем [8]. Во-первых, требуется выкупить или арендовать занятые сельскохозяйственными или частными наделами территории, богатые черноземами (до 1,5 м), из-за чего увеличивается объем компенсационных выплат и возрастают затраты на рекультивацию земель. В случае карьерной добычи ископаемых увеличивается размер площади, отводимой под извлеченные пески, и возрастает время отчуждения территории, что приводит к определенной социальной напряженности. Метод скважиной гидродобычи (СГД) в таком случае более привлекателен, но способен привести к загрязнению питьевых источников и просадке грунта. Данный метод предпочтителен с глубины 20...25 м.



Рис. 2. Основные экологические и социальные проблемы разработки месторождений

Во-вторых, при карьерном способе добычи ископаемых возможны потери естественных источников водоснабжения населения (родников, колодцев) и систем централизованного водоснабжения из-за ликвидации трубопроводов, оказавшихся в зонах разработки.

В-третьих, на рудном поле могут находиться кладбища и скотомогильники, порождающие не только проблемы социально-эпидемиологического характера, но и усложняющие процесс разработки месторождения.

В-четвертых, рудные пески титано-циркониевых месторождений характеризуются повышенной радиоактивностью. На «Центральном» радиоактивность циркониевых концентратов находится на уровне 0,15 – 0,18 %, тогда как по ОСТ 48-82–81 норма 0,1 % $Th_{экв}$, из чего следует, что продукция на их основе может характеризоваться повышенной радиоактивностью.

В-пятых, требуется заблаговременная разведка новых водозаборов, прокладка труб и другие работы, проводимые в интересах социального благополучия населения.

В-шестых, открытая разработка месторождения может привести к сокращению биоразнообразия на его территории, что создаст дополнительные проблемы из-за включения некоторых видов флоры и фауны в Красную книгу.

Другие виды воздействия техники и технологий добычи ископаемых на воздушный бассейн, загрязнение почвы, ландшафт, акустику местности также оказываются значимыми с точки зрения социального и экологического благополучия населения.

Следует признать, что указанные выше социально-экологические и экономические проблемы не способствуют устойчивому функционированию других объектов региональной экономики и должны быть устранены в процессе подготовки зеленого проекта разработки месторождения.

То есть, они должны быть тщательно проработаны в соответствии с приказом Минприроды России от 1 декабря 2020 г. № 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду».

Зеленые проекты как методологическая основа в организации устойчивого территориального развития

Понятие «устойчивое развитие территорий» было юридически закреплено в Градостроительном кодексе РФ от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (далее – Кодекс). В действующей с 3 февраля 2023 г. редакции Кодекса это понятие определено как «обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений». Данное определение в целом соответствует основной идее Концепции устойчивого развития – сбалансированному учету экологических, экономических, социальных и иных факторов. В Кодексе это подтверждается принципами законодательства о градостроительной деятельности ст. 2.

В июне 2014 года принят Федеральный закон № 172-ФЗ (далее – Закон), устанавливающий правовые основы и порядок взаимодействия органов государственной власти разных уровней с общественными, научными и иными организациями в сфере стратегического (свыше 6 лет) планирования. Деятельность участников процесса планирования направлена на решение задач устойчивого социально-экономического развития. Закон обязывает региональные и местные органы управления согласовывать стратегические цели и задачи с приоритетами и целями социально-экономического развития государства. При этом прогноз развития РФ на долгосрочный период должен разрабатываться на вариативной основе.

В статьях 21 и 22 Закона излагаются особенности пространственного развития страны и ее макрорегионов, связанные с поддержанием устойчивости системы территориального расселения, учетом стратегических интересов госкорпораций, госкомпаний и акционерных обществ.

В феврале 2019 года распоряжением Правительства РФ № 207-р утверждена Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года (далее – Стратегия), представляющая собой «документ стратегического планирования, разрабатываемый в рамках целеполагания по территориальному принципу».

Цель пространственного развития РФ – обеспечение устойчивого и сбалансированного пространственного развития страны, направленного на сокращение межрегиональных различий и качества жизни населения, ускорение темпов экономического роста и технологического развития, а также на обеспечение национальной безопасности государства. К ведущим принципам пространственного развития РФ отнесены, в частности: обеспечение территориальной целостности государства; комплексный подход к социально-экономическому развитию территории; рациональное природопользование; учет интересов и мнений населения и бизнеса при планировании территориального развития.

В разделе VI Стратегии, посвященному описанию основных направлений пространственного развития, содержится требование улучшения состояния окружающей среды, стимулирования внедрения инновационных и экологически чистых технологий, развития индустрии обработки и утилизации отходов, обеспечения жителей сельских населенных пунктов коммунальной инфраструктурой, в том числе централизованным водоснабжением и водоотведением. Также обращено внимание на развитие наземной гидрометеорологической сети и расширения дистанционных методов мониторинга и прогнозирования опасных гидрометеорологических явлений, вызывающих огромный материальный ущерб. Важным посылом в документе является предложение использовать информационно-телекоммуникационные технологии, платформенные решения и интеллектуальные системы управления городской инфраструктурой в теме «умный город».

В июне 2021 года появилось распоряжение Правительства РФ № 1912-р, нацеленное на поддержку развития инвестиционной деятельности в Российской Федерации, привлечение внебюджетных средств в «зеленые проекты», связанные с положительным воздействием на окружающую среду и устойчивое развитие страны. К «зеленым проектам» отнесены проекты, соответствующие критериям, утвержденным Правительством РФ, а также международным соглашением по климату Земли и целям устойчивого развития, указанным в декларации «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.», принятой резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН 25 сентября 2015 г.

Идеологическим продолжением темы «зеленых проектов» стало Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2021 г. № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации». Согласно этому документу, проекты отраслевого развития должны применять наилучшие доступные технологии и иметь подтверждаемый верификатором *положительный* эффект воздействия их на окружающую среду и климат. Принципиальным моментом является более объективная оценка значимости проектов для общества: не только с точки зрения их экономической эффективности, но и в плане социально-экологических последствий.

Для качественной разработки территориальных инфраструктур Национальным центром государственно-частного партнерства «ВЭБ РФ» и компанией AECOM разработана Система оценки качества и сертификации инфраструктурных проектов (IRIS), определяющая то, каким должен быть устойчивый и привлекательный для инвесторов инфраструктурный проект. В основу IRIS положены шесть принципов отбора качественных инфраструктурных инвестиций (QII):

1. Соответствие ЦУР и обеспечение роста национальной экономики.
2. Экономическая эффективность в течение всего жизненного цикла.
3. Экологичность и минимальное негативное воздействие на климат и окружающую среду.

4. Безопасность и устойчивость к природным катастрофам и чрезвычайным происшествиям.

5. Социально ориентированные проектные решения и политика реализации проекта.

6. Управленческая эффективность и прозрачность при принятии инвестиционных решений.

Использование системы IRIS носит рекомендательный характер. Однако ее применение означает учет требований зарубежных инвесторов и апробацию лучших мировых практик в сфере проектирования региональных инфраструктур.

Очевидно, что материалы оценки воздействий на окружающую среду, включаемые в зеленый проект, должны быть научно обоснованы, достоверны и отражать результаты комплексных исследований, прогнозируемых воздействий на окружающую среду и их последствий, выполненных с учетом перекрестных взаимосвязей различных экологических, социальных и экономических факторов [9].

Учитывая очевидную сложность решения такой задачи, связанной с обработкой большого объема информации, необходимостью использования эмпирических данных, решения ряда аналитических задач численными методами, а также ввиду отсутствия общей концептуальной основы, необходимо создание специализированной информационной системы, а именно – экспертной системы поддержки принятия проектных решений, способной существенно упростить работу ответственных лиц при анализе альтернативных технико-технологических вариантов разработки месторождений.

Заключение

1. Проблема импортозамещения стратегически важного для промышленности России титано-циркониевого сырья на сегодня является чрезвычайно актуальной.

2. Определены инвесторы, способные приступить к разработке проекта освоения месторождения «Центральное».

3. Строительство обогатительного комбината и отработка месторождения могут привести к нежелательным социально-экологическим и экономическим последствиям, если не будут учтены современные требования, предъявляемые к зеленым проектам недропользования.

4. Необходимо разработать общую концептуальную основу проведения экспертизы возможных вариантов проектных решений с участием представителей общественности.

5. Проработка элементов проекта, связанных с последствиями его реализации, предполагает использование ГИС-технологий, методов математического моделирования, прогноза, имитационного исследования и привлечения знаний экспертов на разных этапах работы.

6. Целесообразно создание проблемно-ориентированной экспертной информационной системы для комплексного решения задач, связанных с разработкой месторождения на предпроектной стадии.

Список литературы

1. Стратегия развития минерально-сырьевой базы РФ до 2050 г. : Распоряжение Правительства РФ от 11 июля 2024 г. № 1838-р. – Текст : электрон. – URL : <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202407290031?index=1/> (дата обращения: 01.10.2024).
2. Быховский, Л. З. Перспективы промышленного освоения титано-циркониевых россыпей Русской платформы и задачи дальнейших исследований / Л. З. Быховский, Л. Д. Зубков, Н. Г. Патык-Кара // Руды и металлы. – 1996. – № 2. – С. 28 – 37.
3. Лаломов, А. В. Создание минерально-сырьевого центра титанового и циркониевого сырья на территории Центральной России / А. В. Лаломов, А. А. Бочнева, Р. М. Чефранов // Молодой ученый. – 2020. – № 2(292). – С. 326 – 333.
4. Лаломов, А. В. Центральное, Лукьяновское и Унечское месторождения цирконий-титановых песков как база для создания минерально-сырьевого центра и осуществления стратегии импортозамещения России / А. В. Лаломов, А. А. Бочнева // Молодой ученый. – 2020. – № 2(292). – С. 333 – 340.
5. Золотарева, Г. С. Техногенные россыпи как источник титан-циркониевого сырья / Г. С. Золотарева, С. В. Бондаренко, С. В. Ненахов, В. И. Спицын // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2018. – № 4. – С. 57 – 66.
6. Кутищев, А. В. Гранулометрический состав разреза сеноманских песчаных отложений восточного участка месторождения Центральное Тамбовской области / А. В. Кутищев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2013. – № 2. – С. 35 – 39.
7. Старикова М., Морозова А. Титану сулят добычу // Коммерсант : офиц. сайт. – 25 июня 2024. URL: <https://kommersant-ru.turbopages.org/turbo/kommersant.ru/s/doc/6790027> (дата обращения: 01.10.2024).
8. Арманд, О. А. Геоэкологическая оценка комплексных титаноциркониевых россыпных месторождений : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук : 25.00.36. – М., 2005. – 23 с.
9. Баламутова, А. А. Пространственное измерение в проектах устойчивого регионального развития / А. А. Баламутова, Н. С. Попов, Л. Н. Чуксина // Вопрос современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2023. – № 2(88). – С. 38 – 53.

References

1. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202407290031?index=1/> (accessed 01 October 2024)/
2. Byhovskiy L.Z., Zubkov L.D., Patyk-Kara N.G. [Prospects for industrial development of titanium-zirconium placers of the Russian platform and tasks of further research], *Rudy i metallu* [Ores and metals], 1996, no. 2, pp. 28-37. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Lalomov A.V., Bochneva A.A., Chefranov R.M. [Creation of a mineral resource center for titanium and zirconium raw materials in Central Russia], *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2020, no. 2(292), pp. 326-333. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Lalomov A.V., Bochneva A.A. [Central, Lukyanovskoye and Unechskoye deposits of zirconium-titanium sands as a basis for the creation of a mineral resource center and the implementation of Russia's import substitution strategy], *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2020, no. 2(292), pp. 333-340. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Zolotareva G.S., Bondarenko S.V., Nenakhov S.V., Spitsyn V.I. [Man-made placers as a source of titanium-zirconium raw materials], *Vestnik Voronezhskogo*

gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geology], 2018, no. 4, pp. 57-66. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Kutishchev A.V. [Granulometric composition of the section of Cenomanian sand deposits of the eastern section of the Central deposit, Tambov region], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya* [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geology], 2013, no. 2, pp. 35-39. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Available at: <https://kommersant-ru.turbopages.org/turbo/kommersant.ru/s/doc/6790027> (accessed 01 October 2024).

8. Armand O.A. *Extended abstract of Candidate's of geological and mineralogical sciences thesis*. Moscow, 2005, 23 p. (In Russ.)

9. Balamutova A.A., Popov N.S., Chuksina L.N. [Spatial dimension in sustainable regional development projects], *Vopros sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2023, no. 2(88), pp. 38-53. doi: 10.17277/voprosy.2023.02.pp.038-053 (In Russ., abstract in Eng.)

From Ecological Alarmism to Green Projects of Deposits Development

I. V. Khrokhорina, N. S. Popov, A. O. Sukhova

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: green projects; import substitution; spatial development of the territory; placer deposit; titanium-zirconium sands; expert systems.

Аннотация: The most important prerequisite for sustainable territorial development is the efficient use of resource potential. The article discusses the main problems of the Russian mineral resource complex, Russia's need for domestic titanium and zirconium raw materials. It is time for the development and implementation of the project for the development of the country's largest placer deposit "Centralnoye", with its substantive assessments of the socio-economic and environmental consequences for the residential area of the Rasskazovsky district of the Tambov region. An analysis of the available results of the study of the central deposit has been conducted, and the reasons for the lack of development of this deposit have been identified. A radical solution to possible socio-economic problems can be facilitated by the development of a green project for the development of the deposit (friendly to nature), using the best available technologies for subsoil use, selected based on the results of a thorough computer examination.

© И. В. Хорохорина, Н. С. Попов, А. О. Сухова, 2024

Теория и методика обучения и воспитания

УДК 37.01.3

DOI: 10.17277/voprosy.2024.03.pp.092-099

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРАТИВНОГО ПОДХОДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ В РАМКАХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО»

И. А. Воликова, С. Г. Машкова, А. В. Козачек, А. В. Сузюмов

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

Ключевые слова: интегративный подход; организация учебной практики; полевая экспедиция; реклама и связи с общественностью; студенты.

Аннотация: Рассмотрены практические аспекты реализации интегративного подхода при организации и проведении учебной практики студентов по направлению подготовки 42.03.01 Реклама и связи с общественностью Тамбовского государственного технического университета, полученные в ходе геоэкологической экспедиции «Плавучий университет имени В. И. Вернадского», проходившей в 2021 – 2023 гг.

Уделено внимание значению командной работы в процессе реализации профессиональной деятельности PR-специалиста. Определены направления по совершенствованию подготовки бакалавров при выполнении задач учебной практики, закреплению полученных знаний и приобретению первоначальных практических навыков в решении конкретных заданий в условиях полевой экспедиции.

Введение

Расширение спроса рынка труда специалистов в области гуманитарного образования определяет необходимость внедрения актуальных методов в реализации основных образовательных программ с более сложной многосоставной компетентностной структурой.

Воликова Ирина Александровна – старший преподаватель кафедры «Теория и история государства и права», e-mail: volikova4@yandex.ru; Машкова Светлана Геннадьевна – кандидат филологических наук, доцент кафедры «Теория и история государства и права»; Козачек Артемий Владимирович – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Природопользование и защита окружающей среды»; Сузюмов Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

Приоритетным вариантом достижения профессионального уровня компетентности, качественного конечного результата теоретической подготовки студентов и закрепления навыков их практического обучения являются условия и подходы к проведению учебной практики студентов.

Одним из перспективных направлений в области повышения качества университетского образования представляется прохождение учебной практики студентами по направлению подготовки 42.03.01 Реклама и связи с общественностью в условиях полевой экспедиции «Плавучий университет имени В. И. Вернадского» проекта «Флотилия плавучих университетов» с использованием интегративного подхода.

Экспедиция реализует педагогический принцип «обучение через исследование», в рамках которого гармонично сочетается научная и учебная, самостоятельная и экспериментальная деятельность, включая в себя научно-исследовательские, научно-образовательные, научно-просветительские мероприятия.

Опираясь на опыт исследователей, отмечающих возрастание роли интегративного подхода в современном образовании, использующегося «как средство построения педагогических моделей» [1, с. 122], предложено рассмотреть опыт проведения учебной практики «студентов-пиарщиков» в условиях полевой экспедиции.

Роль интегративного подхода в рамках проведения учебной практики в условиях полевой экспедиции

Поскольку в современных реалиях наибольший интерес представляет практическая направленность при формировании универсальных способностей будущих специалистов, нахождение среди методов обучения наиболее активных форм учебного процесса заметно повышает мотивацию обучающихся к творческому освоению учебного материала.

Профессионально-личностному развитию студентов способствует использование интегративного подхода при решении проблемы повышения качества профессионального образования.

Интегративный подход в образовании представляет собой методологию, направленную на объединение различных областей знаний и формирование комплексного межпредметного подхода к обучению. Подобный подход позволяет обеспечить более глубокое понимание предмета и развить у студентов навыки решения комплексных проблем.

Выделяют следующие характеристики интегративного подхода:

- объединение знаний из различных предметных областей для создания цельного образовательного опыта;
- включение в программу обучения проектной работы, где студенты решают реальные задачи;
- студенты учатся критически мыслить, анализировать информацию, искать взаимосвязи между явлениями и принимать комплексные решения;
- создание образовательных программ, объединяющих знания из разных дисциплин, чтобы подготовить студентов к решению сложных задач в современных условиях;
- интегративный подход способствует развитию навыков командной работы и сотрудничества, вовлечению студентов в групповые проекты.

Применение интегративного подхода в образовании позволяет развивать у студентов компетенции, необходимые для адаптации к быстро меняющимся условиям современного мира.

Формирование универсальных и профессиональных компетенций*, предусмотренных Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, сталкивается с необходимостью решения нестандартных задач и приобретением навыков урегулирования комплексных проблем в реальных условиях (полевой экспедиции) в процессе прохождения учебной практики.

Эта «компетентностная материя» профессиональной образовательной подготовки составляет сущностное ядро целеполагания образовательной подготовки и ожидаемых от нее результатов [2, с. 720]. То, какими и в каком объеме компетенциями овладел в ходе образования человек, таким и такого качества специалистом по данной профессиональной линии он может считаться.

Применение межпредметного, интегративного подхода в профессиональной подготовке «студентов-пиарщиков» приводит к нивелированию противоречий между образовательными стандартами и реальными требованиями отрасли. Основной акцент при этом сделан на использование такого подхода при построении программ учебной практики студентов, «которое происходит при взаимодействии всех составляющих образовательного процесса и направлено на профессионально-личностное развитие студентов» [3, с. 14].

Понятие «интегративность» отображает целостность образования, указывает на межпредметное взаимодействие и реализацию многокомпонентной составляющей процесса обучения.

К основным задачам использования интегративного подхода в процессе прохождения учебной практики относится формирование целостного мировоззрения и общей культуры обучающихся. Интегративные внутригрупповые взаимодействия всесторонне развивают и влияют на процесс прохождения практики в полевых условиях и в конечном счете повышают уровень профессиональной подготовки.

Достижению положительного образовательного результата при использовании интегративного подхода в полевой экспедиции способствовало взаимодействие студентов в команде.

Реализация интегративного подхода в этом случае показала необходимость:

- создания управленческой команды;
- определения целей и задач, стоящих перед командой;
- выявления лидера внутри команды;
- распределения ролей между участниками рабочего коллектива;

*«Компетенция» применительно к профессиональной специальности – это система знаний (а также умений и навыков): а) общего (универсального) характера, позволяющих ориентироваться в производственных отношениях общества в целом, а также б) общепрофессионального и профессионального плана, связанных с определенным направлением профессиональной деятельности, которые должны быть присущи в необходимом объеме и качестве каждой отдельной личности, прошедшей соответствующую образовательную подготовку [2, с. 720].

- закрепления индивидуальных заданий преподавателем внутри команды;
- использования преимущества командной работы;
- ведения диалога между участниками команды;
- взаимодействия членов команды с участниками из других учебных заведений и научных учреждений, обмена научными и учебными материалами;
- согласования проводимой командной работы, содействующего социально-психологической сплоченности коллектива;
- командного взаимодействия как философии жизни.

Совместная деятельность в команде позволила эффективно реализовывать интеллектуальный и творческий потенциал по реализации совместной деятельности обучающихся. Коллективная поддержка и активное взаимодействие внутри команды обеспечила безопасность участников экспедиции.

В процессе реализации поставленных задач применялись технологии командообразования, позволяющие раскрыть значение командной работы в процессе профессиональной деятельности PR-специалиста.

По мнению автора [4, с. 162], интегративный подход – средство, которое обеспечивает «целостность картины мира; способствует развитию способностей человека к системному мышлению при решении теоретических и практических задач».

Опыт организации полевой учебной практики студентов на основе интегративного подхода

Применяя основные принципы интегративного подхода в рамках Всероссийского научно-просветительского проекта «Плавучий университет имени В. И. Вернадского» в 2021 – 2023 гг. в течение десятидневного срока в летний период в рамках полевой экспедиции проведена учебная практика студентов ФГБОУ ВО «ТГТУ» по направлению подготовки 42.03.01 Реклама и связи с общественностью.

Задания практики включали в себя помимо основной деятельности отработку коммуникационных, исследовательских, организационных навыков, творческой и проектной деятельности.

Экспедиция «Плавучий университет имени В. И. Вернадского» включала в себя научно-образовательные и научно-просветительские мероприятия – мастер-классы, лектории, полевые экскурсии, мероприятия волонтерской деятельности, практикумы и мозговые штурмы. На борту судна и в полевых условиях происходило постоянное взаимодействие студентов различных направлений и специальностей, экспертного сообщества, ученых, профессионалов-практиков и местного населения.

Экспедиция позволила объединить под одной крышей представителей самых разных предметных областей, статусов и возрастов, которые в этот момент стали одной большой семьей. Увлеченность, командный дух, ощущение единения в полевых условиях способствовали максимальной вовлеченности каждого участника экспедиции в процесс, повышая тем самым эффективность достижения целей и удовлетворенность от процесса.

В условиях интегративного подхода на новый уровень выходит обеспечение безопасности работы в полевых условиях. А так как участники

экспедиции действуют как единый сплоченный механизм, то значительно увеличивается скорость коммуникации и реагирования на происходящие события в условиях единого информационного поля.

Важной составляющей индивидуальных заданий учебной практики по реализации PR-проекта «Плавучий университет имени В. И. Вернадского», является составление медиаплана, взаимодействие со средствами массовой информации, событийное информационное сопровождение, написание пресс-релизов; фото- и видеосъемка; размещение информации в социальных сетях, создание резонансного отклика в сети Интернет.

В работе [5, с. 70] отмечено, что перемены, связанные с активным развитием информационных технологий, подталкивают образовательную среду к совершенствованию программ подготовки специалистов, стимулируют к созданию качественных и продуктивных образовательных маршрутов для обучающихся.

Важными аспектами реализации программ практики является наличие обратной связи с целевой аудиторией, медиасообществом, интервью с участниками экспедиции, представителями администрации, а также непосредственное наблюдение за работой профессиональных СМИ (съемки в лагере экспедиции, проводимые телеканалом ГТРК-Саратов).

Также при прохождении практики обучающиеся получили возможность наблюдать за работой проекта «Плавучая школа телевидения» по созданию видеофильма о научной деятельности академика В. И. Вернадского, на опыте профессиональных медийщиков ознакомиться с работой над PR-проектом.

Руководитель проекта «Плавучая школа телевидения», канд. филол. наук, доцент, руководитель медиацентра Е. Е. Захаров следующим образом охарактеризовал потенциал экспедиции для дальнейшего профессионального развития личности студента коммуникационного направления: «Экспедиционный формат практики, предполагающий практически круглосуточную коммуникацию с представителями разных профессий (и, что важно, с носителями разных дискурсов общения), способен мобилизовать когнитивные возможности студентов, раскрыть их креативный потенциал» [6, с. 65–66].

Получение подобного опыта, навыков и знаний в творческой медийной среде позволяет развивать коммуникативную компетентность и способность к выстраиванию в дальнейшем взаимодействия на профессиональном уровне.

Как отмечено в [7, с. 273], «деятельность специалиста в сфере связей с общественностью предполагает академическую грамотность, наличие творческого мышления, гибкость, точность и неординарность видения обычных ситуаций, а также сформированных умений идентифицировать ситуацию».

Полевая медиапрактика с использованием интегративного подхода предоставляет ее участникам проявить не только профессиональные, но и личностные качества, способствует их социальной адаптации, проверяет и выявляет творческие и организаторские способности будущих мастеров медиакоммуникаций.

Установленные учебным планом сроки прохождения практики дают возможность не только приобрести первоначальный опыт по применению

полученных теоретических знаний, используя различные жанры и форматы, но и развить свои творческие навыки, практически подготовиться к реалиям будущей профессии, научиться объективно относиться к конструктивной критике.

Активно участвуя в различных мероприятиях, обучающиеся в полной мере могли совершенствовать свои навыки и умения, наращивать базу профессиональных знаний. Индивидуальные практические задания студентам традиционно ориентированы на освоение профессиональных и общепрофессиональных компетенций.

При прохождении учебной практики в полевых условиях экспедиции теоретические умения и навыки участников, приобретенные при изучении учебных дисциплин, нашли их практическое воплощение в произведенный контент, что позволило получить необходимый уровень подготовленности будущих специалистов в сфере рекламы и связей с общественностью.

Заключение

Опыт проведения учебной практики «студентов-пиарщиков» в экспедиционном полевом формате с применением интегративного подхода показал перспективы творческого развития и формирования устойчивого представления о деятельности PR-специалистов.

Реализация интегративного подхода при прохождении учебной практики «студентами-пиарщиками» способствовала активизации профессионального интереса к знаниям, продемонстрировала усвоение ключевых компетенций в коммуникационной, информативной и интеллектуальной сферах, и, в конечном счете, доказала его эффективность.

Итоги работы студентов при прохождении учебной практики в условиях полевой экспедиции показали необходимость дальнейшего использования и расширения применения интегративного подхода, реализуемого в организации профессиональной подготовки бакалавров по направлению 42.03.01 Реклама и связи с общественностью Тамбовского государственного технического университета. Университетская подготовка «студентов-медийщиков» – надежный залог успешного трудоустройства и результативной профессиональной деятельности. Помимо этого, университетская среда, по мнению авторов [8, с. 23], «принимает непосредственное участие в формировании личности студента, развивая такие базовые ценности, как нравственность, патриотизм, гражданственность».

Список литературы

1. Кудakov, О. Р. Использование производных от термина «интеграция» в современной педагогической литературе / О. Р. Кудakov // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2010. – № 3(6). – С. 121 – 126.
2. Трофимов, В. В. Не пора ли научно-аналитическим образом проработать и описать индикаторы юридических компетенций? / В. В. Трофимов // Юридическая техника. – 2024. – № 18. – С. 720 – 723.
3. Николаева, М. А. Интегративный подход к формированию профессиональной компетентности студентов – будущих специалистов по рекламе : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / М. А. Николаева. – Екатеринбург, 2012. – 27 с.

4. Лопаткин, В. М. Интеграционные процессы в региональной системе педагогического образования : монография / В. М. Лопаткин. – Барнаул : Нац. фонд подгот. кадров, 2000. – 162 с.
5. Коротун, А. В. Надпредметная интеграция в организации практики студентов по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью» / А. В. Коротун, М. А. Николаева // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 6. – С. 69 – 74.
6. Захаров, Е. Е. Полевая экспедиционная работа как форма практической подготовки студентов-медийщиков / Е. Е. Захаров // Современное медиапространство и деятельность МЧС России : сб. тр. XXXII Междунар. науч.-практ. конф. «Предотвращение. Спасение. Помощь» (секция № 23), Химки, 1 марта 2022 г. – Химки, 2022. – С. 64 – 68.
7. Орлова, И. В. Инновационные методы совершенствования коммуникативных навыков PR-специалистов / И. В. Орлова // XX Междунар. науч.-метод. конф. зав. кафедрами маркетинга, рекламы, связей с общественностью, дизайна и смежных направлений : сб. ст. – М., 2016. – С. 273 – 280.
8. Мещерякова, С. В. Потенциал историко-правовой науки в процессе формирования управленческих кадров / С. В. Мещерякова, И. А. Воликова // Право: история и современность. – 2019. – № 2. – С. 21 – 27. doi: 10.17277/pravo.2019.02.pp.021-027

References

1. Kudakov O.R. *Ispol'zovaniye proizvodnykh ot termina «integratsiya» v sovremennoy pedagogicheskoy literature* [The use of derivatives from the term “integration” in modern pedagogical literature], *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan State Energy University], 2010, no. 3 (6), pp. 121-126. (In Russ.)
2. Trofimov V.V. *Ne pora li nauchno-analiticheskim obrazom prarobotat' i opisat' indikatory yuridicheskikh kompetentsiy?* [Isn't it time to scientifically and analytically work out and describe indicators of legal competencies?], *Yuridicheskaya tekhnika* [Legal technology], 2024, no. 18, pp. 720-723. (In Russ.)
3. Nikolaeva M.A. *Extended abstract of candidate's of pedagogy thesis*, Ekaterinburg, 2012, 27 p. (In Russ.)
4. Lopatkin V.M. *Integracionnye processy v regional'noj sisteme pedagogicheskogo obrazovaniya: monografiya* [Integration processes in the regional system of pedagogical education: monograph], Barnaul: Nats. fond podgot. kadrov, 2000, 162 p. (In Russ.)
5. Korotun A.V., Nikolaeva M.A. [Over-subject integration in organizing student internships in the field of training “Advertising and Public Relations”], *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii* [Pedagogical education in Russia], 2018, no. 6, pp. 69-74. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Zaharov E.E. *Sovremennoe mediaprostranstvo i deyatel'nost' MCHS Rossii: sbornik trudov XXXII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii “Predotvrashchenie. Spasenie. Pomoshch'” (sekcija No. 23)* [Modern media space and activities of the Ministry of Emergency Situations of Russia: collection of articles. tr. XXXII Int. scientific-practical conf. “Prevention. The rescue. Help”], Khimki, 1 March 2022, Khimki, 2022, pp. 64-68. (In Russ.)
7. Orlova I.V. *XX Mezhdunarodnaya nauchno-metodicheskaya konferenciya zaveduyushchih kafedrami marketinga, reklamy, svyazey s obshchestvennost'yu, dizajna I smezhnykh napravlenij: sb. statej* [XX International scientific method. conf. head departments of marketing, advertising, public relations, design and related areas: collection of articles], Moscow, 2016, pp. 273-280. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Meshcheryakova S.V., Volikova I.A. [The potential of historical and legal science in the process of forming management personnel], *Pravo: istoriya i sovremennost'* [Law: history and modernity], 2019, no. 2, pp. 21-27. doi: 10.17277/pravo.2019.02.pp.021-027 (In Russ., abstract in Eng.)
-

**Experience in Implementing an Integrative Approach
when Conducting Training Practices
within the Framework of a Geoecological Expedition
“V. I. Vernadsky Floating University”**

I. A. Volikova, S. G. Mashkova, A. V. Kozachek, A. V. Suzyumov

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: integrative approach; organization of educational practice; field expedition; advertising and public relations; students.

Abstract: The article discusses the practical aspects of implementing an integrative approach in organizing and conducting educational practice for students of direction 42.03.01 “Advertising and Public Relations” of Tambov State Technical University, obtained during the geoecological expedition “V.I. Vernadsky Floating University”, held in 2021–2023.

Attention is paid to the importance of teamwork in the process of implementing the professional activities of a PR specialist. Directions have been identified for improving the training of bachelors in performing the tasks of educational practice, consolidating the acquired knowledge and acquiring initial practical skills in solving specific tasks in the conditions of a field expedition.

© И. А. Воликова, С. Г. Машкова,
А. В. Козачек, А. В. Сузюмов, 2024

ДИСЦИПЛИНА «ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ» КАК КОМПОНЕНТ ЭЛЕКТИВНОГО МОДУЛЯ SOFT SKILLS: ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

А. Ю. Вязинкин, К. В. Самохин

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

Ключевые слова: гуманизация; индивидуальная образовательная траектория; контринтуитивное мышление; контрфактуальное мышление; критическое мышление; методика преподавания; элективная дисциплина; Soft Skills.

Аннотация: Рассмотрен опыт реализации индивидуальных образовательных траекторий студентов в структуре основных профессиональных образовательных программ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» на примере апробации дисциплины «Теория и практика критического мышления» в рамках образовательного процесса. Дан анализ существующих концепций понятия «индивидуальная образовательная траектория», сложившихся с учетом главных пунктов ст. 34 Федерального закона №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Представлена общая модель структуры основных профессиональных образовательных программ вуза. Выявлены имеющие место в современной литературе подходы к содержанию термина Soft Skills. Показано тематическое наполнение дисциплины «Теория и практика критического мышления» с учетом его соответствия главным метапредметным навыкам, формирующимся в рамках элективного модуля Soft Skills. В качестве перспектив дальнейшего преподавания курса намечены и содержательно определены такие инструменты критического мышления, как контрфактуальное и контринтуитивное мышление.

Введение

В развитии современного образования выделяют множество тенденций: гуманизация, гуманитаризация, демократизация, цифровизация и другие, которые следует рассматривать в комплексном плане, поскольку каждая из них при стечении определенных обстоятельств и условий может

Вязинкин Алексей Юрьевич – кандидат философских наук, доцент кафедры «История и философия», e-mail: vyazinkin@yandex.ru; Самохин Константин Владимирович – кандидат исторических наук, доцент кафедры «История и философия», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

выполнять роль драйвера как для всей системы образования в целом, так и для остальных тенденций в частности. К примеру, с весны 2020 г., в связи с распространением эпидемии COVID-19, дополнительный импульс для своего дальнейшего формирования получила цифровизация, при этом информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) активно внедряются в образовательный процесс на всех стадиях его реализации: от презентации и изучения нового материала до осуществления мероприятий, целью которых является текущий, промежуточный и итоговый контроль результатов обучения.

Каждая из тенденций может иметь разноплановый вектор влияния на личность обучающегося. Так, риски цифровизации вполне способны привести к девальвации исторической памяти, нивелированию решения экзистенциальных вопросов, снижению уровня духовности и культуры в ценностях формирующегося поколения и другим отрицательным факторам смысложизненного плана [1, с. 2, 4]. Также в эти риски входят и процессы, связанные с отсутствием реального контакта между людьми, что меняет основы средств коммуникации, причем не в самую лучшую сторону, отчуждают человека от мышления в принципе, понимания себя и других. При этом возникает очень серьезная опасность фрагментарности знаний, которые не складываются в единую целостную картину культуры, созданной человечеством к нынешнему дню [2, с. 24]. Но у каждой медали есть две стороны: наметившиеся проблемы следует расценивать и как вызовы для системы современного образования, на которые оно имеет возможность ответить, к примеру, с помощью совершенствования других направлений своего развития.

В частности, широкие перспективы в данном случае открываются для гуманизации образовательного процесса. Если говорить об этой тенденции в теоретическом плане, то исследователи нередко фиксируют проблему дискуссионности при определении ее сущности. Основным камнем преткновения в данном случае является вопрос о соотношении гуманизации и гуманитаризации. При этом в педагогических науках не сложилось общего концептуального подхода при толковании данных терминов, что приводит к различным попыткам либо подмены одного понятия другим, либо включения одного в другое [3, с. 43]. Сложность и острота данного вопроса состоят в использовании термина «гуманизация» в широком и узком планах. В первом случае, он часто отождествляется с принципом гуманизма: а это в самом общем плане применительно к системе высшего образования приводит к тому, что обучающийся рассматривается не только как специалист в определенном виде деятельности, но и как человек с обширной совокупностью личностных качеств, у которого высокий уровень профессиональной квалификации сочетается с инкорпорированием и в весь массив человеческой культуры в частности, и в процесс органичного взаимодействия социума с окружающим миром в целом [4, с. 179 – 182].

Узкий смысл понятия «гуманизация» имеет более практическое содержание, которое подразумевает индивидуализацию образования. Последняя может проявляться и в грамотном определении потребностей и ожиданий обучающегося от взаимодействия с другими субъектами образовательного процесса, и в продуманной системе учета его личностных

особенностей во время реализации образовательных функций, и в его возможности выбрать свою образовательную траекторию как в самом широком плане, когда он отдает предпочтение тому или иному вузу или специальности/направлению подготовки, так и в более конкретном, когда студент может выстраивать свой план обучения через определенный набор как обязательных дисциплин, так и вариативных в рамках определенной образовательной программы.

Следует заметить, что представленные подходы к интерпретации термина «гуманизация» не противопоставлены друг другу, а имеют обширный потенциал для корреляции и взаимодополнения. В частности, индивидуализация образования будет являться надежным фундаментом/базисом для реализации принципа гуманизма при формировании личности будущего специалиста, в то время как постановка генеральной цели в виде формирования Профессионала по итогам реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования, безусловно, предполагает активное применение принципа индивидуализации. И, конечно же, при таком понимании гуманизация, гармонично сочетаясь с цифровизацией, во многом помогает преодолевать риски последней, что в принципе ведет к совершенствованию системы образования в целом, и высшего в частности. Для нашего исследования практическое содержание термина «гуманизация» имеет первостепенное значение, однако в целом выход на более широкий уровень теоретических обобщений неизбежно приведет к необходимости и его более широкой интерпретации.

Исходя из содержательного наполнения термина «гуманизация», следует заметить, что формирование индивидуальных образовательных траекторий при помощи выбора вариативных дисциплин является одним из основных направлений развития этой тенденции в современном образовании. Поэтому рассмотрение педагогического и методического опыта реализации как определенной элективной/факультативной дисциплины в частности, так и организации образовательного процесса с применением индивидуальных образовательных траекторий в целом имеет достаточно высокую степень актуальности.

Цель статьи – анализ прошедшей апробации дисциплины «Теория и практика критического мышления» для студентов второго курса ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (далее **ТГТУ**).

При постановке данной цели рационально выделить следующие задачи:

1) представить в общем плане опыт конструирования основной профессиональной образовательной программы с учетом прав обучающихся, закрепленных в ст. 34 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (далее **ФЗ**) [5];

2) определить место дисциплины «Теория и практика критического мышления» в рамках элективного модуля Soft Skills (Minor);

3) рассмотреть структуру и содержание дисциплины «Теория и практика критического мышления» на предмет их соответствия формируемой компетенции;

4) наметить перспективы преподавания дисциплины «Теория и практика критического мышления» с учетом накопленного опыта ее реализации.

**Основные подходы к интерпретации понятия
«индивидуальная образовательная траектория» в корреляции
с содержанием ст. 34 Федерального закона от 29.12.2012
№ 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»**

В первую очередь хотелось бы провести детальный анализ широко вводимого и используемого в последнее время в системе высшего образования принципа индивидуальной образовательной траектории.

Во многом содержание понятия «индивидуальная образовательная траектория» (могут использоваться в литературе такие аналоги, как «вариативная образовательная траектория», «индивидуальная траектория обучения/образования» и др.) определяется существующим законодательством и в первую очередь ФЗ. В частности, в ст. 34 прописаны права, которыми обладают обучающиеся в рамках образовательных отношений, а также выделены меры социальной поддержки и стимулирования, применяющиеся для реализации обозначенных прав.

В данном случае, индивидуальная образовательная траектория может складываться из возможности выбора организации, в которой обучающиеся будут активно включаться в образовательную деятельность. При этом они имеют право определить форму получения образования или форму обучения после приобретения основного общего образования или после достижения ими возраста 18 лет (п. 1.1). Большую роль в рамках широкого понимания принципа гуманизации играет, согласно ст. 34, наличие условий для обучения, при которых учитываются особенности психофизического развития и состояния здоровья обучающихся. В этом случае существенное значение имеет получение ими соответствующей педагогической и психологической помощи, а также бесплатной психолого-медико-педагогической коррекции (п. 1.2). В этом же плане хотелось бы отметить декларируемую ФЗ возможность обучения по индивидуальному учебному плану, который может предполагать и получение образования в ускоренные сроки (п. 1.3).

Учитывая направленность исследования, необходимо выделить закрепленное в ст. 34 право обучающихся на участие в формировании своего профессионального образования, а также зафиксированные в ФЗ альтернативы в виде наличия в рамках учебного плана факультативных (необязательных для освоения) и элективных (выбираемых в обязательном порядке) курсов, дисциплин и модулей (п. 1.5). В этом же ряду стоит, согласно указанному выше нормативно-правовому акту, и возможность освоения обучающимися курсов, дисциплин и модулей, которые не предусмотрены образовательной организацией в учебном плане, но которые преподаются в данной или любой другой образовательной организации. Здесь же прописывается и право освоения нескольких основных профессиональных образовательных программ (п. 1.6). В продолжении в рамках упомянутого выше федерального закона говорится о необходимости зачета образовательной организацией курсов, дисциплин, модулей, практик и дополнительных образовательных программ, успешно освоенных обучающимися в других образовательных организациях (п. 1.7) [5].

Наличие значительного объема прав, которые предоставляются обучающимся в рамках ФЗ, приводит исследователей и к широкому спектру

интерпретаций термина «индивидуальная образовательная траектория». В критериальном плане он будет отражать пункты ст. 34, рассмотренные выше.

В частности, общий анализ этого вопроса в качестве результата может иметь следующую классификацию [6, с. 115].

Первый подход предполагает совместную деятельность всех субъектов образовательного процесса, в ходе которой в качестве результата педагогом и обучающимися формируется индивидуальная образовательная программа. Данный подход стал во многом отражением пп. 1.2 и 1.3.

Второй подход основывается на мнении, что индивидуальной образовательной траекторией является образовательная программа, которую выбирает обучающийся с целью своего самоопределения и самореализации личностного потенциала. Появление такой трактовки стало следствием наличия в ст. 34 пп. 1.1 и 1.6.

Третий подход рассматривает индивидуальную образовательную траекторию как итог самоорганизации деятельности субъекта.

Четвертый подход базируется на такой трактовке понятия «индивидуальная образовательная траектория», как «феномен и способ организации образовательной деятельности». Большую роль в данном случае будет играть формирование последовательности этапов образовательного процесса с учетом уровня подготовки обучающихся. Два последних подхода в своей основе имеют п. 1.5 ст. 34.

Опыт реализации индивидуальных образовательных траекторий в ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

В российской практике высшего образования внедрение индивидуальных образовательных траекторий осуществляется разными способами, однако и в данном случае можно найти общие точки соприкосновения. В частности, имеет место изменение самих принципов построения учебных планов, которое предполагает переход от дисциплинарности к модульности, что дает возможность обучающимся выбирать не только дисциплины, но и уровни их изучения [7, с. 113]. Другой способ связан с обновленной системой структуризации учебных планов, в рамках которых могут выделяться такие блоки, как общеобразовательный (core/ядро), профильный обязательный (major), профильный дополнительный (minor), элективный, факультативный, практика и государственная итоговая аттестация [7, с. 113; 8, с. 86].

Рассмотрим опыт реализации принципа индивидуальной образовательной траектории в ТГТУ. В структуре основной профессиональной образовательной программы данного вуза выделяются три блока: *Блок 1. Дисциплины (модули)*; *Блок 2. Практика*; *Блок 3. Государственная итоговая аттестация*. В первом блоке имеют место обязательная часть, а также часть, формируемая участниками образовательных отношений. Обязательная часть включает в себя следующие модули: «Межкультурное взаимодействие», «Коммуникация», «Безопасность жизнедеятельности и гражданская позиция», «Модуль фундаментальной подготовки», «Модуль

общефессиональных дисциплин», «Модуль цифровых компетенций (Digital Skills)», «Командная работа и проектная деятельность», «Экономическая культура», «Здоровьесбережение», в отдельных основных профессиональных образовательных программах (ОПОП) может иметь место и модуль «Дисциплины направления».

Часть, формируемая участниками образовательных отношений, в своей структуре предполагает три модуля: «Дисциплины профиля (Major)», «Элективный модуль Soft Skills (Minor)» и «Элективный модуль внутривузовской академической мобильности (Minor)».

В рамках основной профессиональной образовательной программы имеется также блок факультативных дисциплин, который разбит на четыре модуля: «Модуль управленческих компетенций (Management Skills)», «Модуль сквозных компетенций (Cross Skills)», «Модуль формирования гражданской позиции», «Модуль прикладных математических дисциплин».

Два вышеназванных элективных модуля призваны сформировать у обучающихся компетенцию УК-6 «Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни». При этом за модулем Soft Skills закреплён такой индикатор достижений, как ИД-3 «Способен применять универсальные навыки (Soft Skills) для личного и профессионального саморазвития», а за модулем внутривузовской академической мобильности – ИД-4 «Способен использовать основные возможности и инструменты непрерывного образования для реализации собственных профессиональных потребностей». Согласно учебным планам, элективные дисциплины первого модуля реализуются в 3 семестре очной и заочной форм обучения (5 – очно-заочной) в рамках 3 зачетных единиц, а второй – в 7 семестре очной и заочной форм обучения (9 – очно-заочной) в пределах 4 зачетных единиц [9; 10].

Soft Skills: содержательное наполнение, принципы понимания и опыт реализации в рамках учебного процесса

Учитывая направленность статьи, необходимо определить общие принципы формирования и структуру модуля Soft Skills в учебном процессе ТГТУ. Для этого следует в целом охарактеризовать понятие Soft Skills. Опираясь на имеющиеся исследования данного вопроса, необходимо сделать вывод, что не существует общепринятого определения данного термина. Часто, пытаясь дать ему интерпретацию, проводят корреляцию с понятием Hard Skills [11, с. 70; 12, с. 189; 13, с. 101; 14, с. 261; 15, с. 24]. При этом само происхождение терминов объясняют аналогией с английскими словами и software, из которых первое обозначает компьютерное «железо», а второе – «программное обеспечение». В данном случае, подразумевается материальный носитель, работающий исключительно только при наличии соответствующих программ. Иными словами, Hard Skills, в самом общем виде понимаемые как узко-/профессиональные умения и навыки, в меньшей степени определяют успешность карьеры, нежели Soft Skills, интерпретируемые как надпрофессиональные умения и навыки, которые на 85 % обеспечивают профессиональный и карьерный рост, а это

приводит к тому, что работодатели в большей степени склонны при предварительном собеседовании определять сформированность последних [11, с. 70–71].

Несмотря на то что Soft Skills оценивают как умения и навыки XXI века, в системе высшего образования они не нашли еще пока должного места. Связано это с наличием целого комплекса проблем. Среди последних можно выделить отсутствие соответствующей корреляции между формированием Soft Skills и развитием личностных качеств обучающихся. Здесь же необходимо отметить относительно высокую степень сепаратизма различных компонентов профессиональной подготовки. Высшее образование, как правило, отличается очень высоким уровнем теоретичности в целом и психолого-педагогической составляющей в частности. В этом же контексте следует отметить и относительно слабую степень применимости современных педагогических технологий и интерактивных форм обучения в рамках образовательного процесса. Также необходимо выделить фиксируемую во многих исследованиях сложность диагностики и отсутствие общепризнанной методики определения сформированности Soft Skills [12, с. 190; 14, с. 262].

При попытках сформулировать объяснительную модель сущности Soft Skills исследователи прибегают к разным подходам, иногда комбинируя несколько из них. Первый связан с анализом существующих в современной литературе объяснений этого термина и созданием авторской интерпретации. К примеру, реализация такой методики присутствует в работах [16, с. 194–195]; [11, с. 70 – 75]; [14, с. 261–262]. Второй подход основывается на выявлении формируемых при развитии Soft Skills навыков и компетенций. В частности, эту модель можно обнаружить в статьях [13, с. 101 – 103]; [15, с. 24–25]; [12, с. 188]; [11, с. 75]; [14, с. 262].

Относительной ясностью и простотой отличается позиция И. С. Гагиной, которая, проанализировав существующие интернет-источники, выявляет «Топ десять лучших Soft Skills навыков, востребованных на рынке труда: 1) коммуникационные навыки, 2) компьютерная и техническая грамотность, 3) межличностные навыки, 4) адаптивность, 5) навыки исследования, 6) навыки управления проектами, 7) умение решать проблемы, 8) экспертиза и совершенствование бизнес-процессов, 9) сильная трудовая этика, 10) эмоциональный интеллект» [15, с. 24].

Именно принципы такого подхода во многом легли в основу определения содержания модуля Soft Skills в основных профессиональных образовательных программах, реализуемых в ТГТУ. В частности, после длительного обсуждения для выбора студентами второго курса было представлено девять дисциплин: «Культурология», «Деловая коммуникация», «Личный бренд и управление карьерой», «Теория и практика критического мышления», «Эмоциональный интеллект», «Основы теории систем и системного анализа», «Формальная логика и философия научного познания», «Иностранный язык в межкультурной коммуникации», «Тайм-менеджмент и самоорганизация» [9, 10]. При проведении соответствующей корреляции можно заметить, что набор предложенных дисциплин

в полной мере отвечает наиболее востребованным навыкам Soft Skills, установленным автором работы [15].

Техническая сторона определения студентами ТГТУ своей индивидуальной образовательной траектории выглядит следующим образом. Выбор элективных и факультативных дисциплин осуществляется обучающимися через свой личный кабинет. Во втором семестре со студентами-первокурсниками проведено организационное собрание, на котором были даны пояснения сути понятий индивидуальная образовательная траектория и Soft Skills, а также представлены презентации дисциплин, которые предлагались к реализации на втором курсе в соответствующих модулях. Были объяснены главные принципы и технические моменты выбора данных дисциплин. Самая общая информация о каждой из дисциплин и преподавателях, а также краткая инструкция по техническим моментам дублировалась в личном кабинете студента. По завершении окончания сроков выбора были сформированы элективные группы, в рамках которых обучающиеся и приступили к освоению элективных и факультативных дисциплин.

Структура и тематика дисциплины «Теория и практика критического мышления» как составной части элективного модуля Soft Skills

Если говорить непосредственно о самой дисциплине «Теория и практика критического мышления», то следует отметить, что она активно реализуется в системе высшего образования РФ. В частности, можно отметить опыт преподавания аналогов (поскольку само название очень вариативно: от простого «Критическое мышление» [17 – 20] до «Технологии критического и креативного мышления» [21], «Системное и критическое мышление» [22], «Философия и основы критического мышления» [23], «Логика и критическое мышление» [24] и др.) в НИУ «Высшая школа экономики», ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина», ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина», ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет» и др. Однако ее введение в основные профессиональные образовательные программы не получило системного характера. В некоторых вузах она реализуется в виде факультатива, в других – как электив, и чаще всего – как дисциплина, преподаваемая на отдельных профилях и направлениях подготовки как бакалавриата/специалитета, так и магистратуры. Анализ содержания различных рабочих программ и статей, посвященных данному вопросу, позволяет сделать вывод о том, что отсутствует общая концепция формирования структуры и тематического наполнения данного курса, что позволяет его рассматривать в каждом отдельном случае как авторский.

Soft Skills с учетом их надпрофессиональности носят характер междисциплинарности и метапредметности, а это говорит о том, что сформировать их в рамках только одной дисциплины невозможно. Более того, внутреннее содержание Soft Skills предполагает их развитие в течение длительного времени не только в рамках учебного процесса, но и в период профессиональной деятельности. Потому среднее и высшее образование следует рассматривать как начальную и во многих случаях ключевую стадию их складывания и развития. Но этот процесс должен иметь характеристики системности и гармоничного сочетания теории и практики в ходе преподавания и дисциплин, непосредственно направленных на формирование Soft Skills, и вузовских курсов как базовой части учебного плана, так и вариативной.

Автор работы [15], касаясь вопроса о ролевых профессиональных моделях, увязывает его с развитием межпредметных компетенций и метапредметных навыков у обучающихся. В данном разрезе она приводит топ лучших Soft Skills навыков, которые должны быть присущи «Специалистам»: «1. эмоциональный интеллект, 2. креативное мышление, 3. системное мышление, 4. цифровое мышление, 5. критическое мышление, 6. коллаборация и виртуальное сотрудничество, 7. коммуникация» [15, с. 25]. Все семь навыков (за исключением, пожалуй, лишь только виртуального сотрудничества) в ходе изучения различных тем, а также с учетом методики преподавания дисциплины «Теория и практика критического мышления» в ТГТУ находят свое формирование и развитие. Это говорит об особом месте данного курса в рамках элективного модуля Soft Skills (Minor). Докажем данный тезис при помощи анализа конкретного содержательного наполнения каждой из тем, а также методических приемов, используемых при их изучении преимущественно на практических занятиях.

Объем дисциплины «Теория и практика критического мышления» составляет 3 зачетные единицы, его распределение в академических часах выглядит следующим образом: для очной формы обучения 16 часов выделяется на проведение лекционных занятий и 32 часа – практических; для очно-заочной формы – соответственно 4 и 8 часов; для заочной – 2 и 4 часа [9, 10]. Структурно курс состоит из восьми тем.

Первая тема «Критическое мышление» включает в себя два вопроса, в которых раскрывается и анализируется само понятие «критическое мышление», а также выявляются особенности применения критического мышления в практической деятельности. Естественно, что эта тема является основой для всего курса, поскольку предполагает обсуждение базовых понятий, которые в дальнейшем станут опорными при изучении последующих тем. При разработке дисциплины было учтено, что два практических занятия проходят до соответствующей лекции, потому предполагают задания различного типа, которые в совокупности представляют собой метод мозгового штурма, когда коллективными усилиями определяется суть понятий «фейк», «фишинг» и «критическое мышление». Из предложенной выше иерархической модели метапредметных навыков [15] эта часть занятия направлена на формирование системного, цифрового и критического мышления, а также коммуникации. Вторая часть предусматривает создание группового мини-проекта, целью которого является

определение сущностных характеристик критического мышления. В этом случае к четырем уже указанным метапредметным навыкам добавляется еще и развитие коллабораций. Затем на лекции подытоживаются результаты, полученные на практике, на более высоком теоретическом уровне, когда материал, освещающий основы критического мышления и его применения в практической деятельности, приобретает структурированный характер.

Следующие две темы составляют формально-логический блок в рамках изучения курса. В частности, *вторая* тема связана с проработкой базовых понятий логики и посвящена суждениям. В первую очередь дается достаточно разветвленная классификация как простых, так и сложных суждений. В качестве главного результата в рамках данной темы видится формирование умения определять истинность и ложность различных видов суждений. В данном случае лекционный материал является упреждающим, поскольку дает теоретическую основу для выполнения практических заданий. Методика проведения занятий при изучении темы «Суждения как логический инструмент критического мышления» в целом может быть охарактеризована как традиционная. Набор заданий является типичным при изучении соответствующих тем обычного вузовского курса логики.

Третья тема «Логические законы и умозаключения» предполагает выявление сущности четырех основных законов логики – тождества, противоречия/непротиворечия, исключенного третьего и достаточного основания, – а также сути, структуры и видов умозаключений. Алгоритм проведения занятий аналогичен предыдущей теме. Необходимость формально-логического блока в структуре курса вызвана несколькими причинами. *Во-первых*, логика с учетом своего содержания направлена на формирование и развитие рациональных мыслительных навыков, которые могут применяться в различных ситуациях как жизненного, так и профессионального характера. *Во-вторых*, она способствует выработке умения принимать адекватные решения, пусть даже и в очень непростых условиях, на основе продуктивного анализа уже имеющейся информации. *В-третьих*, овладение логическими знаниями и навыками в определенной мере может свидетельствовать о степени зрелости критического мышления [24, с. 33–34]. *В-четвертых*, некоторые из последующих тем курса опираются на изучаемый логический материал и, при отсутствии соответствующих знаний, не могут быть качественно объяснены и усвоены соответствующим образом. Следует подытожить, что наличие двух тем из курса логики (несмотря на то что среди перечня элективов есть отдельная дисциплина, которая предполагает концентрацию именно на формальной логике) в структуре дисциплины «Теория и практика критического мышления» вполне оправдано. Кроме того, логический блок способствует формированию таких метапредметных навыков, как системное и критическое мышление.

Следующий блок также состоит из двух лекций и четырех практических занятий и посвящен когнитивным искажениям. Теоретический материал основывается на труде [25, с. 99 – 245]. В целом, когнитивные искажения классифицируются с опорой на подход этого известного специалиста по критическому мышлению. В частности, описываемый блок преду-

смаатривает изучение четырех групп ошибок, допускаемых людьми: при самооценке, оценке других, принятии решений и при понимании мира. Задания, предусмотренные для практических занятий, строятся на основе не только уже обозначенной книги, но и с помощью материала из опубликованных трудов [26, 27].

Изучение обеих тем – «Когнитивные искажения при оценке себя и других» и «Когнитивные искажения при принятии решений и понимании мира» – построено по одному алгоритму. Лекционный материал является основой для выполнения заданий на практических занятиях. Последнее в целом характеризуются сходной методикой их проведения. Первая часть каждого из них основывается на заданиях различного типа, при выполнении которых студенты на конкретных примерах должны понять суть определенных когнитивных искажений. Вторая часть базируется на проведении командной игры, входе которой обучающимся предлагается создать связные тексты с наличием/отсутствием указанных в задании когнитивных искажений, которые должны быть определены командами-соперницами. Возвращаясь к иерархической модели метапредметных навыков [15], необходимо сделать вывод, что изучение тем блока, посвященного когнитивным искажениям, способствует формированию эмоционального интеллекта и критического мышления, исходя только из содержательного наполнения лекций. Проведение практических занятий с учетом форм выполняемых заданий во многом будет нацелено на развитие креативного и системного мышления, также коллабораций и коммуникации.

Во многом наличие блока по когнитивным искажениям способствует повышению интереса студентов к изучению дисциплины в целом. Сама тематика отличается относительной новизной, но при этом имеет очень высокий потенциал для использования как в профессиональной деятельности, так и в разнообразных ситуациях повседневного плана. Следует заметить, что человек допускает когнитивные искажения непроизвольно, что вызвано многими факторами: «стереотипами и предубеждениями, социальными и эмоциональными причинами и даже сбоями в обработке и анализе информации» [25, с. 101]. Конечно же, знание сути познавательных ошибок, а также различных аспектов их проявления будет надежным фундаментом при формировании критического мышления, что и обусловило наличие данного блока в структуре курса.

Тема шестая «Основные приемы манипуляции» фактически является логическим продолжением получения знаний и развития умений и навыков, имеющих место в предыдущем тематическом блоке. Лекционный материал основан на книге [28]. Первый вопрос, изучаемый в рамках данной темы, является сугубо теоретическим, поскольку касается таких аспектов, как сущность и структурные элементы манипуляции. Далее рассматриваются наиболее часто используемые приемы манипуляций, которые сгруппированы на основе классификации, предложенной автором: техники манипуляций, основанные на нейролингвистическом программировании, и психологические техники [28]. Практические занятия предполагают освоение теоретического материала при помощи двух заданий. Первое предусматривает анализ предложенных примеров различных ситуаций на предмет их соотнесения с конкретным приемом манипуляции, а также с определением способа противодействия для каждого приема. Второе

задание предполагает парную работу: одна пара создает пример определенной техники манипуляции, другая определяет эту технику и анализирует этот пример на предмет выявления основных структурных элементов манипуляции. Перечень формируемых метапредметных навыков будет аналогичен тем, которые указаны в блоке, посвященном когнитивным искажениям, так как во многом и содержательное наполнение лекционного материала, и формы заданий на практических занятиях направлены на достижение тех же целей.

В целом, эта тема, равно как и предыдущие две, не избавят полностью студентов от попадания в ловушки когнитивных искажений или конкретных приемов манипуляций, но поможет формированию более серьезного, критического подхода к различным жизненным ситуациям или обстоятельствам, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности. Исходя из этих рассуждений, необходимо сделать вывод о ключевой роли формально-логического блока, блока, посвященного когнитивным искажениям, и темы «Основные приемы манипуляции» для дисциплины «Теории и практики критического мышления».

Особое место в рамках представляемого курса занимает тема «Теории истины». Несмотря на свою, казалось бы, высокий уровень теоретичности она, в определенной степени, призвана осуществить рефлексирующую функцию как в отношении уже пройденного материала, так и в отношении мировоззренческих установок студентов. Лекционную составляющую образует рассмотрение основных концепций истины: четыре из них – классическая, когерентная, прагматическая и конвенциалистская – широко известны и, как правило, изучаются в базовом курсе философии; две – дефляционная и истина как «несокрытость» – распространены в меньшей степени. Данная тема хорошо показывает, что критическое мышление – это в большей степени универсальный инструментарий, который необходимо применять как в практической деятельности, так и для теоретических конструкций. Именно на этот аспект делается упор при разработке заданий, используемых для усвоения и анализа лекционного материала темы «Теории истины». В частности, практические занятия предполагают проведение двух командных игр. Первая связана с развитием навыков аргументации, когда команды должны вскрыть недостатки соответствующих теорий, а их соперники должны отстоять одну из концепций при помощи контраргументов. Вторая связана с выполнением творческого задания, которое предполагает составление текста, иллюстрирующего какую-либо из названных выше теорий в определенном ракурсе, в то время как соперники должны определить, какая концепция имеется в виду. Исходя из вышеизложенного, следует заметить, что лекция по седьмой теме в большей степени направлена на формирование системного и критического мышления, в то время как практические занятия добавляют к этим метапредметным навыкам еще и креативное мышление, а также коллаборацию и коммуникацию.

Завершает курс тема «Источники информации и их анализ». В рамках ее изучения обращается внимание на соотношение понятий «данные», «информация» и «знания», а также рассматриваются основные правила проверки текстовой информации, цифровых данных и визуального кон-

тента (фото- и видеоматериалов). Практическое занятие строится на заданиях, которые формируют соответствующие навыки проверки информации различного типа. Логическим завершением этой темы в частности и курса в целом является командная игра, во время которой составляются тексты, посвященные критическому мышлению с определенным количеством фактических ошибок. Соперники должны их обнаружить. Следует отметить, что изучение особенностей анализа и использования различных источников информации способствует формированию всех метапредметных навыков, указанных в иерархической модели [15], за исключением виртуального сотрудничества.

Наличие заключительной темы курса преимущественно обусловлено особенностями нынешнего этапа в развитии общества, в котором умения и навыки получения информации и ее обработки играют центральную роль. Во многом те приемы анализа различных информационных источников, которые отрабатываются на практическом занятии, должны помочь будущим работникам и специалистам относительно быстро сориентироваться в том потоке разнообразных фактов, цифр и новостей, который ежедневно поступает и будет поступать к ним, и качественно оценить его достоверность для практического применения в первую очередь в своей профессиональной сфере.

При проверке знаний теоретического материала курса используются тестовые задания, которые предусмотрены в качестве текущего контроля для каждой из названных тем. Степень сформированности практических умений и навыков, на которых регулярно акцентировалось внимание при анализе тематического и методического наполнения дисциплины «Теория и практика критического мышления», а также индикатора достижений ИД-3 «Способен применять универсальные навыки (Soft Skills) для личного и профессионального саморазвития» компетенции УК-6 в целом оценивается при помощи проведения контрольной работы, проводимой на последнем практическом занятии. Ее выполнение состоит в нахождении отрывков в предложенных текстах, содержащих какие-либо ошибки (логического, когнитивного или фактологического характера) или техники манипуляций. Естественно, требуется назвать и объяснить, какой из этих элементов применен. Зачетная работа предполагает написание студентами связного текста определенного объема, который бы содержал необходимое количество соответствующих смысловых единиц курса (приемов манипуляции, когнитивных искажений, логических и фактологических ошибок и т.д.). При этом в качестве обязательного условия ставится указание в надлежащих фрагментах этих используемых смысловых единиц.

Контрфактуальное и контринтуитивное мышление как инструменты развития критического мышления: эвристический потенциал для дисциплины «Теория и практика критического мышления»

На преподавание элективной дисциплины следует смотреть в развитии, оно должно отвечать новейшим достижениям наук. Эффективность преподавания во многом зависит от приведения умений, знаний и навыков

студентов в соответствие с динамикой научных трендов. Перспективы дисциплины во многом связаны с использованием все большего разнообразия инструментов критического мышления. Они должны быть достаточно многообразными, чтобы отвечать актуальным тенденциям развития естественных и социально-гуманитарных наук. Критическое мышление не может и не должно восприниматься сугубо как императив скептика, оно способно на большее: например, делать знание проблематичным, а значит, вести мыслящего от простейших сведений к истинному знанию. Собственно говоря, именно эта способность (проблематизация знания) отличает гибкое мышление, соответствующее комплексу Soft Skills, от мышления схематичного.

При этом критическое мышление должно нести в себе потенциал созидательной индивидуальной или групповой мыследеятельности (интеллектуальные и коммуникативные процессы личностного развития), то есть формировать навыки работы с эпистемическими технологиями, позволяющими ставить проблемы, осуществлять поиск нужных знаний, творчески использовать имеющиеся знания в решении новых проблем.

На примере двух нестандартных форм мышления (контрфактуального и контринтуитивного) продемонстрируем эвристический потенциал подобных инструментов.

Контрфактуальный подход позволяет сочетать в нетривиальном мышлении житейский опыт, эмоциональный интеллект и логическую строгость (при необходимости). Социальный психолог Н. Резе отмечает, что нередко контрфактуальное мышление активизируется аффектом: «Это приводит к “мобилизации” таких когнитивных реакций, как сужение внимания или повышение методичности мышления <...>. Такая когнитивная мобилизация может быть истолкована как функциональная в той степени, в которой она позволяет идентифицировать, оценить или решить возникшую проблему» [29, с. 246]. Контролируемое контрфактуальное мышление, несомненно, обладает мощным эвристическим потенциалом. Не менее важна роль контрфактуального мышления в «планировании и реализации поведения» [29, с. 251].

При этом познавательная работа в рамках контрфактуального мышления может быть построена в контексте трех основных концепций понимания этого когнитивного феномена.

1. Теория нормы. Подразумевает сравнение когнитивного стандарта события с реальным эмпирически доступным и проверяемым результатом [30].

2. Теория рационального воображения. Индивид неспособен рационально анализировать всю систему возможных альтернатив, но фокусируется на исключительных. Автор работы [31, р. 452] подчеркивает, что контрфактуальное воображение рационально (люди приходят к выводам, рассуждая о возможностях): «идея о том, что человеческие рассуждения зависят от воображения возможностей, имеет решающее значение для идеи о том, что контрфактическое воображение является рациональным».

3. Функциональная теория. Исследователи указывают на перспективу, в которой контрфактуальное мышление выполняет полезную и эффек-

тивную функцию регулирования поведения. В контексте функциональной теории возникает своеобразный психологический утилитаризм, который рассматривает контрфактуальное мышление как терапевтическое средство и источник позитивных эмоций [32].

Современные исследования феномена контрфактуального мышления показывают, что оно имеет значение для многих когнитивных процессов – от социального познания до принятия решений. Альтернативное рассмотрение реальности не только спонтанно используется в повседневности, но является и методологическим инструментом в современных научных исследованиях. Как отмечают современные исследователи, «применение контрфактуалов дает нам гибкость в мышлении о возможных вариантах будущего и подготавливает на лучшее в этом будущем» [33, с. 100; 34].

Логические исследования показывают, что контрфактуальное мышление тесно связано с семантикой возможных миров, поскольку имеет дело с идеальными альтернативами, и таким образом может быть эффективным инструментом анализа во многих областях исследований языка, когнитивных штудий в целом.

Значительно влияние контрфактуального мышления и в исторической науке [35 – 39]. Расхожее выражение «история не терпит сослагательного наклонения» в свете новейших изысканий в области исторической науки выглядит обывательской ограниченностью. «Если у прошлого нет альтернатив, – писал И. В. Бестужев-Лада, – то их быть не может и у настоящего или будущего» [40, с. 113]. Комплексное применение контрфактуального мышления в исторической науке ученый называл ретроальтернативистикой. Автор отмечал, что использование контрфактуалов в истории связано со следующими методологическими проблемами определения релевантных критериев: реальности, логичности, сопоставимости и оптимальности виртуальных сценариев. Последняя указывает на продуктивный подход извлечения уроков истории, показывая, что без контрфактуального мышления невозможна история в смысле *historia magistra vitae*.

Существует соблазн увидеть в контрфактуальном мышлении некоторую гуманитарную уловку, которая имеет смысл в контексте «веерного мышления», освобождающего от идеократии и утверждающего принципиальный плюрализм идей, но совершенно лишена эвристического потенциала в области естественных наук, где господствует эмпирическое знание. Однако это далеко от истины. На примере использования контрфактуального мышления в квантовой механике продемонстрированы широкие возможности этой мыслительной техники в построении гипотез естественнонаучного содержания.

Автор работы [41] предложил доказательство квантовой нелокальности посредством инструментов контрфактуального мышления. Польский философ Т. Бигай пояснил специфику этого подхода: «вместо того чтобы говорить о предопределенных, объективно существующих значениях наблюдаемого, мы можем гипотетически говорить о результатах обнаруживаемого, как если бы эти наблюдаемые были выбраны и были проведены измерения» [42, с. 66]. Ученый посвятил целую научную монографию

проблеме контрфактуальной перспективы в исследовании феноменов не-локальности, квантовой запутанности и возможных миров. Автор размышляет об альтернативных настройках измерения и объясняет, что подразумевается под атрибуцией квантовых свойств, осуществляет контрфактуальную реконструкцию аргумента Эйнштейна – Подольского – Розена и теоремы Белла, которая проливает новый свет на их философские последствия в отношениях между реализмом и локальной причинностью [43].

Контринтуитивное мышление может быть определено как мышление в противоположность интуиции и здравому смыслу. Оно освобождает нас от алгоритмизации действий, догматических установок различного происхождения, шаблонов, стереотипов, открывая новые возможности различных способов умственного освоения реальности. Именно контринтуитивное мышление является инструментом критического осмысления реальности, данной нам в первоначальном чувственном опыте. При этом оно позволяет не только элиминировать фикции, но и вырабатывать творческие сценарии мышления и приходиться к поистине невероятным результатам.

Контринтуитивное мышление дает санкцию нам действовать, когда результат не очевиден. В этом случае речь не идет об истине, но о многообразии человеческого опыта. И мы можем извлечь из этого многообразия понимание того, что значительная часть человеческой мудрости нелогична. Контринтуитивное мышление ориентировано на обнаружение скрытых возможностей и не прямых решений.

Самоочевидности бывают менее полезны, нежели продукты контринтуитивного мышления, которые формируются как тезисы, принципы, замыслы, рецепты. Контринтуитивное мышление направлено на обнаружение необычных ассоциаций и нетривиальных связей между явлениями и идеями.

Противоречия и несовместимости, которые ставят в тупик людей, мыслящих по логическим сценариям, напротив, являются источниками новых пониманий и решений для мыслящих контринтуитивно. Эти понимания и решения нередко связаны со смелыми и непредсказуемыми идеями, предполагающими выход из комфортной среды для человека, удовлетворявшегося в своем мировоззрении набором во многом случайных сведений, которые он принимал за истинные факты. Следует признать, что проблематичность истины и мыслительный процесс ее поиска, несомненно, богаче, нежели рецептурные методы панлогизма или некритического восприятия любой информации.

Критическое содержание контринтуитивного мышления очевидно, тем более что этот критицизм носит скорее созидательный, нежели разрушительный характер.

Но, разумеется, польза контрфактуального и контринтуитивного мышлений не заключается сугубо в научных изысканиях и в творческом поиске индивида. Данные типы мышления не менее важны и в налаживании коммуникаций, они формируют человека с навыками Soft Skills, открытого к диалогу с разнообразием частных и мировоззренческих позиций, создают условия для формирования гибкого профессионала в самых различных областях: администрирование, маркетинг, сфера преподавания и т.д.

Заключение

Таким образом, необходимо сделать вывод о том, что само содержание понятия «индивидуальная образовательная траектория» вытекает из существующего законодательства, в частности, из ст. 34 Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Широкий комплекс прав, предоставляемых обучающимся этой статьей, приводит к наличию множества подходов в современной научной литературе к интерпретации данного концепта. Такая вариативность обусловлена тем, что исследователи акцентируют внимание на различных пунктах указанной статьи. Однако при наличии принципа комплексности в конечном итоге, комбинируя существующие подходы, мы получим полное и глубокое отражение смысла этого понятия.

Опыт внедрения индивидуальных образовательных траекторий в реальный образовательный процесс ТГТУ связан в первую очередь с теми обстоятельствами и ограничениями, которые обусловлены масштабностью данного кейса. Поэтому само понятие «индивидуальная образовательная траектория» здесь принимает более узкое и конкретное содержательное наполнение: как возможность для студента сформировать свой персональный план обучения в рамках основной профессиональной образовательной программы. Однако это не исключает и более широкого спектра возможностей при определении своей образовательной траектории для обучающихся вуза.

Само понятие Soft Skills, несмотря на мегапопулярность как в образовательной среде, так и у работодателей, не получило на данный момент единой основы для своего понимания. Однако, по мнению значительной доли исследователей, оно приобретает все большую значимость для профессионального самоопределения выпускников вузов. Именно поэтому разработка основных профессиональных образовательных программ на основе введения модуля Soft Skills приобретает в настоящее время такое широкое распространение в высшей школе. В этом смысле и следует расценивать опыт ТГТУ как соответствующий современным тенденциям развития образования.

Дисциплина «Теория и практика критического мышления» с учетом своего тематического наполнения и методики преподавания отвечает высокой степени соответствия перечню навыков, формируемых в рамках модуля Soft Skill», а это позволяет прийти к заключению о том, что она направлена на формирование компетенции УК-6 «Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни». Данный вывод подтверждается и содержанием ИД-3 данной компетенции «Способен применять универсальные навыки (Soft Skills) для личного и профессионального саморазвития».

Совершенствование образовательного процесса в рамках дисциплины «Теория и практика критического мышления» должно отвечать уровню современного состояния науки. Оно может осуществляться при помощи

включения в тематику курса новых инструментов для лучшего усвоения базовых понятий учебного курса и в первую очередь самого главного – «критического мышления». Возможным вариантом здесь будут контрфактуальное и контринтуитивное мышления, эвристический потенциал которых необычайно высок для формирования Soft Skills.

Список литературы

1. Шадже, А. Ю. Образование в условиях нового глобального риска: цифровизация и гуманизация / А. Ю. Шадже, Н. А. Ильинова // Социально-гуманитарные знания. – 2020. – № 6. – С. 71 – 83.
2. Соколов, Е. А. Гуманизация и гуманитаризация современного образования в высшей школе / Е. А. Соколов // Гуманитарные науки и образование в Сибири. – 2014. – № 4(16). – С. 22 – 31.
3. Байгильдин, Р. М. Гуманизация высшей школы как потребность современного общества / Р. М. Байгильдин, З. Ф. Байгильдина // Наукосфера. – 2020. – № 12(2). – С. 41 – 44.
4. Караванов, А. А. Гуманизация образования: исторический экскурс / А. А. Караванов, И. Ю. Устинов // Гуманитарные проблемы военного дела. – 2017. – № 3(12). – С. 179 – 184.
5. Об образовании в Российской Федерации : Федер. закон от 29.12.2012 № 273 ФЗ // СПС Консультант плюс: URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/6b08530edad66747252fe4b34361d250e7af65ac/ (дата обращения: 10.09.2024)
6. Негода, Е. А. Индивидуальная образовательная траектория: трактовка понятия и направления реализации / Е. А. Негода, Е. В. Галкина // Научная сокровищница образования Донетчины. – 2021. – № 2. – С. 113 – 117.
7. Вьюшкина, Е. Г. Индивидуальная образовательная траектория: основания для выбора элективных дисциплин / Е. Г. Вьюшкина, О. В. Щербакова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Акмеология образования. Психология развития. – 2022. – Т. 11. – № 2(42). – С. 112 – 119.
8. Никифорова, Ю. О. Индивидуальная образовательная траектория как обязательный элемент деятельности вуза / Ю. О. Никифорова, В. А. Королева // Вопросы педагогики. – 2020. – № 8-2. – С. 85 – 88.
9. Бакалавриат. URL: <https://www.tstu.ru/r.php?r=tgtu.svedenPDF.education.tab07-bak23> (дата обращения: 10.09.2024)
10. Специалитет. URL: <https://www.tstu.ru/r.php?r=tgtu.svedenPDF.education.tab07-spec23> (дата обращения: 10.09.2024)
11. Степанова, Л. Н. Soft Skills как пердикторы жизненного самоосуществления студентов / Л. Н. Степанова, Э. Ф. Зеер // Образование и наука. – 2019. – Т. 21, № 8. – С. 65 – 89.
12. Волкова, Т. Г. Soft Skills: трансформация профессиональных стереотипов / Т. Г. Волкова, И. О. Таланова, З. А. Кузьмина // Актуальные вопросы естествознания : материалы V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Иваново, 24 марта 2020 г.). – Иваново, 2020. – С. 188 – 191.
13. Хан, И. А. Soft Skills и социально-культурная сфера / И. А. Хан // Вестник Тюменского государственного института культуры. – 2018. – № 2(10). – С. 101 – 105.
14. Хижная, А. В. Развитие Soft Skills («гибких навыков») для успешной карьеры выпускников вуза / А. В. Хижная, Н. В. Быстрова, Е. Н. Шарыгина // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 65-2. – С. 261 – 264.

15. Гагина, И. С. Формирование навыков Soft Skills у обучающихся и их роль в успешной профессиональной деятельности / И. С. Гагина // Традиции и инновации воспитательной работы в вузе : сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2020. – С. 23 – 27.
16. Сорокопуд, Ю. В. Soft Skills («мягкие навыки») и их роль в подготовке современных специалистов / Ю. В. Сорокопуд, Е. Ю. Амчиславская, А. В. Ярославцева // Мир науки, культуры и образования. – 2021. – № 1(86). – С. 194 – 196.
17. Рабочая программа дисциплины «Критическое мышление». – Текст: электрон. – URL : <https://www.hse.ru/data/2018/01/26/1162929821/program-1719090356-WsWOxGI7jw.pdf> (дата обращения: 10.09.2024)
18. Рабочая программа модуля «Критическое мышление». – Текст : электрон. – URL : <https://programs.edu.urfu.ru/media/rpm/00038179.pdf> (дата обращения: 10.09.2024)
19. Рабочая программа дисциплины «Критическое мышление». – Текст: электрон. – URL : https://chspu.ru/sveden/files/KRITICHESKOE_MYSHLENIE.pdf. (дата обращения: 10.09.2024)
20. Программа дисциплины «Критическое мышление». – Текст : электрон. – URL : <https://kpfu.ru/pdf/portal/oop2/521216.pdf>. (дата обращения: 10.09.2024)
21. Рабочая программа дисциплины «Технологии развития критического и креативного мышления». – Текст : электрон. – URL : https://www.ggtu.ru/sveden/files/RPD_IOTz_2023_FTD.02.pdf. (дата обращения: 10.09.2024)
22. Рабочая программа дисциплины «Системное и критическое мышление». – Текст: электрон. – URL : https://www.gubkin.ru/faculty/humanities/chairs_and_departments/philosophy_and_technologies/files/11_01_2023/system_krit_rp.pdf. (дата обращения: 10.09.2024)
23. Рабочая программа дисциплины (модуля) «Философия и основы критического мышления». – Текст : электрон. – URL : [https://rut-miit.ru/content/Философия%20и%20основы%20критического%20мышления.%20Рабочая%20программа%20дисциплины%20\(модуля\).pdf?id_vf=2798233](https://rut-miit.ru/content/Философия%20и%20основы%20критического%20мышления.%20Рабочая%20программа%20дисциплины%20(модуля).pdf?id_vf=2798233). (дата обращения: 10.09.2024)
24. Вранчан, Е. В. Курс «Логика и критическое мышление» как инструмент формирования гибких навыков (Soft Skills) у студентов вуза / Е. В. Вранчан // Проблемы современного образования. – 2023. – № 1. – С. 31 – 41.
25. Непряхин, Н. Анатомия заблуждений: Большая книга по критическому мышлению / Н. Непряхин. – М. : Альпина Паблишер, 2022. – 681 с.
26. Канеман, Д. Думай медленно... решай быстро / Д. Канеман. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2023. – 653 с.
27. Чатфилд, Т. Критическое мышление: Анализируй, сомневайся, формируй свое мнение / Т. Чатфилд. – М. : Альпина Диджитал, 2022. – 328 с.
28. Балашова, А. Б. Матрица манипуляций. Как добиваться своего и защититься от чужого влияния / А. Б. Балашова. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2022. – 240 с.
29. Резе, Н. Контрфактуальное мышление / Н. Резе // Горизонты когнитивной психологии: хрестоматия. – М. : Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ), 2012. – С. 243-254.
30. Kahneman, D. Norm Theory: Comparing Reality to Its Alternatives / D. Kahneman, D. Miller // Psychological review. – 1986. – Vol. 93, No. 2. – P. 136 – 153.
31. Byrne, R. M. J. Precise of the Rational Imagination: How People Create Alternatives to Reality / R. M. J. Byrne // Behavioral and Brain Sciences. – 2007. – Vol. 30. – P. 439 – 480.

32. Epstude, K. The Functional Theory of Counterfactual Thinking / K. Epstude, N. J. Roesse // *Personality and Social Psychology Review*. – 2008. – Vol. 12. – P. 168 – 192.
33. Карпенко, А. С. Контрфактуальное мышление / А. С. Карпенко // *Логические исследования*. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 98 – 122.
34. Johnson, M. K. Constructing and Reconstructing the Past and the Future in the Present / M. K. Johnson // *Handbook of Motivation and Cognition: Foundations of Social Behavior*. – New York, 1990. – Vol. 2. – P. 482 – 526.
35. Лещенко, В. Ветвящееся время. История, которой не было / В. Лещенко. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2003. – 592 с.
36. Нехамкин, В. А. Контрфактические исследования в историческом познании: генезис, методология / В. А. Нехамкин. – М. : МАКС Пресс, 2006. – 176 с.
37. Нехамкин, В. А. Контрфактические исторические исследования / В. А. Нехамкин // *Историческая психология и социология истории*. – 2011. – Т. 4, № 1. – С. 102 – 120.
38. Экштут, С. А. Сослагательное наклонение в истории: воплощение несбывшегося. Опыт историософского осмысления / С. А. Экштут // *Вопросы философии*. – 2000. – № 8. – С. 79 – 87.
39. Virtual History: Alternatives and Counterfactuals / Ed. by Niall Ferguson. – New York, 1999. – 560 p.
40. Бестужев-Лада, И. В. Петроальтернативистика в философии истории / И. В. Бестужев-Лада // *Вопросы философии*. – 1997. – № 8. – С. 112 – 122.
41. Stapp, H. P. Non-Local Character of Quantum Theory / H. P. Stapp // *American Journal of Physics*. – 1997. – No. 65. – P. 300 – 304.
42. Bigaj, T. Non-Local Character of Quantum Mechanics: Twenty Years Later / T. Bigaj // *Activitas Nervosa Superior*. – 2019. – No. 61(1). – P. 65 – 69.
43. Bigaj T. Non-Locality and Possible Worlds: Counterfactual Perspective on Quantum Entanglement / T. Bigaj. – Frankfurt, 2006. – 294 p.

References

1. Shadzhe A.Ju., Il'inova N.A. [Education in the conditions of a new global risk], *Social'no-gumanitarnye znaniya* [Social and humanitarian knowledge], 2020, no 6, pp. 71-83. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Sokolov E. A. [Humanization and humanitarization of contemporary education in high school], *Gumanitarnye nauki i obrazovanie v Sibiri* [Humanitarian sciences and education in Siberia], 2014, no. 4 (16), pp. 22-31. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Bajgil'din R.M., Bajgil'dina Z.F. [Humanization of the high school as a need of the contemporary society], *Naukosfera* [Sphere of science], 2020, no. 12(2), pp. 41-44. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Karavanov A.A., Ustinov I.Ju. [Humanization of education: historical excursion], *Gumanitarnye problemy voennogo dela* [Humanitarian problems of military affairs], 2017, no. 3(12), pp. 179-184. (In Russ., abstract in Eng.)
5. [The Federal Law dated December 29, 2012, no. 273 FL “About Education in the Russian Federation], *SPS Konsul'tantPljus* [ConsultantPlus], available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/6b08530edad66747252fe4b34361d250e7af65ac/ (accessed 10 September 2024)
6. Negoda E.A., Galkina E.V. [Individual educational trajectory: interpretation of the term and directions of realization], *Nauchnaja sokrovishhnica obrazovaniya Donetchiny* [Scientific treasury of education of Don region], 2021, no. 2, pp. 113-117. (In Russ., abstract in Eng.)

7. V'jushkina E.G., Shherbakova O.V. [Individual educational trajectory: reasons of choice of elective disciplines], *Izvestija Saratovskogo universiteta. Novajaserija. Serija: Akmeologija obrazovanija. Psihologija razvitija* [Izvestiya of Saratov University. New Series. Seria: Acmeology of Education. Psychology of development], 2022, vol. 11, no. 2(42), pp. 112-119 (In Russ., abstract in Eng.)
8. Nikiforova, Ju.O., Koroleva V.A. [Individual educational trajectory as educational element of activity of university], *Voprosy pedagogiki* [Issues of Pedagogy], 2020, no. 8-2, pp. 85-88. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Available at: <https://www.tstu.ru/r.php?r=tgtu.svedenPDF.education.tab07-bak23> (accessed 10 September 2024)
10. Available at: <https://www.tstu.ru/r.php?r=tgtu.svedenPDF.education.tab07-spec23> (accessed 10 September 2024)
11. Stepanova L.N., Zeer Je.F. [Soft Skills as predictors of students' life self-realization], *Obrazovanie i nauka* [Education and Science], 2019, vol. 21, no. 8, pp. 65-89. (In Russ., abstract in Eng.)
12. Volkova T.G., Talanova I.O., Kuz'mina Z.A. *Aktual'nyye voprosy yestestvoznaniya: materialy V Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem* [Current issues in natural science: Proceedings of the V All-Russian scientific and practical conference with international participation], 2020, pp. 188-191. (In Russ.)
13. Han I.A. [Soft Skills and social and cultural sphere], *Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo institute kul'tury* [Bulletin of Tumen State Institute of Culture], 2018, no. 2(10), pp. 101-105. (In Russ., abstract in Eng.)
14. Hizhnaja A.V., Bystrova N.V., Sharygina E.N. [Development of Soft Skills for successful career of graduates of university], *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovanija* [Problems of Contemporary Pedagogical Education], 2019, no. 65-2, pp. 261-264. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Gagina I.S. *Traditsii i innovatsii vospitatel'noy raboty v vuze : sb. st. po materialam mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Traditions and innovations of educational work in the university: collection of articles based on materials of the international scientific and practical conference], Saratov, 2020, pp. 23-27. (In Russ.)
16. Sorokopud Ju.V., Amchislavskaja E.Ju., Jaroslavceva A.V. [Soft Skills and their role in training of contemporary specialists], *Mir nauki, kul'tury i obrazovanija* [The World of Science, Culture and Education], 2021, no. 1(86), pp. 194-196. (In Russ., abstract in Eng.)
17. Available at: <https://www.hse.ru/data/2018/01/26/1162929821/program-1719090356-WsWOxGI7jw.pdf> (accessed 10 September 2024)
18. Available at: <https://programs.edu.urfu.ru/media/rpm/00038179.pdf> (accessed 10 September 2024)
19. Available at: https://chspu.ru/sveden/files/KRITICHESKOE_MYSHLENIE.pdf (accessed 10 September 2024)
20. Available at: <https://kpfu.ru/pdf/portal/oop2/521216.pdf> (accessed 10 September 2024)
21. Available at: https://www.ggtu.ru/sveden/files/RPD_IOTz_2023_FTD.02.pdf (accessed 10 September 2024)
22. Available at: https://www.gubkin.ru/faculty/humanities/chairs_and_departments/philosophy_and_technologes/files/11_01_2023/system_krit_rp.pdf (accessed 10 September 2024)
23. Available at: [https://rut-miit.ru/content/Filosofija%20i%20osnovy%20kriticheskogo%20myshlenija.%20Rabochaja%20programma%20discipliny%20\(modulj a\).pdf?id_vf=2798233](https://rut-miit.ru/content/Filosofija%20i%20osnovy%20kriticheskogo%20myshlenija.%20Rabochaja%20programma%20discipliny%20(modulj a).pdf?id_vf=2798233) (accessed 10 September 2024)

24. Vrančan E.V. [Course “Logic and critical thinking” as an instrument of Soft Skills’ development among students], *Problemy sovremennogo obrazovanija* [Problems of Contemporary Education], 2023, no. 1, pp. 31-41. (In Russ., abstract in Eng.)
25. Neprjabin N. *Anatomija zabluzhdenij: Bol'shaja kniga po kriticheskomu myshleniju* [Anatomy of misconceptions: Large book about critical thinking], Moscow, 2022, 681 p. (In Russ.)
26. Kaneman D. *Dumaj medlenno... reshaj bistro* [Thinking, Fast and Slow], Moscow, 2023, 653 p. (In Russ.)
27. Chatfield T. *Kriticheskoe myshlenie: Analiziruj, somnevajsja, formiruj svoje mnenie* [Critical thinking. Your guide to effective argument, successful analysis and independent study], Moscow, 2022, 328 p. (In Russ.)
28. Balashova A.B. *Matrica manipulacij. Kak dobivat'sja svoego i zashhitit'sja ot chuzhogo vlijanija* [Matrix of manipulations. How to achieve my own and to defend from foreign influence], Moscow, 2022, 240 p. (In Russ.)
29. Reze N. *Kontrfaktual'noe myshlenie* [Counterfactual thinking]. *Gorizonty kognitivnoj psihologii: hrestomatija* [Horizons of cognitive psychology: reader]. Moscow, 2012, pp. 243-254. (In Russ.)
30. Kahneman D., Miller D. Norm theory: comparing reality to its alternatives, *Psychological review*, 1986, vol. 93(2), pp. 136-153.
31. Byrne R.M.J. Precise of the rational imagination: how people create alternatives to reality, *Behavioral and brain sciences*, 2007, vol. 30, pp. 439-480.
32. Epstein K., Roese N.J. The functional theory of counterfactual thinking, *Personality and social psychology review*, 2008, vol. 12, pp. 168-192.
33. Karpenko A.S. [Counterfactual thinking], *Logicheskie issledovanija* [Logical Researches], 2017, vol. 23, no. 2, pp. 98-122. (In Russ., abstract in Eng.)
34. Johnson M.K. Constructing and reconstructing the past and the future in the present, *Handbook of Motivation and Cognition: Foundations of Social Behavior*. New York, 1990, vol. 2, pp. 482-526.
35. Leshchenko V. *Vetvishheesja vremena. Istorija, kotoroj ne bylo* [Branching time. A History, which wasn't], Moscow, 2003, 592 p. (In Russ.)
36. Nehamkin V.A. *Kontrfakticheskie issledovanija v istoricheskom poznanii: genezis, metodologija* [Counterfactual researches in the historical cognition: genesis, methodology], Moscow, 2006, 176 p. (In Russ.)
37. Nehamkin V.A. [Counterfactual historical researches], *Istoricheskaja psihologija i sociologija istorii* [Historical Psychology and Sociology of History], 2011, vol. 4, no. 1, pp. 102-120. (In Russ., abstract in Eng.)
38. Jekshut S.A. [Subjunctive in a History: embodiment of might-have-been. Experience of historical comprehension], *Voprosy filosofii* [Issues of Philosophy], 2000, no. 8, pp. 79-87. (In Russ., abstract in Eng.)
39. Ferguson N. (Ed.). *Virtual History: Alternatives and Counterfactuals*, New York, 1999, 560 p.
40. Bestuzhev-Lada I.V. [Retroalternativistic in philosophy of history], *Voprosy filosofii* [Issues of Philosophy], 1997, no. 8, pp. 112-122. (In Russ., abstract in Eng.)
41. Stapp H.P. Non-local character of quantum theory, *American Journal of Physics*, 1997, no. 65, pp. 300-304.
42. Bigaj T. Non-local character of quantum mechanics: twenty years later, *Activitas Nervosa Superior*, 2019, no. 61(1), pp. 65-69.
43. Bigaj T. *Non-Localität und Possible Worlds: Counterfactual Perspective on Quantum Entanglement*. Frankfurt, 2006, 294 p.

The Discipline “Theory and Practice of Critical Thinking” as a Component of the Elective Module “Soft Skills”: Experience of Realization and Teaching Prospects

A. Yu. Viazinkin, K. V. Samokhin

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: humanization; individual educational trajectory; counterintuitive thinking; counterfactual thinking; critical thinking; methods of teaching; elective discipline; soft skills.

Abstract: The paper considers the experience of realization of students’ individual educational trajectories in the structure of basic professional educational programs at Tambov State Technical University through the example of approbation of the discipline “Theory and practice of critical thinking” as part of the educational process. The analysis of existing concepts of the term “individual educational trajectory” on the basis of Article 34 of the Federal Law No. 273-FL “On education in the Russian Federation” is given. The model of the structure of basic professional educational programs of the university is presented. The approaches to the meaning of the term “Soft Skills” in the contemporary literature are revealed. The thematic content of the discipline “Theory and practice of critical thinking” allied with the key meta-subject skills formed by the elective module “Soft Skills” is shown. Such instruments of critical thinking as counterfactual and counterintuitive thinking are defined and outlined as promising directions for further teaching of the course.

© А. Ю. Вязинкин, К. В. Самохин, 2024

КЕЙС-МЕТОД КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ГИБКИХ НАВЫКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

Н. А. Гунина

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

Ключевые слова: гибкие навыки; коммуникация; кейс-метод, компетентностная модель обучения, обучение иностранному языку; пошаговый алгоритм.

Аннотация: Рассмотрен дидактический потенциал кейс-метода как образовательной технологии, используемой в обучении иностранному языку в неязыковом вузе. Актуальность проведенного исследования обусловлена необходимостью применения интерактивных методов обучения с целью формирования как речевых навыков и умений, так и универсальных компетенций. Определена сущность кейс-метода и представлены его классификации. Разработан алгоритм организации и проведения занятия с применением кейс-метода в рамках учебной дисциплины «Иностранный язык в неязыковом вузе».

Введение

В современном мире специалисты в различных областях знаний должны обладать не только профессиональными компетенциями (hard skills), но и так называемыми мягкими навыками (soft skills). Необходимость их формирования обусловлена тенденциями на рынке труда, которые, в свою очередь, определяют требования к сотрудникам компаний. В связи с реформой системы образования в России, в последнее время наметились серьезные изменения в обучении иностранному языку. В частности, в 2025 году планируется переход на ФГОС 4 поколения, в которых будут отражены дополнительные компетенции, формируемые в процессе освоения образовательной программы. Выпускники вузов должны овладеть не только специализированными навыками, необходимыми для профессиональной деятельности (hard skills), но и так называемыми гибкими навыками (soft skills), которые обеспечивают эффективное взаимодействие между членами коллектива и способствуют решению профессиональных задач.

Гунина Наталья Александровна – кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой «Иностранные языки и профессиональная коммуникация», e-mail: natalya_gunina@mail.ru, ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

Реализация компетентностной модели обучения предполагает совершенствования существующих методик и внедрение новых инновационных методов обучения. Выделение укрупненных групп специальностей и направлений подготовки в вузе означает необходимость внесения серьезных изменений как в структуре образовательных программ, так и в их содержании. Одним из таких изменений является активное использование интерактивных форм обучения, предполагающих активное взаимодействие участников образовательного процесса. Сегодня в педагогической практике находят широкое применение такие инновационные методики, как метод проектов, метод активного обучения, проблемное обучение, метод кейсов.

Кейс-метод как одна из форм интерактивного обучения неоднократно становился объектом исследования в трудах зарубежных [1 – 5] и отечественных ученых [6 – 11]. Результаты апробации метода применительно к обучению иностранным языкам были представлены в многочисленных публикациях по проблемам высшего профессионального образования [11 – 15]. Вместе с тем необходимо отметить, что кейс-метод недостаточно изучен в контексте обучения иностранному языку в неязыковом вузе. Немногочисленные публикации зачастую носят обобщающий характер, недостаточно полно описан образовательный эффект данной технологии.

Актуальность настоящего исследования обусловлена внедрением новых методик и технологий, позволяющих интенсифицировать процесс обучения и создать организационно-дидактическую базу для реализации компетентностного подхода в системе языковой подготовки в вузе.

В данной статье представлены теоретические основы кейс-метода, выявлена специфика его применения при обучении иностранному языку в вузе, а также предложены рекомендации по применению на уроках иностранного языка.

Сущность кейс-метода

Как известно, иностранный язык как учебная дисциплина обладает большим образовательным, воспитательным и развивающим потенциалом. Особенность изучения иностранного языка заключается в том, что с его помощью формируется не только коммуникативная компетентность, но и приобретаются навыки использования иностранного языка для решения практических задач, используя язык как средство для саморазвития, социализации и адаптации. Таким образом, владение иностранным языком является ключом к познанию окружающего мира и общественного устройства, способствует личностному росту и самореализации в социуме.

На данный момент в обучении иностранному языку широко используются различные интерактивные методы обучения, среди которых можно выделить кейс-метод, заслуженно считающийся эффективной образовательной технологией, повышающей интеллектуальную активность обучающихся. Являясь методом активного проблемно-ситуационного анализа, его методика основана на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций, или кейсов.

Данный метод широко применяется при обучении взрослых, особенно при изучении гуманитарных дисциплин в вузе или на бизнес-тренингах.

Рассматриваемый метод используется с начала прошлого столетия. На занятиях в Гарвардской бизнес-школе студентам предлагались для обсуждения конкретные ситуации из практики ведения бизнеса или сферы менеджмента с целью поиска решения проблемы. Студенты брали интервью у практикующих бизнесменов и составляли на их основе отчеты о том, как конкретная ситуация была решена профессионалами и что именно повлияло на их решение. Выход за рамки учебников был связан с тем, что некоторые навыки можно было приобрести только путем решения конкретных задач. Таким образом, в 1970 – 1980-х годах на западе кейс-метод получил широкое распространение, а в отечественной практике преподавания применялся ситуационный анализ. Постоянно происходящие изменения в обществе, а также переход к новой модели общественного развития, обусловил растущую популярность кейс-метода и в российском образовании. В современных условиях стала очевидной необходимость применения таких методов, которые позволяют формировать компетенции, отвечающие требованиям времени.

На современном этапе кейс-метод используется в вузах для преподавания юриспруденции, социологии, экономических дисциплин как в зарубежной, так и в отечественной практике образования, а также при обучении иностранному языку как в системе высшего профессионального образования [7 – 9, 13 – 17], так и на средней и старшей ступенях средней школы [18, 19].

Необходимость применения методов, стимулирующих живое общение обучающихся, связана с активным внедрением коммуникативного подхода к обучению иностранному языку. По мнению автора работы [6], кейс-метод является одним «из наиболее проверенных средств достижения активного участия студентов в групповой работе».

Особенность, кейс-метода заключается «в моделировании в учебном процессе различного рода отношений и условий реальной жизни» [20]. Его сущность состоит в том, что группы обучающихся анализируют ситуацию, осуществляют совместный поиск решения проблемы и находят оптимальный вариант для ее разрешения. Кейс-метод построен таким образом, что обучающиеся рассматривают реальную ситуацию из жизни, при этом единственного «правильного» ответа на поставленный вопрос не существует. Нужное решение рождается в ходе совместного обсуждения. Обучающиеся должны осмыслить конкретную ситуацию и, используя свои экстралингвистические знания и языковые компетенции, сформулировать свою точку зрения, аргументированно ее обосновать и убедить остальных участников в правильности выбранного подхода.

Подобная организация работы предполагает активную вовлеченность всех обучающихся и стимулирует интеллектуальную деятельность. Именно поэтому данный метод считается одним из наиболее эффективных способов обучения навыкам групповой работы. Кейс-метод дает «возможность работы группы на едином проблемном поле; использования структурированной информации и принципов проблемного обучения; ...возможность создания новых продуктивных стереотипов деятельности; выработки навыков простейших обобщений» [6]. В процессе работы над кейсом, студенты получают бесценный «опыт в следующих областях: выяв-

ление, отбор и решение проблем; работа с информацией – осмысление значения деталей, описанных в ситуации; анализ и синтез информации и аргументов; ...оценка альтернатив; принятие решений; умение слушать и понимать других людей – навыки групповой работы; умение репрезентировать результаты групповой работы; ...рефлексивные навыки; навыки оперативного самоопределения в разделении труда; корректирование самооценки» [6].

Кейс-метод оперирует двумя основными понятиями – «ситуация» и «анализ». Термин «ситуация» трактуется как «обстановка, положение, возникшие на основе стечения, совокупности каких-либо условий и обстоятельств» [21]. Ситуация предполагает наличие участников, которые могут выполнять различные роли, от пассивного наблюдателя до активного участника событий. То или иное вмешательство людей влечет за собой изменение ситуации, в зависимости от деятельности и интересов тех, кто в нее непосредственно вовлечен. Понятие «анализ» трактуется как «детальное изучение, рассмотрение, разбор каких-либо фактов, явлений» [21]. Понимая кейс-метод как анализ ситуации с последующим принятием решения, можно утверждать, что эффективность использования данного метода может быть достаточно высокой. Успешное решение проблемной ситуации предполагает активную мозговую деятельность обучающихся, умение анализировать и синтезировать информацию и на основе полученного знания принимать решения.

Главным условием для реализации данного метода является наличие проблемной ситуации, обладающей следующими свойствами: сформулированная проблема должна быть интересной и понятной, содержать сильную трудность и иметь личностную значимость. Адекватность сформулированной проблемы проявляется в том, что она содержит познавательное затруднение, тем самым способствуя развитию мыслительной деятельности обучающихся и навыков критического мышления. Если проблема сформулирована не четко или поиск ее решения мало осуществим, то в этом случае обучающиеся могут утратить интерес к изучаемому предмету.

Важным аспектом проблемного обучения является оригинальность поставленной задачи. Проблема, описанная в кейсе, должна отличаться новизной и требовать активного поиска решения, умения применить нестандартные подходы. Кейс обязательно содержит «те или иные противоречия в своих условиях – альтернативные, избыточные, недостающие, частично неверные данные, взаимоисключающие требования и критерии принятия решений» [22, с. 55].

Таким образом, использование кейс-метода на уроке английского языка способствует развитию творческих способностей обучающихся, формированию аналитических, практических, коммуникативных и социальных навыков. Будучи интерактивной по своей сути, данная педагогическая технология дает студентам возможность проявить активность, инициативу, высказать мнение. Особое значение приобретает тот факт, что кейс-метод не ограничен рамками учебного процесса, напротив, он выводит его на новый уровень, превращая в эффективный инструмент обучения.

Остановимся подробнее на существующих классификациях кейсов.

Классификация кейсов

На современном этапе существует несколько классификаций кейсов, в основу которых положены те или иные признаки. Кейсы могут различаться по степени сложности, целям и задачам обучения, объему, типу субъекта, степени воздействия основных источников и т.д.

Так, например, авторы работы [23] выделяют три типа кейсов: *практические, обучающие и научно-исследовательские*. Их классификация базируется на событийном и факторном подходах к интерпретации события. В рамках первого подхода рассматриваемая ситуация представлена как совокупность событий, объединенных общей проблемой, а в рамках второго – предполагается учет различного рода факторов, которые способствуют или препятствуют разрешению проблемы, описанной в ситуации.

По степени сложности кейсы могут быть классифицированы на *иллюстративные учебные ситуации, учебные ситуации с формированием проблемы, учебные ситуации без формирования проблемы, прикладные упражнения*. Каждый из перечисленных типов варьируется по степени сложности и предназначен для формирования различных навыков [24]. На занятиях иностранного языка можно использовать кейсы различной степени сложности. Выбор кейса зависит от множества факторов: уровня владения иностранным языком; учебных целей и задач; цели, которая должна быть достигнута в процессе обсуждения и в результате решения ситуации, и т.п. Простым кейсам можно посвятить как часть, так и целое занятие. Студенты университета уже обладают определенным жизненным и языковым опытом и могут рассматривать более сложные кейсы, на решение которых требуется несколько занятий.

Другая классификация основана на целях и задачах процесса обучения и включает следующие типы: *обучающие анализу и оценке; обучающие решению проблем и принятию решений; иллюстрирующие проблему, решение или концепцию в целом* [6].

Также кейсы могут быть классифицированы по типу их участников. В зависимости от того, кто выступает субъектом кейса, их можно условно разделить на *личностные, организационно-институциональные и много-субъектные*.

Еще одна классификация предполагает разграничение по объему содержания. Так, кейсы могут быть *объемными, среднего размера и мини-кейсы*. Однако следует иметь в виду, что большие кейсы могут вызывать у студентов некоторые затруднения по сравнению с небольшими кейсами, особенно при работе впервые. Таким образом, при использовании кейс-метода важно учитывать один из дидактических принципов, заключающихся в посильной трудности.

В исследовательских работах по проблеме кейс-метода также встречается классификация, основанная на зарубежном опыте использования данной образовательной технологии [25]. Авторы выделяют следующие типы: *структурированные* (highly structured) кейсы, при работе с которыми студент должен применить определенную модель или формулу для поиска оптимального решения; *«маленькие наброски»* (short vignettes), которые знакомят только с ключевыми понятиями; *большие неструктуриро-*

ванные «кейсы» (long unstructured cases), требующие глубоких аналитических навыков и временных затрат; *первооткрывательские «кейсы»* (ground breaking cases), при разборе которых от студентов требуется выступать в роли исследователей [25].

При анализе зарубежной литературы по проблеме исследования выявлены и другие классификации. Так, например, автор работы [4] выделяет три категории кейсов, опираясь на тип подачи материала. Он предлагает разграничивать кейсы на *исследовательские* (exploratory), *описательные* (descriptive) и *разъясняющие* (explanatory). В соответствии с данным принципом в исследовательском кейсе главная роль отводится исследователю, проводящему определенную поисковую работу с целью нахождения верного решения. Основная цель такого кейса – сформулировать «верные» вопросы для дальнейшего изучения проблемы. Описательные кейсы направлены на подробное представление ситуации в повествовательной форме. В разъясняющих кейсах основной упор делается на определении процедуры работы с кейсом, соблюдение заданного алгоритма или протокола [4].

Другие зарубежные исследователи [3] предлагают дополнять существующую классификацию двумя типами кейсов – *интерпретирующими* (interpretive) и *оценочными* (evaluative). В интерпретирующем кейсе исследователь прибегает к интерпретации данных, рассматривая концептуальные категории, подкрепляя свои предположения фактами. Оценочный кейс содержит личностные оценки в соответствии с полученными данными.

В классификации, приведенной в работе [6], отмечается, что по типу хронологического представления материала можно выделить два типа кейсов: *от прошлого к настоящему* и *от настоящего к будущему*. Для первого типа характерна естественная временная последовательность событий, что позволяет выявлять причинно-следственные связи. В этом случае, работа с кейсом сводится к реконструкции ситуации, ее осмыслению в аспекте той или иной познавательной парадигмы. Для второго типа кейсов характерно подробное описание ситуации с ориентацией на будущее, им свойственен прогностический характер.

С точки зрения актуальности рассматриваемого в кейсе содержания, кейсы могут быть «живыми и мертвыми». Для мертвых кейсов характерно наличие информации, которая не представляет большого интереса для обучающихся. Для того, чтобы она приобрела личностный характер и смогла спровоцировать дискуссию, кейс должен быть дополнен новой, актуальной информацией [6]. При таком подходе кейс может быть многократно использован учебных ситуациях.

Также необходимо отметить, что кейсы могут различаться по формату подачи материала. Могут быть кейсы «бумажные», представленные в напечатанном виде, и «мультимедийные», представленные в электронном формате. В силу того, что содержание кейса, как правило, не ограничивается тестом, а предполагает использование аудио- и видеоматериалов, электронный формат подачи кейса имеет явные преимущества, так как позволяет объединить текстовую и цифровую информацию.

С образовательных позиций кейс-метод является формой для реализации определенных целей и задач обучения и воспитания. В учебных ситуациях собраны наиболее характерные, типичные случаи, что, несмотря на их некоторую искусственность, позволяет обучающимся формировать навыки решения подобных проблем, способность анализировать ситуации посредством применения аналогии [23].

Обучение иностранному языку связано с процессом анализа языковой ситуации и поиска решения проблемы. Именно поэтому необходимо использовать такие методы обучения, которые бы способствовали развитию способности обучающихся принимать решения в ситуации неопределенности.

Создание учебного кейса должно удовлетворять ряду условий. *Во-первых*, он должен быть приближенным к реальным ситуациям. *Во-вторых*, его содержание должно соответствовать жизненному опыту обучающихся, их потребностям и интересам. *В-третьих*, учебный кейс должен давать простор для различных интерпретаций и возможности для выражения мнений всех участников обсуждения. *В-четвертых*, в нем должна содержаться реальная проблема, требующая поиска решения. *В-пятых*, работа с кейсом должна быть ограничена временными естественными рамками.

Одним из обязательных компонентов учебного кейса являются исследовательские действия, необходимые для решения проблемы [26, с. 126]. В частности, он должен содержать достаточное количество информации и провоцировать обучающихся на обсуждение. Представляется важным подбирать учебные кейсы таким образом, чтобы они были актуальными, вызывали эмоциональный положительный отклик, были интересными для обучающихся с точки зрения их личного опыта и знаний. При этом кейсы не должны становиться формой развлечения, их задача – сформировать определенные навыки, прежде всего коммуникативные.

Вместе с тем использование кейс-метода при обучении иностранному языку предъявляет высокие требования и к уровню языковой подготовки обучающихся. Обсуждение проблемы на иностранном языке предполагает знание языка как минимум на уровне B1-B2, владение достаточным лексическим запасом, умение использовать грамматические структуры адекватно поставленным коммуникативным задачам. Более того, обучающиеся должны иметь достаточный общекультурный уровень развития, поскольку поиск решения предполагает наличие экстралингвистических знаний, необходимых для проведения обсуждения.

Рассмотрим основные этапы организации работы с кейсом на занятии иностранного языка в неязыковом вузе.

Работа преподавателя и студентов на занятии с применением кейс-метода может иметь разные формы. Автор исследования [27, с. 114–115] выделяет шесть этапов работы над кейсом:

- 1) самостоятельное ознакомление с материалом кейса;
- 2) обмен мнениями с целью определения недостающей информации;
- 3) коллективная дискуссия по выявлению проблемы;
- 4) составление модели задания;

5) общая дискуссия, нацеленная на выработку общих критериев выбора решения;

6) непосредственное принятие решения.

При обучении иностранному языку студентов вуза работа с кейсом может быть организована как проектная деятельность. Цель такого вида работы сформировать необходимые предметные, метапредметные и общекультурные компетенции студентов в ходе самостоятельной работы над кейсом. При этом особое внимание следует отвести этапу планирования, для того чтобы обеспечить успешную реализацию поставленной цели. В рамках проектной деятельности у студентов формируются коммуникативные компетенции, а также навыки принятия самостоятельных решений.

Учитывая возможные варианты организации урока с применением кейс-метода, предлагаем следующий алгоритм работы с кейсом на уроке иностранного языка (табл. 1).

Прежде чем начнется непосредственная работа над кейсом в аудитории, преподаватель должен организовать подготовительную работу: предоставить материал кейса для самостоятельного изучения, определить сроки выполнения задания, познакомить с критериями оценивания выполняемого задания, выбрать модель занятия и назначить время проведения индивидуальных консультаций по мере необходимости.

Анализ материала напрямую зависит от поставленной задачи. Так, он может ставить целью анализ всех аспектов ситуации либо каких-то отдельных моментов. В зависимости от сложности кейса, можно организовать двукратное прочтение материала – сначала ознакомительное с целью составления общего впечатления о предмете кейса и определения путей разрешения ситуации. Повторное прочтение ставит целью отобрать существенную информацию и провести ее детальный анализ.

Таблица 1

**Алгоритм работы на занятии иностранного языка
с использованием кейс-метода**

Подготовительный этап (самостоятельная работа)	Объяснение задания, определение сроков его выполнения, ознакомление с системой оценивания, выбор модели проведения занятия, проведение консультаций (при необходимости)
Основной этап (аудиторный)	Постановка задачи преподавателем
	Деление студентов на группы (по 4-5 человек)
	Организация работы студентов группами по поиску решения проблемы
	Представление результатов поиска решения
	Организация и проведение общей дискуссии
	Обратная связь, подведение итогов
Завершающий этап (самостоятельная работа)	Выполнение письменного творческого задания по теме кейса (письмо)

Во время работы над кейсом на занятии происходит погружение студентов в совместную деятельность, что способствует формированию мотивации к дискуссии. Сначала преподаватель кратко формулирует суть поставленной проблемы и делит студентов на мини-группы. Далее начинается этап работы в малых группах. На этом этапе важно объединить студентов в группы таким образом, чтобы они могли участвовать в дискуссии на равных. Не рекомендуется объединять в одну группу очень сильных и очень слабых учеников. Целесообразнее создать смешанные группы, при этом количество «сильных» и «слабых» студентов должно быть сбалансированным. Обсуждение различных вариантов решения проблемы происходит в малых группах (3 – 5 человек). В процессе работы над кейсом, каждая группа должна предложить свой вариант решения проблемы и представить его для всеобщего обсуждения. Именно на этом этапе студенты оттачивают мастерство ведения аргументированной дискуссии.

На следующем этапе происходит презентация решений, найденных в мини-группах. После устной презентации решения, задача преподавателя сводится к организации общей дискуссии, направляя ее в нужное русло при помощи вопросов. Если наметились два самостоятельных решения или диаметрально противоположные позиции, то целесообразно прибегнуть к такой форме работы, как публичные дебаты. В этом случае можно предложить студентам, не задействованным в дебатах, выступить в качестве экспертной группы. Их роль сводится к анализу выступлений с точки зрения их логичности, наличия доказательств, умений убеждать, эффективности ораторского искусства. На этом этапе происходит подведение учебных результатов, анализ эффективности организации занятия по работе с кейсом и постановка задачи для дальнейшей работы [4].

Как уже отмечалось ранее, кейс-метод используется в процессе обучения иностранному языку в рамках компетентностного подхода к обучению. При этом основной целью является организация работы с кейсом адекватно задачам общего целеполагания в формировании необходимых навыков.

Помимо формирования коммуникативных навыков, кейс-метод может быть успешно применен для развития лингвистической компетенции студентов. Овладение лексическим и грамматическим минимумом, различными устно-речевыми стратегиями необходимо для эффективного ведения дискуссии.

Опираясь на коммуникативный подход к обучению, на занятиях с применением кейс-метода, студенты приобретают навыки структурирования и логической организации информации, а также совершенствуют свое речевое поведение в процессе коммуникации. В случае кейс-метода, текст является источником обсуждения и порождения собственных высказываний. Таким образом, можно сказать что тексты, используемые для решения проблемы кейса, ориентированы на достижение коммуникативной цели.

Представляется важным отметить проблемно-ориентированный уровень кейс-метода применительно к обучению иностранному языку. В процессе работы над кейсом, студенты должны самостоятельно искать ин-

формацию, чтобы ответить на вопросы, поставленные в кейсе. Необходимость выступления перед членами группы с обоснованием своего мнения на иностранном языке побуждает студентов тщательно готовить и логически выстраивать свои высказывания. В ходе обсуждения студенты развивают свои коммуникативные способности, определяют свои слабые стороны и повышают мотивацию к изучению языка.

Таким образом, можно предположить, что кейс-метод, используемый в преподавании иностранного языка, является эффективным и способствует развитию коммуникативных навыков, аналитических и оценочных компетенций, навыков самостоятельной работы и мышления.

Заключение

Модернизация системы образования в России и внедрение новых образовательных стандартов обусловили необходимость проведения исследования по использованию современных форм и методов организации работы по обучению иностранному языку в вузе. В соответствии с намеченными изменениями, приоритет отдается интерактивным методам обучения, способствующим развитию творческой активности, активного познания и самостоятельности.

Анализ литературы по проблеме исследования позволил определить особую роль кейс-метода в обучении. Разработка данной педагогической технологии занимает серьезную «нишу» в работах как отечественных, так и зарубежных исследователей. Успешность применения данного метода для обучения разных дисциплин доказана и апробирована многими учеными, наиболее полно проблема разработана применительно к высшему образованию. Изучение педагогических исследований позволило подтвердить актуальность изучения проблемы использования кейс-метода в целях формирования иноязычной коммуникативной компетенции студентов неязыкового вуза.

На основе анализа литературы по использованию кейс-метода в обучении выделены основные требования к формату и структуре кейсов. В соответствии с современными тенденциями в обучении иностранному языку, выдвинута гипотеза о том, кейс-метод может быть использован как педагогическая технология для формирования иноязычной компетенции в неязыковом вузе. При этом для успешной реализации данного метода должны быть определены организационно-педагогических условий интеграции кейс-метода в процесс обучения иностранному языку.

В ходе исследования установлено, что организация работы с применением кейс-метода на занятии иностранного языка в неязыковом вузе строится по определенному алгоритму, состоящему из последовательности этапов работы с кейсом.

Список литературы

1. Grosse, U. C. The Case Study Approach to Teaching Business English / U. C. Grosse // English for Specific Purposes. – 1988. – Vol. 7. – P. 131–132.
2. Hickman, L. Case Method: Business Interviewing (Case Method) / L. Hickman, C. Longman. – Addison-Wesley Professional, 1994. – 220 p.

3. McDonough, J. Research Methods for English Language Teachers / J. McDonough, S. McDonough. – London : Arnold, 1997. – 272 p.
4. Yin, R. K. Case Study Research: Design and Methods Third Edition (Applied Social Research Methods) / R. K. Yin. – Sage Publications, 2002. – Vol. 5. – 200 p.
5. Ellet, W. The Case Study Handbook: How to Read, Discuss, and Write Persuasively About Cases / W. Ellet. – Harvard Business School Press, 2007. – 273 p.
6. Долгоруков, А. М. Case-study как способ понимания. Практическое руководство для тьютера системы Открытого образования на основе дистанционных технологий / А. М. Долгоруков. – М.: Центр интенсивных технологий образования, 2002. – С. 21 – 44.
7. Аверьянова, С. В. Роль «кейс-стади» в профессиональной подготовке будущих экономистов-международников на занятиях по иностранному языку / С. В. Аверьянова // Российский внешнеэкономический вестник. – 2010. – № 8. – С. 56 – 60.
8. Десятова, О. В. Активные методы обучения в профессионально-ориентированном обучении иностранным языкам (на примере кейс-стади) / О. В. Десятова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2011. – № 7. – С. 148 – 151.
9. Бокий, О. В. Особенности использования метода кейс-стади в условиях модульной организации процесса обучения иностранным языкам / О. В. Бокий // Вестник государственной полярной академии. – 2015. – № 2. – С. 67 – 72.
10. Раицкая, Л. К. Кейсы в развитии иноязычной профессиональной компетентности студентов-международников / Л. К. Раицкая // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 7-2. – С. 183 – 185.
11. Чернышева, О. В. Специфика использования кейс-метода в коммуникативно-ориентированном обучении иностранному языку / О. В. Чернышева // Актуальные вопросы образования. – 2019. – Т. 1. – С. 76 – 79.
12. Куимова, М. В. Метод Case-study в обучении иностранному языку студентов старших курсов неязыковых специальностей / М. В. Куимова, Д. Е. Евдокимов, К. В. Федоров // Филологические науки. – 2013. – № 3(21): в 2 ч. – Ч. 1. – С. 88 – 90.
13. Кузнецова, М. Н. Выбор наиболее эффективного кейса для кейс-стади в неязыковом вузе / М. Н. Кузнецова, Д. Петерсон // Коммуникация в современном поликультурном мире: прагматика лингвистического знака / отв. ред. Т. А. Барановская. – М., 2015. – С. 322 – 338.
14. Пантыкина, Н. И. Использование интерактивных методов обучения при формировании социокультурной профессиональной компетентности студентов в процессе изучения иностранного языка / Н. И. Пантыкина // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 186 – 189.
15. Тулепбергенова, Д. Ю. Реализация развивающего потенциала кейс-стади в обучении иностранному языку будущих инженеров / Д. Ю. Тулепбергенова // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – № 3(52). – С. 154 – 157.
16. Колобкова, Н. Н. Применение метода «кейс-стади» в обучении профессиональному английскому языку / Н. Н. Колобкова // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2015. – № 1. – С. 224 – 227.
17. Шепшинская, И. М. Кейс-стади как активный метод обучения иностранным языкам в педагогическом вузе / И. М. Шепшинская // Сибирский педагогический журнал. – 2013. – № 5. – С. 126 – 129.
18. Хасанова, О. В. Использование кейс-технологии в процессе обучения говорению на уроках английского языка старших школьников СОШ / О. В. Хасанова

ва, А. С. Сазонова // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2016. – № 49-2. – С.130 – 135.

19. Щербатых, Л. Н. Метод case study в обучении английскому языку старшеклассников / Л. Н. Щербатых // Известия вузов. Серия Гуманитарные науки. – 2013. – № 4(3). – С. 235 – 240.

20. Новиков, А. М. Методология учебной деятельности / А. М. Новиков. – М. : Изд-во Эгвес, 2005. – 176 с.

21. Большой толковый словарь русского языка / Гл. ред. С. А. Кузнецов. – 1-е изд. – СПб. : Норинт, 1998.

22. Вербицкий, А. А. Инварианты профессионализма: проблемы формирования : монография / А. А. Вербицкий, М. Д. Ильязова. – М. : Логос, 2011. – 288 с.

23. Сурмин, Ю. П. Ситуационный анализ, или анатомия кейс-метода : учеб. пособие / Ю. П. Сурмин, А. И. Сидоренко. – Киев : Центр инноваций и развития, 2002. – 286 с.

24. Анцибор, М. М. Активные формы и методы обучения : науч.-метод. пособие / М. М. Анцибор. – Тула : Изд-во ТГУ, 2002. – 127 с.

25. Федянин Н. Чем «кейс» отличается от чемоданчика? // Н. Федянин, В. Давиденко // Обучение за рубежом. – 2000. – № 7. – С. 52 – 55.

26. Степанова, И. М. Метод анализа проблемных ситуаций (кейс-метод) как средство обучения студентов иноязычному профессионально-ориентированному общению / И. М. Степанова // Вопросы современной филологии и методики обучения языкам в вузе и в школе : сб. ст. IX Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2007. – С. 125 – 127.

27. Кузнецов, И. Н. Настольная книга практикующего педагога : учеб. пособие / И. Н. Кузнецов. – М. : ГроссМедиа ; РОСБУХ, 2008. – 544 с.

References

1. Grosse U.C. The Case Study Approach to Teaching Business English, *English for Specific Purposes*, 1988, vol. 7, pp. 131-132.

2. Hickman L., Longman C. *Case Method: Business Interviewing (Case Method)*, Addison-Wesley Professional, 1994, 220 p.

3. McDonough J., McDonough S. *Research Methods for English Language Teachers*, London: Arnold, 1997, 272 p.

4. Yin R.K. *Case Study Research: Design and Methods Third Edition (Applied Social Research Methods)*, Sage Publications, 2002, 200 p.

5. Ellet W. *The Case Study Handbook: How to Read, Discuss, and Write Persuasively About Cases*, Harvard Business School Press, 2007, 273 p.

6. Dolgorukov A.M. [Case-study as a way of understanding], *Prakticheskoe rukovodstvo dlya t'yutera sistemy Otkrytogo obrazovaniya na osnove distancionnyh tekhnologij* [Case-study as a way of understanding. Practical guide for a tutor of the Open Education system based on distance technologies], Moscow: Centr intensivnyh tekhnologij obrazovaniya, 2002, pp. 21-44. (In Russ.)

7. Aver'yanova S.V. [The role of "case study" in the professional training of future international economists in foreign language classes], *Rossijskij vneshneekonomicheskij vestnik* [Russian Foreign Trade Bulletin], 2010, no 8, pp. 56-60. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Desyatova O.V. [Active teaching methods in professionally oriented teaching of foreign languages on the example of case study], *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual problems of the humanitarian and natural sciences], 2011, no. 7, pp. 148-151. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Bokij O.V. [Features of using the case study method in the context of the modular organization of the process of teaching foreign languages], *Vestnik gosudarstvennoj polyarnoj akademii* [Bulletin of the State Polar Academ], 2015, no. 2, pp. 67-72. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Raickaya L.K. [Cases in the development of foreign language professional competence of international students], *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk* [Actual problems of the humanitarian and natural sciences], 2013, no. 7-2, pp.183-185. (In Russ., abstract in Eng.)
11. Chernysheva O.V. [Specifics of using the case method in communicatively oriented foreign language teaching], *Aktual'nye voprosy obrazovaniya* [Actual issues of education], 2019, vol. 1, pp. 76-79. (In Russ., abstract in Eng.)
12. Kuimova M.V. Evdokimov D.E., Fedorov K.V. [A case-study method in teaching foreign languages to senior students of non-linguistic specialties], *Filologicheskie nauki* [Philological Sciences], 2013, vol. 3, no. 21 part 1, pp. 88-90. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Kuznecova M.N., Peterson D.; Baranovskaya T.A. (Ed.) [Choosing the most effective case for case study in a non-linguistic university], *Kommunikaciya v sovremennom polikul'turnom mire: pragmatika lingvisticheskogo znaka* [Communication in the Modern Multicultural World: Pragmatics of the Linguistic Sign], Moscow, 2015, pp. 322-338. (In Russ.)
14. Pantykina N.I. [The use of interactive teaching methods in the formation of socio-cultural professional competence of students in the process of learning a foreign language], *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova. Seriya: Pedagogika. Psihologiya. Social'naya rabota. Yuvenologiya. Sociokinetika* [Bulletin of the Kostroma State University named after N.A. Nekrasov. Series: Pedagogy. Psychology. Social work. Juvenile studies. Sociokinetics], 2016, vol. 22, no. 1, pp. 186-189. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Tulepbergenova D.Yu. [Realization of the development potential of case studies in teaching a foreign language to future engineers], *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of science, culture, education], 2015, vol. 3, no.52, pp. 154-157. (In Russ., abstract in Eng.)
16. Kolobkova N.N. [Using the case study method in teaching professional English], *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki* [Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy], 2015, no. 1, pp. 224-227. (In Russ., abstract in Eng.)
17. Shepshinskaya I.M. [Case study as an active method of teaching foreign languages in a pedagogical university], *Sibirskij pedagogicheskij zhurnal* [Siberian pedagogical journal], 2013, no. 5, pp. 126-129. (In Russ., abstract in Eng.)
18. Hasanova O.V., Sazonova A.S. [Using case technology in the process of teaching speaking in English lessons to senior schoolchildren of secondary schools], *Psihologiya i pedagogika: metodika i problemy prakticheskogo primeneniya* [Psychology and pedagogy: methods and problems of practical application], 2016, vol. 49, no. 2, pp. 130-135. (In Russ., abstract in Eng.)
19. Shcherbatyh L.N. [The case study method in teaching English to high school students], *Izvestiya vuzov. Seriya Gumanitarnye nauki* [News of universities. Series Humanities], 2013, vol. 4, no. 3, pp. 235-240. (In Russ., abstract in Eng.)
20. Novikov A.M. *Metodologiya uchebnoj deyatel'nosti* [Methodology of educational activity], Moscow: Izdatel'stvo Egves, 2005, 176 p. (In Russ.)
21. Kuznecov S.A. (Ed.). *Bol'shoj tolkovyy slovar' russkogo yazyka* [The Large Explanatory Dictionary of the Russian Language], St. Petersburg: Norint, 1998. (In Russ.)

22. Verbickij A.A., Il'yazova M.D. *Invarianty professionalizma: problemy formirovaniya: monografiya* [Invariants of Professionalism: Problems of Formation: Monograph], Moscow: Logos, 2011, 288 p. (In Russ.)
23. Surmin Yu. P., Sidorenko A.I. *Situacionnyj analiz, ili anatomiya kejs-metoda: uchebnoe posobie* [Situational analysis, or the anatomy of the case method: a tutorial], Kiev: Centr innovacij i razvitiya, 2002, 286 p. (In Russ.)
24. Ancibor M.-M. *Aktivnye formy i metody obucheniya* [Active forms and methods of teaching], Tula, 2002, 127 p. (In Russ.)
25. Fedyanin N., Davidenko V. [How is a “case” different from a suitcase?], *Obuchenie za rubezhom* [Studying Abroad], 2000, no 7, pp. 52-55. (In Russ., abstract in Eng.)
26. Stepanova I.M. *IX Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Voprosy sovremennoj filologii i metodiki obucheniya yazykam v vuze i v shkole* [Issues of modern philology and methods of teaching languages at universities and schools: collection of articles of the IX All-Russian scientific and practical conf.], Penza, 2007. pp. 125-127. (In Russ.)
27. Kuznecov I.N. *Nastol'naya kniga praktikuyushchego pedagoga* [Handbook of a practicing teacher], Moscow: GrossMedia; ROSBUH, 2008, 544 p. (In Russ.)
-

Case Method as a Way of Developing Soft Skills through Teaching English in a Non-Linguistic University

N. A. Gunina

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: soft skills; communication; case method; competency-based learning model; foreign language teaching; step-by-step algorithm.

Abstract: The paper considers the educational potential of the case method as an educational technology used in teaching a foreign language in a non-linguistic university. The relevance of the study is due to the need to use interactive teaching methods in order to develop both speech skills and abilities, and universal competencies. The essence of the case method is defined and its classifications are presented. An algorithm for organizing and conducting foreign language classes using the case method in a non-linguistic university is proposed.

© Н. А. Гунина, 2024

ЦЕЛЕВЫЕ ИГРЫ И ИГРОФИКАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Е. В. Евенко, О. Н. Морозова

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

Ключевые слова: игровые механики; игрофикация; интерактивность; образовательный процесс; целевая обучающая игра; цифровые технологии.

Аннотация: Рассмотрен вопрос повышения интерактивности и вовлеченности в процесс образования его участников с помощью цифровых игровых инструментов. Показаны основные этапы создания обучающей игры, представлены наиболее перспективные игровые технологии. Исследование базируется на абстрагировании, методах сравнительного анализа, а также на методе количественного исследования с помощью анкетирования.

Введение

Значительное место в формировании навыков интерактивного общения и вовлеченности студентов в образовательный процесс занимают обучающие игры. В работе рассмотрены сущность понятий «игра» и «игрофикация», а также вопросы внедрения в процесс обучения цифровых игровых инструментов. Актуальность использования игрофикации в учебном процессе заключается в повышении вовлеченности студентов в обучение и направленности на решение конкретных учебных задач. Элементы игрофикации на занятиях позволяют перенести обучение в среду, максимально приближенную к реальной.

Цель исследования – показать эффективность внедрения игрофикации в учебный процесс.

В рамках работы необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ примеров использования игрофикации в образовании;
- проанализировать основные типы игрофикации;
- провести опрос, показывающий мнение обучающихся о процессе игрофикации образования.

Важно также отметить, что в настоящее время решение многих педагогических проблем и задач лежит в области цифровых образовательных

Евенко Елена Викторовна – кандидат филологических наук, доцент кафедры «Иностранные языки и профессиональная коммуникация»; Морозова Ольга Николаевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Иностранные языки и профессиональная коммуникация», e-mail: morozova-on@mail.ru, ТамбГТУ, Тамбов, Россия

технологий. И одним из актуальных направлений использования информационных достижений в учебно-познавательном процессе выступает концепция игрофикации, позволяющая увеличить эффективность и качество образовательного процесса.

Научная новизна исследования состоит в рассмотрении места и роли игрофикации в учебном процессе, являющейся частью концепции игры и отражающей современные тенденции развития системы образования на основе стратегии и тактики игровой деятельности, особым образом структурированной с учетом ресурсов игровых принципов, механик, методов и приемов.

Практическая значимость состоит в реализации мер по развитию вовлеченности обучающихся в образовательный процесс, эмоциональной самореализации, способствующих повышению качества обучения в высшей школе. Важным результатом исследования стал вывод о целесообразности включения в образовательный процесс разнообразных игровых цифровых инструментов.

Эксперимент проводился на примере использования обучающих игр различного характера в процессе обучения английскому языку студентов Тамбовского государственного технического университета. Решение данного вопроса потребовало тщательного рассмотрения сущности игрофикации учебного процесса.

Понятия «игра» и «игрофикация» в системе образования

Игры являются мощным инструментом вовлечения человека в деятельность. Важно разделить игры для развлечения и обучения. Под целевой игрой подразумевается именно обучающая игра, целью которой может быть получение оценок, определение компетенций и т.д. Конкурсы и викторины имеют игровой подтекст. Преподаватели сегодня заинтересованы как никогда в том, чтобы внедрять такие целевые игры, которые способствовали бы повышению заинтересованности студентов в получении знаний. Многие исследователи придавали игре в процессе обучения огромное значение и считали ее огромным окном во внутренний мир ребенка, через которое поступает все новое и неизведанное [1].

Среди зарубежных исследований особый интерес представляет работа [2], где обсуждаются и анализируются результаты эксперимента, который состоял в применении учебного плана с использованием таких активных методологий, как виртуальные учебные среды, геймификация, проблемное обучение – PBL, перевернутый класс. По результатам статистического анализа авторы показали преимущества предлагаемого подхода в обучении по сравнению с использованием традиционного метода.

Существует огромное количество определений «игры», но будем придерживаться следующего определения: «Игра – это ограниченный по времени творческий процесс с вовлеченными в него игроками, которые достигают игровых целей путем принятия решений и управления игровым инвентарем в рамках правил» [3]. Из данного определения вытекают следующие характеристики игры:

- она осуществляется по правилам;
- конфликт – обязательное требование игры;

- включает в себя процесс принятия решений;
- искусственна и безопасна, ее реалии находятся за пределами обычной жизни;
- не приносит игрокам материальной выгоды;
- добровольна, и результат ее должен быть непредсказуем;
- игра – это репрезентация или имитация чего-то настоящего, но сама она всегда «понарошку»;
- неэффективна – правила мешают игроку достичь цели самым простым путем.
- у игры есть система. Обычно, это закрытая система, то есть между игрой и внешним миром отсутствует обмен ресурсами и информацией.

Игра является такой деятельностью, в которой так или иначе принимали участия все с раннего детства и подразумевает соавторство результата. Создание игры – это процесс творческий, который происходит по определенным правилам, где игроки являются соавторами данного процесса с непредсказуемым результатом, сколько бы раз в нее не играли. Умение написать правила игры довольно сложный навык. Любая игра включает в себя обязательный конфликт, когда встречаются, например, две команды, они должны за что-то бороться и обязательно одна из них должна победить по определенным правилам. Если в игре нет конфликта, то она не является игрой. Соответственно все победить не могут, игра – есть игра.

В процессе игры ее участник является игровым инвентарем, он как игральный кубик: например, в игре «Монополия» происходит принятие решения «купить или не купить» именно на той клетке, куда он попал. Настоящая обучающая игра не должна включать материальную выгоду, иначе она превращается в азартную игру, не имеющую того образовательного эффекта, которого мы стремимся достичь.

Безусловно, нельзя студента заставлять играть в игру, например, за оценки, она должна быть добровольной. Результат ее достигается не самым простым способом и связан с преодолением трудностей.

Следует разделять термины «игра» и «игрофикация», так как «игра» – это ограниченный по времени творческий процесс, состоящий из определенных стадий, имеет начало и конец. В игру мы вошли и вызвали «внутреннего ребенка» на беседу, чтобы он чему-то быстро научился, что-то понял [4]. Игрофикация – внедрение подходов, характерных для игр (игровых подходов, элементов и механик), в неигровые процессы (обучение, продажи, работа). Цель игрофикации – повысить вовлечение пользователей в целевой процесс и максимальное достижение заранее запланированного изменения поведения объектов (пользователей) системы.

Типы игрофикации. Практическое использование элементов игрофикации в учебном процессе

В образовательном процессе используются три типа игрофикации.

Сквозная – проходит через весь курс или даже совокупность курсов и поддерживает мотивацию студента на протяжении всего обучения: система «достижений» (знаний, поощрений, визуализация учебного прогресса или игровой сценарий (например, спасение планеты от экологической катастрофы, пока проходишь курс, соревнуясь и соперничая с другими командами, игроками или строишь и запускаешь в космос корабль).

Точечная – конкретный курс или цикл лекций, семинар (особенно онлайн). Цель – внедрить интерактивность, вовлечь, заинтересовать, добиться работы за пределами класса.

Целевая – весь курс и/или цикл лекций перерабатывается в игровой формат. Делается целевая игра, в ходе которой получают знания или навыки. В данном случае центральным элементом становится игра, вокруг нее нарастает контент.

С точки зрения создателей образовательных игр, систему с зачетами, экзаменами, коллоквиумами, оценками в зачетках и БРС с выдачей диплома после 5–6 лет обучения можно отнести к сквозной игрофикации, но с бейджами, квэстами, наградами. Зачеты, дипломы, оценки, баллы, ограничение по времени, пересдачи являются элементами большой сквозной игрофикацией под названием высшее образование.

Примером точечной игрофикации может служить семинар, курс повышения квалификации.

Целевая игрофикация задействована нами в курсе лекций по дисциплине «Основы теории и практики перевода» для слушателей программы «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации». Лекции проводились в игровом формате с объяснением, цель которых – получение знаний (были внедрены такие элементы игры, как бейджи, цветные наклейки). Контроль знаний осуществлялся посредством входного тестирования и оценочной игры в конце курса. Студентам было предложено составить хорошие вопросы с ответами по предмету изучения, за которые будут выставляться оценки и которые преподаватель возьмет в коробку игры, запланированную в конце занятия. Составление хорошего вопроса по предмету расценивалось как демонстрация высокого уровня знаний и глубокое понимание предмета.

Игрофикация задействована в различных сферах деятельности – образовании, менеджменте, маркетинге, социальной сфере. Из трех направлений игровых решений в образовании самым популярным является целевое, затем следует точечное и затем сквозное. Развитие индивидуализации образования и цифровых технологий – фактически не оставляет нам выбора в ответе на вопрос: следует ли внедрять игровые решения в обучение студентов? Вся педагогика и методика обучения на начальном этапе обучения основана на игре. Играть любят все, в том числе и взрослые. Некоторые преподаватели хотели бы использовать игру для улучшения взаимодействия с молодым поколением, например, добиться связи математической дисциплины с их восприятием [5].

Игра вызывает нашего «внутреннего ребенка» (по классификации у нас есть еще и «внутренний взрослый» и «внутренний родитель»), для которого игра интересна, поэтому даже взрослые увлекаются фановыми играми – рисование «анимэшных» картинок, «Тачки», «Танчики». В фокусе нашего внимания – познавательные целевые игры, например, «Одиссея»: включить режим туриста и посетить очень многие красоты Греции, можно побывать на Олимпе, посмотреть статую Зевса, увидеть известные достопримечательности из дома, не отправляясь в туристическую поездку. Когда нам был доступен сайт Kahoot, можно было создать игровой образовательный тест со своими мультяшными заставками, где уже было про-

граммное определение победителей, анализ ответов как персональных, так и групповых, существовала раздача медалей, с музыкой, веселым рейтингом для студентов по количеству баллов и скорости ответа. Он вызывал на занятиях, действительно, мощную вовлеченность в образовательный процесс [6].

В игре цена ошибки – ноль, на авиасимуляторе пилоты учатся не совершать ошибок в реальном полете. Игра позволяет моделировать ситуацию и оценить результативность принятых решений.

Цель разработчика игры – формировать опыт участников в рамках образовательной задачи. А опыт возникает в процессе игры, при взаимодействии игроков друг с другом, с ведущими и игровыми объектами. Игрой мы воздействуем только на опыт: его можно сформировать (новые знания, умения и навыки) или извлечь и измерить, то есть игра – способ приобрести свой собственный опыт, не заимствуя чужого.

Наш мозг принимает решения одинаково, вне зависимости от игровой или настоящей реальности. Эмоционально ярко мы переживаем только за свои ошибки. Чужую ошибку надо сначала понять, проанализировать, сделать вывод. Поэтому лучше учиться на своих ошибках, но в игре, где цена ошибки равняется нулю.

Когда проводится целевая игра, необходимо оставлять время на обратную связь, это и есть тот самый анализ, обсуждение того, что пошло не так в игре. Преподаватель может акцентировать внимание своими вопросами на интересных моментах, чтобы ученики об этом задумались в преломлении своего пережитого опыта.

С помощью целевой образовательной игры можно решить определенные задачи, такие как проблематизация (сделать игру на старте, чтобы показать обучающихся, что их ждет), увеличение количества знаний, вовлечение в деятельность, оценка количества знаний, генерация новых идей и решений [7, 8].

Целевая игра отличается изначально от других видов игр сформулированной целью, в результате которой она достигается, и эта цель – не развлечь (это опция). Целевую игру может создать каждый эксперт (ставя цели в рамках своей экспертизы), так как создание целевой игры – это технология. Игра конечна, ограничена во времени, можно измерить ее результат, в отличие от игрофикации.

Имитация профессиональной деятельности – отличный способ повысить интерес к предмету. Например, при изучении темы Businesscontacts, студентам первого курса была предложена игра «Экскурсия на предприятие». Студенты делились на две группы, одна из которых сотрудники предприятия, другая – зарубежные партнеры. Необходимо было самим разработать план экскурсии, познакомить партнеров с предприятием и провести деловую беседу. В ходе игры тренировались лексические и грамматические навыки по теме, навыки делового общения и самостоятельной работы. По окончании игры проведено анкетирование, направленное на выявления степени удовлетворенности студентов результатами проведенной игры и самооценки приобретенных умений и навыков.

Студенты отметили, что возрастает их вовлечение в образовательный процесс и нацеленность на результат (40 %), игра дала возможность пока-

зять свою значимость (30 %), почувствовать ответственность за конечный итог (30 %). Результаты тестирования после изучения темы в экспериментальной группе показали, что усвоение изучаемого материала было выше на 30 – 40 %.

В практике преподавания иностранного языка использовались следующие типы и виды обучающих игр, которые, опираясь на рефлексию своего педагогического опыта, представляются нам наиболее актуальными.

Среди основных типов игр для студентов, с учетом их возраста, выделим следующие:

- 1) проблематизирующая, выделяющая зоны развития студентов;
- 2) исследовательская, с поиском новых решений проблемы;
- 3) экзаменационная – проверка знаний и навыков;
- 4) энциклопедическая – формирование знаний и навыков.

По форме проведения чаще других использованы виды игр:

– квест, представляющий собой постановку целей и последовательное решение задач;

– ролевая игра, когда студентам предлагается примерить на себя роль других людей;

– деловая игра, состоящая в создании вымышленных обстоятельств и нацеленная на проверку реальных компетенций;

– симуляция или моделирование, заключающаяся в воссоздании в игре реальных учебных или производственных процессов;

– игрофикация, добавление игровых технологий в имеющиеся продолжительные по времени неигровые процессы.

Выбор того или иного типа и вида игры зависит от нашей цели, которую будем достигать, используя выбранную комбинацию. У хорошей игры всегда есть правила, которые должны быть четко прописаны и представлены участникам.

Рассмотрим более подробно некоторые виды используемых игр.

Игра 1. «Биоэтика» – создание данной игры предполагает, что студенты, изучающие данный предмет, смогли прочувствовать сложные ситуации, в которые они попадают виртуально и сталкиваются с биоэтическими проблемами. Целью игры является нахождение новых путей выживания и достижения своих целей у большинства персонажей. Данная игра относится к *исследовательской ролевой игре*.

Игра 2. «СУБД» – игра создается для выявления лучших студентов, которые разбираются в теме «Программирование систем управления базами данных», и по результатам игры победители приглашаются к участию в реальном проекте от коммерческого Заказчика. Тип и вид данной игры – *экзаменационная симуляция*.

Игра 3. «Микроэкономика» – игра предназначена для развития у студентов навыков планирования в жестких рамках и управления крайне ограниченными ресурсами в рамках дисциплины «Микроэкономика», а также заинтересовать их самостоятельно находить информацию по предмету. Тип и вид игры – *проблематизирующая деловая игра*.

После изучения курса иностранного языка проведено анкетирование студентов, при обучении которых использованы элементы игрофикации.

В опросе принимали участие студенты двух групп в количестве 35 человек. По результатам анкетирования:

- 43 % полагают, что игрофикация способствует приобретению и закреплению профессионально-ориентированных умений и навыков;
- 58 % указывают на то, что она повышает вовлеченность в образовательный процесс;
- 17 % считают, что использование деловых игр помогает погрузиться в профессионально-ориентированную среду;
- 33 % видят ее влияние на повышение мотивации;
- 73 % считают, что игрофикация развивает навыки кооперации и позволяет получить позитивный опыт командной работы.

Заключение

Из вышесказанного следует, что за счет интерактивности заданий и эмоционального вовлечения учащихся игровые элементы помогают быстрее запоминать информацию. Соревновательный элемент и совместное решение задач укрепляют отношения в коллективе, положительно влияют на продуктивность командной работы. Игофикация позволяет повысить вовлеченность учащихся в образовательный процесс, помогает мотивировать их на развитие. Например, с помощью системы достижений и таблицы лидеров можно увидеть темпы своего развития на фоне других участников обучения. Игровые элементы повышают эффективность обучения, позволяют разнообразить учебный процесс, сделать его более интересным и продуктивным по сравнению с привычным процессом обучения.

Обоснована актуальность применения игрофикации в процессе обучения и приведены результаты исследования применения данного метода как способа организации учебного процесса.

Список литературы

1. Выготский, Л. С. Психология развития ребенка / Л. С. Выготский. – М. : Смысл ; Эксмо, 2006. – 33 с.
2. Garcia, F. W. S. Application of a Teaching Plan for Algorithm Subjects Using Active Methodologies: An Experimental Report / F. W. S. Garcia, S. R. B. Oliveira, E. C. C. Carvalho // International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET). – 2022. – Vol. 17, No. 07. – P. 175 – 207. doi: 10.3991/ijet.v17i07.28733
3. Крылов Р. Приглашаем сотрудников вузов, ориентированных на внедрение современных образовательных технологий. – Текст: электрон. – URL: <https://scitech.ru/gameMethodsInEducation> (дата обращения: 07.04.2024).
4. Орлова, О. В. Геймификация как способ организации обучения / О. В. Орлова, В. Н. Титова // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2015. – № 9(162). – С. 60 – 64.
5. Замятина, О. М. Формирование и оценка компетенций обучающихся путем геймификации образовательного процесса / О. М. Замятина, Ж. С. Абдыкерев // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 15. – С. 26–30.
6. Горбачева, Е. В. Эдьютейнмент – он повсюду, или современное подрастающее поколение нужно учить по-другому / Е. В. Горбачева // Молодой ученый. – 2020. – № 1 (291). – С. 130 – 132.

7. Андреева Т. На заметку игроману: чему нас могут научить компьютерные игры. – Текст: электрон. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/5e3d5c5a9a794751357b8d73> (дата обращения: 07.04.2024).

8. «Геймифицируй это»: как превратить урок в игру – Текст: электрон. – URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/gameschool> (дата обращения: 07.04.2024).

References

1. Vygotskiy L.S. *Psikhologiya razvitiya rebenka* [Psychology of child development], Moscow: Smysl; Eksmo, 2006, 33 p. (In Russ.)

2. Garcia F.W.S., Oliveira S.R.B., Carvalho E.C.C. Application of a Teaching Plan for Algorithm Subjects Using Active Methodologies: An Experimental Report, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 2022, vol. 17, no. 07, pp. 175-207. doi: 10.3991/ijet.v17i07.28733

3. Available at: <https://scitech.ru/gameMethodsInEducation> (accessed 07 April 2024).

4. Orlova O.V., Titova V.N. [Gamification as a way of organizing training], *Vestnik TGPU (TSPU Bulletin)*, 2015, no. 9(162), pp. 60-64. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Zamyatina O.M., AbdykerovZh.S. [Formation and assessment of students' competencies through gamification of the educational process], *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal "Kontsept"* [Scientific and methodological electronic journal "Concept"], 2015, vol.15, pp. 26-30. (In Russ., abstract in Eng.)

6. GorbachevaYe.V. [Edutainment – it is everywhere, or the modern younger generation needs to be taught differently], *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2020, no. 1(291), pp. 130-132. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Available at: <https://trends.rbc.ru/trends/education/5e3d5c5a9a794751357b8d73> (accessed 07 April 2024).

8. Available at: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/gameschool> (accessed 07 April 2024).

Targeted Games and Gamification in Modern Education

E. V. Evenko, O. N. Morozova

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: game mechanics; gamification; interactivity; educational process; targeted educational game; digital technologies.

Abstract: The article is devoted to the issue of increasing interactivity and involvement of the educational process participants with the help of digital game tools. The main stages of creating an educational game are considered; and the most promising gaming technologies are presented. The research is based on abstraction, methods of comparative analysis, as well as on the method of quantitative research by using questionnaires.

© Е. В. Евенко, О. Н. Морозова, 2024

К ВОПРОСУ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМ-ЭКОЛОГАМ

Н. П. Пучков

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

Ключевые слова: зависимость популяций; качество обучения; математика; математическое моделирование; математико-статистический метод; модель; профорIENTATION студентов; содержание математических курсов; эстетика математики; экология.

Аннотация: Обсуждаются вопросы структуры и содержания математического образования для студентов экологических направлений подготовки, а также мотивации студентов к качественному обучению. Показано, какие математические методы более всего распространены в экологии, сильные стороны математического моделирования. Выделены разделы учебной программы по математике, наиболее эффективно способствующие формированию профессиональных компетенций, педагогические технологии их реализации. Приведены опытные данные результатов исследования.

Введение

Опрос первокурсников направления подготовки «Защита окружающей среды» на предмет причин выбора ими данной специальности показал, что в большей степени это объясняется «авторитетом» понятия экология в современном обществе. Действительно, «экология» – это борьба за жизнь – самое ценное для человека. В то же время представление о будущей специальности выглядит как у абитуриентов, так и студентов излишне романтичным. Видимо, такое представление сложилось под влиянием протестной деятельности активистов-экологов, выступающих за сохранение окружающей среды под очень простыми и понятными для населения лозунгами и завоевавших, таким образом, широкое внимание и авторитет. Чего стоит деятельность известной на весь мир шведской экологической активистки Греты Тунберг (г.р. 2003), ведущей борьбу за решение экологических проблем и имеющей число международных наград, несовместимое с ее возрастом и опытом практической работы. Такой фактор часто используют преподаватели вузов в процессе работы по профессиональной ориентации в целях создания конкурсной ситуации. Однако данное представление об экологии ограничивает ее сущность, так

Пучков Николай Петрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры «Высшая математика», e-mail: puchkov_matematika@mail.ru, ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

как не ориентирует будущих специалистов на разработку конструктивных решений современных экологических проблем, а, в некоторых случаях, вообще лишено здравого смысла. Как расценивать, например, предложение той же Г. Тунберг отказаться от передвижения на самолетах и пересечь на поезда по причине загрязнения воздушного пространства.

Экономическое развитие человеческого общества имело во все времена негативную составляющую в виде вредных для окружающей среды продуктов жизнедеятельности человека. Ранние экологические проблемы имели в большей степени качественное представление и были доступно разрешимы в процессе протестной деятельности, просто фиксирующей де-факто состояние проблемы взаимодействия человека и окружающей среды. Например, «нельзя курить в закрытом помещении», «нельзя обустройства выгребные ямы на берегах рек» и т.п. Не ставилась задача управления процессом взаимодействия живых организмов с окружающей средой в целях нейтрализации вредоносного влияния первых. Технический прогресс обострил взаимодействие человека с окружающей средой, актуализировались проблемы такой переработки продуктов человеческой деятельности, которая гарантировала бы минимальный вред окружающей среде и в то же время улучшала жизнь человека. В общем, возникли задачи управления, основанные на изучении количественных связей участвующих в процессе объектов, то есть возникла потребность в использовании математических методов; появилась наука «математическая экология» как раздел биологии, построенный на языке математики. Именно благодаря математической экологии [1, 2], которая включает в себя различные модели и методы, возможно разрешение современных экологических проблем. Такое представление и должно формироваться у студентов, выбравших своей специальностью экологию и мотивированных перспективой ее развития.

Студент-эколог должен осознавать, что его деятельность не ограничивается контрольными мероприятиями, фиксирующими состояние проблем, а сопряжена с проектной деятельностью по разработке методов и устройств, обеспечивающих устойчивое развитие человеческого общества [3]. При этом доминирующим процессом является создание математических моделей управления, моделирование ареалов, то есть области распространения определенных организмов, которые важны для сохранения окружающей среды.

Исходя из таких предположений, основными задачами данной работы являются: исследование методов формирования у обучающихся адекватных сущности современной экологии представлений, раскрытие значимости математических методов в разрешении экологических проблем, формирование методических рекомендаций для преподавания математики студентам-экологам.

Математические знания и экология

Современные программы высшего образования указывают на важность формирования таких способностей, которые побуждают обучаемых к активности в познании окружающего мира и общества в целом. Важный фактор пробуждения когнитивного интереса к содержанию учебных занятий – использование исторического материала. Исторические сведения

способствуют пониманию новой темы, ее связи с предыдущими, в общем «отслеживают» путь развития соответствующих знаний. Естественно, при этом давать исторические сведения надо в таком объеме, чтобы не отвлекать обучающихся от основной темы занятия.

Одна из основных задач изучения математики в вузе – дать студентам представление о рассматриваемой науке как об общечеловеческой части культуры, присутствующей на всех этапах цивилизации и способствующей революционным открытиям во многих других науках. Включение в процесс обучения исторического материала открывает возможность для обучающихся обнаружить взаимосвязь математики с окружающим миром, так как вошедшие в учебники по математике определения, теоремы, действия, задачи получены в результате практической деятельности человека. Элементы истории взаимодействия математики и других наук оказывают эффективное воздействие на активизацию интереса обучающегося к изучаемому предмету, способствуют возможности искать новые научные подходы изучения действительности. Таким образом, первым методическим приемом повышения качества экологического образования (как и любого процесса обучения) следует считать использование исторических сведений возникновения и развития связей экологии и математики.

Методика преподавания математики, как механизма разрешения экологических проблем

Еще одним механизмом улучшения качества экологического образования является использование принципов и технологии математического моделирования, изучение его сущности, достоинств и практических возможностей. Как правило, идеи математического моделирования студенты начинают познавать и сразу же использовать на старших курсах обучения, когда получены основы профессиональных знаний и оно (моделирование) может иметь реальное воплощение. Однако было бы целесообразно, чтобы изложением таких идей было «пронизано» изучение всего курса высшей математики, начиная с первого семестра. Следует отметить, что простейшие математические задачи, построенные на терминах экологии, встречающиеся в программе средней школы [4]. Однако это искусственные, в большей степени бытовые задачи примитивной сложности; в то же время рассматриваемые на старших курсах задачи математического моделирования относительно сложны. Поэтому целесообразно иметь «методический мостик», упрощающий переход к реальному моделированию. Здесь и просматривается общеобразовательная роль вузовского курса высшей математики, когда самым важным становится возможность донести до студентов истинный, конструктивный смысл понятия «математическая модель».

Математическая модель может рассматриваться как некоторое представление реальности математическим способом (на математическом языке); это совокупность математических объектов (чисел, переменных, векторов, матриц) и отношений между ними (функций, функционалов, алгоритмов), которые адекватно отражают свойства реальных объектов (аналитически, комбинационно). Математические модели весьма различны. Например, запись $5 = 5$ является математической моделью ситуации равенства количества предметов, размещенных изолированно, например, в двух ящиках. График зависимости температуры от времени в течение

суток – математическая модель поведения реального объекта. Модели, используемые для предсказания природы, содержат сотни тысяч различных уравнений, реально исследовать которые можно только с помощью быстродействующих компьютеров. Целями математического моделирования может быть получение новых знаний, изучение сложных явлений, предсказание их поведения в различных условиях.

Математические модели появились в задачах экологии давно. И это было связано с желанием оценки роста популяций – совокупностей организмов одного вида, длительное время обитающих на одной территории и в определенной мере изолированных от других групп. Данный процесс существенно влияет на взаимоотношение живых организмов между собой и с окружающей природой.

Первой из таких моделей называют числовой ряд

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, \dots,$$

построенный ученым из г. Пиза (современная Италия) Леонардо Фибоначчи и обладающий тем свойством, что каждый последующий член ряда равен сумме двух, ему предыдущих.

Приведенный ряд, записанный в виде последовательности, демонстрирует у Фибоначчи изменение числа пар кроликов, рождающихся в один год от одной пары, если через месяц пара кроликов производит на свет другую пару, а рожают кролики, начиная со второго месяца после рождения (сам Леонардо опустил первый член ряда). Два первых числа соответствуют первому и второму месяцу размножения, а 12 последующих – месячному приросту поголовья кроликов.

Это первая известная в Европе рекурсивная последовательность чисел (в которой соотношение между двумя или более членами ряда может быть выражено в виде формулы). Ее записал французский математик Альберт Жирар (1595 – 1632) в виде

$$U_{n+2} = U_{n+1} + U_n,$$

где U – член последовательности; нижний индекс – его номер в ряду чисел.

В 1753 году математик из Глазго Роберт Симпсон (1687 – 1768) заметил, что при увеличении порядкового номера членов ряда отношение последующего члена к предыдущему приближается к числу, примерно равному 1,6180, называемому «золотым сечением». С тех пор естествоиспытатели наблюдают закономерности такого ряда в расположении чешуек на шишках, лепестков в цветке подсолнуха, в спиральных образованиях ракушек моллюсков и других творениях природы, то есть это, в определенном смысле, универсальная математическая модель. Кроме того «золотое сечение» – признак красоты в архитектуре и изобразительном искусстве [5]. Ряд Фибоначчи и его свойства используются также в вычислительной математике при разработке специальных алгоритмов счета.

Исторически второй, всемирно известной математической моделью, в основу которой положена задача о динамике численности популяции, является классическая модель неограниченного роста – геометрическая прогрессия в дискретном представлении или экспонента в непрерывном, предложенная известным английским демографом и экономистом Томасом Мальтусом (1766 – 1834). Он обратил внимание на тот факт, что численность популяции растет по экспоненте, в то время как производство

продуктов питания растет со временем линейно (в арифметической прогрессии), из чего сделал вывод, что в некоторый момент (критическая точка по времени) график экспоненты окажется выше графика линейной функции и после этого для популяции наступит голод. Такая модель, содержащая ограничения, оказалась более сложной по сравнению с рядом Фибоначчи, так как, по сути, представляет собой систему двух уравнений. При этом можно говорить о том, что Мальтус был первым ученым, который на основе результатов моделирования предупреждал человечество об опасности перенаселения, то есть пытался построить управление процессом роста популяции, хотя, очевидно, что реально имеют место и другие факторы, влияющие на данный процесс. На это обстоятельство обратил внимание английский натуралист Чарльз Дарвин (1809 – 1882), указывая на то, что ни одна из популяций не размножается до бесконечности, так как, кроме нехватки продовольствия, могут быть болезни, хищничество, конкуренция с другими видами; в результате замедляется рост популяции и выход ее численности на стационарный уровень, то есть реальная модель более сложная.

Впервые (в 1845 г.) системный фактор, ограничивающий рост популяции, описал бельгийский математик Пьер Франсуа Ферхюльст (1804 – 1845) в уравнении логистического роста

$$dP/dt = kP(1 - P/K),$$

где $P = P(t)$ – численность популяции во времени; K – ее максимально предельное значение; k – некоторый коэффициент.

Данное уравнение имеет два важных свойства. Вначале своего роста величина P изменяется по экспоненциальному закону, а начиная с некоторого времени t_0 – приближается к некоторому пределу K . Величина K называется емкостью популяции и определяется ограниченностью пищевых ресурсов, множеством других факторов, которые могут существенно влиять на взаимоотношение живых организмов между собой и с окружающей природой. Уравнение Ферхюльста – обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка, имеет точное аналитическое решение, представимое на графике в виде некоторой растянутой S-образной кривой:

$$P(t) = KP_0 \exp(kt) / (K + P_0(\exp(kt) - 1)),$$

где P_0 – начальная численность популяции.

Логистическая кривая Ферхюльста многократно открывалась различными учеными (американцами Лаймондом Пирлом, Лоуэллом Ридом и др.) в процессе их исследований законов роста популяций. В результате Л. Пирл (1879 – 1940) в 1924 г. стал утверждать, что логистическая кривая – это универсальный закон роста всего живого вообще. Однако биологи, статисты, экономисты не соглашались с этим, поскольку математическое выражение (формула) логистической кривой явным образом не содержит параметров реально моделируемого процесса, то есть не содержит в явном виде факторов, от которых зависит численность популяции. Их сомнение подтверждает и тот факт, что логистический закон роста присутствует только в лабораторных исследованиях, когда условия жизни подопытных близки к идеальным. В реальном же мире существует масса негативных воздействий (возмущений), которые носят во времени случайный характер и процесс роста становится слабо прогнозируемым.

Последовательное рассмотрение трех моделей, демонстрирующих закон роста численности популяций, обнаруживает тот факт, что любое дополнительное условие, учитываемое в проблеме, заметно усложняет соответствующую математическую модель и трудно представить какую-либо универсальную модель. Это объясняется в определенной мере тем, что в отличие от большинства наук, где модель опирается на какие-либо законы или принципы, в экологии все является, в большей степени, относительным. Только после проведения подробного анализа и экспериментальных исследований модель можно оценить как верную или неверную. Следует также учитывать, что экологические системы изменчивы во времени, поэтому «срок жизни» математической модели может быть коротким. Хорошо, если основу математической модели образуют дифференциальные уравнения, которые помогают экологу исследовать величины, изменяющиеся во времени [6, 7]. Поэтому в экологии зачастую используются статистические модели [7], так как имеющие место экологические процессы подвластны большому количеству неустойчивых факторов и их невозможно описать одной функциональной зависимостью. Такие модели используют, например, при оценке предельного количества выбросов отходов в реки, прогнозов погоды и т.п.

Математическое моделирование является необходимым инструментом в экологии, природопользовании и управлении природными ресурсами еще и по той причине, что наблюдение экологических процессов осложняется их длительностью. Например, исследования, связанные с урожайностью, ростом полевых культур, занимают несколько лет, а в лесоводстве – десятки лет. Для решения практических задач особенно важны вопросы доказательства соответствия модели реальной системе (идентифицируемости) и управляемости таких моделей.

С педагогической точки зрения, в целях мотивации к изучению математики в учебной практике необходимо формировать способности не только составлять, но и просто читать математические модели, так как они в большинстве своем представляют особый эстетический интерес.

Их универсальность и лаконичность поражают воображение. Как и некоторые китайские иероглифы, они порой несут такой объем информации, которую невозможно представить и на целой странице обычного текста. Научившись читать математические модели, студент формирует способность находить аналогии – один из основных методов научного поиска [8].

Самостоятельный интерес, особенно на первых порах изучения практики математического моделирования, представляют геометрические модели, имеющие в большей степени глубокое зрительное восприятие и более наглядные решения, понятные для студента и легко комментируемые преподавателем.

Опираясь на перечисленные факторы-обстоятельства, можно рекомендовать преподавателям соответствующий пересмотр как относительного объема, так и содержания занятий по математике для студентов-экологов и в первую очередь методического обеспечения этих занятий в направлении более глубокого освоения математического языка и принципов математического моделирования.

Анализ современных экологических проблем позволил выделить из них как наиболее значимые проблемы загрязнения окружающей среды, и в частности, нейтрализации вредоносности бытовых отходов, охраны

лесных насаждений, загрязнения и нерационального использования воды, охраны здоровья человека (от эпидемий), ограничения шумовых воздействий. Общность этих проблем в том, что они динамичные, долговременные, неустойчивые и являются результатом многофакторных воздействий (природных, экономических, демографических и т.п.).

Основным математическим механизмом разрешения такого рода проблем выступает теория дифференциальных уравнений (для случаев как непрерывных, так и дискретных переменных; как детерминированных, так и случайных величин) [1, 6, 7].

Особенности экологических процессов инициируют рассмотрение на учебных занятиях не столько «хороших» задач, имеющих единственное «красивое» решение, но и некорректно поставленных [9], обладающих сомнительной единственностью решения или его неустойчивостью. Такого рода ситуации возможны не только при решении дифференциальных уравнений, но и систем линейных алгебраических уравнений, которые, как правило, изучаются уже в первом семестре и могут явиться прекрасным «полигоном» овладения теорией некорректно поставленных задач и их практического разрешения. В качестве фонда практических задач можно использовать пособие В. М. Басова [10].

Таким образом, определенный приоритет в содержательном наполнении курса математики для студентов-экологов должны иметь такие разделы, как «матрицы и определители», так как работа с массивами статистических данных существенно упрощается; «системы линейных алгебраических уравнений», «дифференциальные уравнения», «математическая статистика», так как для решения многофакторных экологических проблем применимы лишь статистические методы и соответствующие модели; «разностные уравнения», лежащие в основе компьютерных реализаций математических моделей. Естественно, решение различного рода экстремальных задач невозможно без изучения основ дифференциального исчисления [11].

Что касается технологий обучения, то в приоритете стоит метод проектов, который впервые был описан в 1918 г. в одноименной книге американского педагога У. Кирппатрика (1871 – 1965), где обосновывается, что наиболее прочные знания и умения возникают при решении значимых для обучающихся прикладных задач. Учебный процесс рассматривается как организация деятельности ученика в социальной среде и ее ориентация на обогащение индивидуального опыта. Кроме того, при решении такого рода задач стимулируется активность и повышается заинтересованность в результатах работы.

Анализ результатов личной практической деятельности, связанной с использованием метода проектов [12], позволил сделать вывод о том, что наиболее эффективной формой его воплощения является та, которая строится на соревновательной основе, когда академическая группа студентов разбивается на команды по 4 – 6 человек по желанию и уровню подготовки. Каждая группа получает задание (теоретические вопросы и прикладную задачу) для выполнения во внеаудиторное время. Команда самостоятельно составляет математическую модель задачи, конструктивно излагает ее решение и делает представление в виде презентации. Защита проекта осуществляется на семинарском занятии. При этом преподаватель контро-

лирует персональную активность студентов и академические знания по принципам балльно-рейтинговой системы.

Например, при изучении раздела «дифференциальные уравнения» в качестве практического задания можно предложить моделирование ситуации, описываемой уравнением Бернулли (частным случаем которого является логистическое уравнение роста популяций). Практические задания такого типа встречаются не только в экологии, но и в экономике, транспортной логистике, строительстве [13]. Таким образом, можно сформулировать множество различных задач, имеющих, по сути, одну и ту же математическую модель, но специфические интерпретации результатов решения. Проектное решение такой многоплановой задачи демонстрирует универсальность языка и методов математики, ее прикладную значимость и, кроме того, достоинство командного стиля работы.

Повышению эффективности обучения, стимулированию процесса обучения математике, овладения ее языком служит эстетическая красота. [5, 14]. На занятиях по математике необходимо выделять те разделы, которые предвещают красоту, стройность и закономерность. Такими могут быть вопросы симметрии, пропорций, геометрических моделей, различного рода доказательств. В результате эстетика математики вызывает желание ее изучения, а математические знания повышают возможность осваивать другие дисциплины. Студенты, овладевшие принципами математики, эстетикой ее научных достижений, демонстрируют более глубокие знания и успешность в скорости их усвоения.

Заключение

Учебный предмет «Высшая математика» является системообразующим в процессе подготовки специалистов-экологов, так как наличие математических знаний обеспечивает разрешение современных экологических проблем. Доказательство этого факта – одна из основных задач, преподавателя вуза уже на стадии профессионально-ориентационной работы среди абитуриентов. Ее решение способствует правильному выбору направления подготовки, осознанному отношению к овладению образовательной программой.

Формирование математического стиля мышления [15] следует осуществлять, используя как содержательное наполнение учебного курса, так и специальным образом организованное его методическое сопровождение. Необходимый элемент содержания обучения – использование исторических сведений касательно роли математических знаний в становлении экологии как науки. Кроме того, наиболее продуктивным для пробуждения когнитивного интереса к математике следует считать идеи математического моделирования при рассмотрении, по возможности, разнообразных экологических задач на всех этапах изучения курса высшей математики, ориентируясь при этом на то, что на старших курсах студенты будут изучать математическое моделирование как отдельный, самостоятельный учебный предмет.

Вторым обязательным элементом наполнения математических курсов должно явиться решение математических задач с экологическим содержанием реального характера. В качестве основы для математического моделирования можно взять задачи, рассмотренные в учебном пособии

В. М. Басова [10]. Наиболее приемлемыми для решения такого вида задач являются разделы учебного курса «Высшая математика»: «Матрицы и системы линейных уравнений», «Дифференциальные уравнения», «Математическая статистика». В процессе обучения следует практиковать не только решение поставленных задач, но и их составление (составление математических моделей), преследуя цель формирования интегрированных, различных предметных компетенций [16].

Наиболее действенным педагогическим механизмом формирования компетенций следует считать проектный метод обучения на основе использования, например, региональных статистических данных.

Показатели эффективности обучения по предлагаемой методике:

- повышение конкурса среди студентов, поступающих на экологические специальности;
- улучшение академической успеваемости студентов;
- увеличение числа реальных проектов, выполненных студентами.

Таким образом, в работе регламентированы вопросы структуры и содержания математического образования студентов-экологов, предложена методика обучения, способствующая повышению качества профессионального образования.

Список литературы

1. Зарипов, Ш. Х. Введение в математическую экологию : учеб.-метод. пособие / Ш. Х. Зарипов. – Казань : Изд-во Казанск. федер. ун-та, 2010. – 47 с.
2. Математическое образование в экологии : курс лекций / сост. Н. Е. Горковенко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 45 с.
3. Попов, Н. С. Методика решения задач устойчивого развития / Н. С. Попов, О. В. Пещерова, Л. Н. Чуксина // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2018. – № 2(68). – С. 79 – 85. doi: 10.17277/voprosy.2018.02.pp.079-085
4. Дементьева, М. Ф. Сборник математических задач с практическим и экологическим содержанием : пособие для обучающихся и учителей общеобразовательной школы / М. Ф. Дементьева, М. Р. Сандярова, Е. Е. Марченко ; под ред. Н. О. Кадырбоб. – Челябинск : PrintWay, 2022. – 23 с.
5. Пучков, Н. П. Математика и архитектура, к вопросу развития межпредметных связей при подготовке архитекторов / Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2019. – № 2(72). – С. 133 – 143. doi: 10.17277/voprosy.2019.02.pp.133-143
6. Романов, М. Ф. Математические модели в экологии / М. Ф. Романов, М. П. Федоров. – СПб. : Иван Федоров, 2003. – 240 с.
7. Резниченко, Г. Ю. Математические модели биологических продукционных процессов : учеб. пособие / Г. Ю. Резниченко, А. Б. Рубин. – М. : Изд-во МГУ, 1993. – 300 с.
8. Леонова, Л. Н. Математические методы в биологии и экологии : учеб. пособие / Л. Н. Леонова, А. И. Кушнеров. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. – 43 с.
9. Тихонов, А. Н. Методы решения некорректных задач / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – М. : Наука : Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1979. – 285 с.
10. Басов, В. М. Задачи по экологии и методика их решения : учеб. пособие / В. М. Басов. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : Изд-во ЛКИ, 2007. – 160 с.
11. Пинаев, В. Е. Сборник задач для экологов (HSE специалистов) : учеб. пособие / В. Е. Пинаев, Д. В. Касимов, Т. Н. Ледащева. – М. : Мир науки, 2019. – 113 с.

12. Пучков, Н. П. Методические основы проектирования в вузовском курсе высшей математики / Н. П. Пучков, Т. Ю. Дорохова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2023. – № 2(88). – С. 164 – 174. doi: 10.17277/voprosy.2023.02.pp.164-174
13. Пучков, Н. П. Цифровизация математического образования: преподавание курса «Дифференциальные уравнения» / Н. П. Пучков, Н. И. Лобанова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2020. – № 2(80). – С. 138 – 158. doi: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.138-158
14. Волошинов, А. В. Математика и искусство / А. В. Волошинов. – М. : Просвещение, 2000. – 400 с.
15. Пучков, Н. П. Формирование математического стиля мышления при подготовке правоведов / Н. П. Пучков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2022. – № 3(77). – С. 153 – 165. doi: 10.17277/voprosy.2022.02.pp.153-165
16. Пучков, Н. П. Интеграция компетенций в условиях цифровизации образования / Н. П. Пучков, А. И. Попов, С. И. Тормасин // Continuum. Математика. Информатика. Образование. – 2020. – № 1. – С. 36 – 44.

References

1. Zaripov Sh.Kh. *Vvedeniye v matematicheskuyu ekologiyu: ucheb.-metod. posobiye* [Introduction to Mathematical Ecology], Kazan' : Izdatel'stvo Kazansk. feder. universiteta, 2010, 47 p. (In Russ.)
2. Gorkovenko N.Ye. (Comp.) *Matematicheskoye obrazovaniye v ekologii: kurs lektsiy* [Mathematical Education in Ecology: a course of lectures], Krasnodar: KubGAU, 2015, 45 p. (In Russ.)
3. Popov N.S., Peshcherova O.V., Chuksina L.N. [Methodology for solving sustainable development problems], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2018, no. 2(68), pp. 79-85. doi: 10.17277/voprosy.2018.02.pp.079-085 (In Russ., abstract in Eng.)
4. Dement'yeva M.F., Sandyarova M.R., Marchenko Ye.Ye.; Kadigrob N.O. (Ed.) *Sbornik matematicheskikh zadach s prakticheskim i ekologicheskim soderzhaniyem: posobiye dlya obuchayushchikhsya i uchiteley obshcheobrazovatel'noy shkoly* [Collection of mathematical problems with practical and ecological content: a manual for students and teachers of comprehensive schools], Chelyabinsk: PrintWay, 2022, 23 p. (In Russ.)
5. Puchkov N.P., Zabavnikova T.Yu. [Mathematics and architecture, on the issue of developing interdisciplinary connections in the training of architects], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2019, no. 2(72), pp. 133-143. doi: 10.17277/voprosy.2019.02.pp.133-143 (In Russ., abstract in Eng.)
6. Romanov M.F., Fedorov M.P. *Matematicheskiye modeli v ekologii* [Mathematical models in ecology], St. Petersburg: Ivan Fedorov, 2003, 240 p. (In Russ.)
7. Reznichenko G.Yu., Rubin A.B. *Matematicheskiye modeli biologicheskikh produktsionnykh protsessov: ucheb. posobiye* [Mathematical models of biological production processes: textbook], Moscow: Izdatel'stvo MGU, 1993, 300 p. (In Russ.)
8. Leonova L.N., Kushnerov A.I. *Matematicheskiye metody v biologii i ekologii: ucheb. posobiye* [Mathematical methods in biology and ecology: textbook], St. Petersburg: VSHTE SPbGUPTD, 2019, 43 p. (In Russ.)
9. Tikhonov A.N., Arsenin V.Ya. *Metody resheniya nekorrektnykh zadach* [Methods for solving ill-posed problems], Moscow: Nauka: Gl. red. fiz.-mat. literatury, 1979, 285 p. (In Russ.)

10. Basov V.M. *Zadachi po ekologii i metodika ikh resheniya: ucheb. posobiye* [Problems in Ecology and Methods of Their Solution: textbook], Moscow: Izdatel'stvo LKI, 2007, 160 p. (In Russ.)
11. Pinayev V.Ye., Kasimov D.V., Ledashcheva T.N. *Sbornik zadach dlya ekologov (HSE spetsialistov): ucheb. posobiye* [Collection of problems for ecologists (HSE specialists): textbook], Moscow: Mir nauki, 2019, 113 p. (In Russ.)
12. Puchkov N.P., Dorokhova T.Yu. [Methodological foundations of design in the university course of higher mathematics], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2023, no. 2(88), pp. 164-174. doi: 10.17277/voprosy.2023.02.pp.164-174 (In Russ., abstract in Eng.)
13. Puchkov N.P., Lobanova N.I. [Digitalization of mathematical education: teaching the course "Differential Equations"], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2020, no. № 2(80), pp. 138-158. doi: 10.17277/voprosy.2020.02.pp.138-158 (In Russ., abstract in Eng.)
14. Voloshinov A.V. *Matematika i iskusstvo* [Mathematics and Art], Moscow: Prosveshcheniye, 2000, 400 p. (In Russ.)
15. Puchkov N.P. [Formation of a Mathematical Style of Thinking in the Training of Legal Scholars], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2022, no. 3(77), pp. 153-165. doi: 10.17277/voprosy.2022.02.pp.153-165 (In Russ., abstract in Eng.)
16. Puchkov N.P., Popov A.I., Tormasin S.I. [Integration of competencies in the context of digitalization of education], *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovaniye* [Continuum. Mathematics. Computer Science. Education], 2020, no. 1, pp. 36-44. (In Russ., abstract in Eng.)

On the Issue of Teaching Mathematics to Environmental Students

N. P. Puchkov

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: population dependence; quality of training; mathematics; math modeling; mathematical-statistical method; model; career guidance for students; content of mathematical courses; aesthetics of mathematics; ecology.

Abstract: The paper discusses the issues of the structure and content of mathematical education for students of environmental study programs, their motivation for quality education. The most common mathematical methods used in ecology and the strengths of mathematical modeling have been described. The sections of the mathematics syllabus that most effectively contribute to the formation of professional competencies and pedagogical technologies for their implementation have been identified. The experimental data of the research results have been presented.

© Н. П. Пучков, 2024

ОБУЧЕНИЕ ПЕРЕВОДУ ЮРИДИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ СТУДЕНТОВ ЯЗЫКОВЫХ ФАКУЛЬТЕТОВ

А. Ю. Ряховская, Я. О. Ряховская

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского», Брянск, Россия;
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия*

Ключевые слова: англосаксонская правовая система; личная документация; перевод; референциальное значение; термин; юридические тексты; юридический термин;

Аннотация: Рассмотрена специфика юридического перевода, описываются требования к переводу личных данных. Показана необходимость учета специфики национальной правовой системы при выборе варианта перевода юридического термина. Проанализированы практические аспекты применения переводческих ресурсов при межъязыковой передаче юридических текстов, в частности, электронных словарей и форумов. Дано описание наиболее частотных ошибок, встречающихся в юридических переводах студентов-лингвистов старших курсов и начинающих переводчиков. Сделан акцент на значимости знания переводчиком предметной области, умении находить точные переводческие соответствия, критически анализировать возможные варианты перевода, грамотно оформлять текст перевода, соблюдать оригинальное форматирование. Предложен алгоритм обучения юридическому переводу в целях повышения качества выполняемых заданий будущими переводчиками.

Актуальность и проблема исследования

Самым востребованным видом перевода на рынке переводческих услуг является юридический. Вместе с тем он относится к категории самых сложных, поскольку требует внимательности, точности и осведомленности в конкретной области права. Трудности перевода юридических текстов также обусловлены наличием различий в законодательствах стран языка оригинала и языка перевода. Особые сложности испытывают начи-

Ряховская Анастасия Юрьевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории английского языка и переводоведения, e-mail: anastasia--r@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского», Брянск, Россия; Ряховская Яна Олеговна – магистрант, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия.

нающие переводчики, выпускники филологического факультета. Для выполнения грамотного юридического перевода недостаточно языковых знаний. Переводчику необходимо уметь оперировать многозначностью используемых терминов, выбирать точный эквивалент из многообразия вариантов, предлагаемых словарями, с учетом специфики национального правового поля. Неумение ориентироваться в законодательных требованиях, особенностях составления договоров, оформлении личных документов может привести к фактическим и смысловым ошибкам, затрагивающим интересы заказчиков перевода. Сведение к минимуму потенциальных ошибок будущих переводчиков возможно на этапе обучения юридическому переводу в вузе.

Цель исследования – составление алгоритма обучения юридическому переводу студентов-лингвистов старших курсов с учетом особенностей юридического перевода и наиболее частотных ошибок, выявляемых в ходе учебной практики. В статье анализируются случаи межъязыковой интерференции, влияющей на качество перевода, указываются последствия таких ошибок в переводческой практике, предлагаются пути их устранения.

Особенности юридического перевода

Перевод юридических документов с родного на иностранный язык считается наиболее сложным видом перевода. Одна из причин является – уникальность юридической терминологии каждой страны, специфика национальной правовой системы и своеобразные требования к оформлению документации.

Рассматривая перевод как «процесс преобразования речевого произведения на одном языке в речевое произведение на другом языке при сохранении неизменного значения», автор поднимает вопрос о «сохраняемости» референциальных, прагматических и внутрилингвистических значений в процессе перевода [1, с. 72]. Степень передачи указанных видов значений обусловлена характером переводимого текста. Юридический перевод относится к научно-техническому виду перевода. Это один из видов специального перевода, обслуживающий правовую сферу коммуникации [2]. В более узком понимании юридический перевод определяется как вид специализированного или технического перевода, переводческая деятельность, включающая в себя использование языка для специальных целей в контексте права или в юридических целях [3, с. 1].

В научно-технических текстах преобладающая роль отводится референциальным значениям, которые передают существенную информацию и выражаются в терминах. Адекватная передача таких терминов крайне важна для того, чтобы научно-технический перевод представлял полноценную и точную замену оригинала исходного текста на содержательном и функциональном уровне. Выбор точного эквивалента референциального значения в юридическом тексте является крайне важным при межъязыковой передаче статей закона, актов, личных документов. В словарях много терминов, и зачастую в них предлагается несколько значений, из которых необходимо выбрать только один верный. Наблюдается и расхождение объемов понятий, которые передаются интернациональными терминами.

Например: *Attorney* – прокурор, адвокат, доверенное лицо (AmE), прокурор (BrE).

Многие исследователи [4 – 6] сходятся во мнении, что основная задача переводчика юридической документации – максимально точно передать смысл оригинала в целях обеспечения соблюдения буквы закона и сохранить единство терминологии в рамках всего документа.

Юридический текст обладает рядом языковых особенностей:

1) специфическое построение текста, в котором доминируют сложноподчиненные предложения, своеобразная пунктуация:

The States Parties to this Treaty, Determined to contribute to the realization of the purposes and principles of the Charter of the United Nations, Deeply concerned about the catastrophic humanitarian consequences that would result from any use of nuclear weapons, and recognizing the consequent need to completely eliminate such weapons, which remains the only way to guarantee that nuclear weapons are never used again under any circumstances...

Государства – участники настоящего Договора, будучи преисполнены решимости внести вклад в реализацию целей и принципов Устава Организации Объединенных Наций, выражая глубокую озабоченность по поводу катастрофических гуманитарных последствий, которыми чревато любое применение ядерного оружия, и признавая вытекающую из этого необходимость полной ликвидации такого оружия, которая остается единственным способом гарантировать, что ядерное оружие никогда больше не будет применено ни при каких обстоятельствах...

2) повторы лексических единиц и словосочетаний:

(2) The President by statutory instrument may declare, as respects any country, that –

(a) it is a country to which, by virtue of subsection (1), this Part extends, and

(b) that such courts of that country as are specified in the declaration are superior courts of that country for the purposes of this Part...

(2) В рамках нормативно-правового акта президент может заявить в отношении любой страны, что –

(a) это страна, на которую на основании подраздела (1) распространяется действие настоящей части, и

(б) что такие суды этой страны, которые указаны в постановлении об исполнении решения, являются судами более высокой инстанции для целей настоящей части...

3) множество безличных структур, пассивных конструкций:

ENACTED by the Parliament of Botswana

DATED this 21st day of May, 2021.

ПРИНЯТ Парламентом Ботсваны

От 21 мая 2021 года

4) канцелярский стиль изложения, клишированность речи:

in witness where of an entry under No. 2507 was made on the Twelfth day of March in the year of two thousand and eleven in the Birth Register.

An Act to consolidate and amend the law relating to the enforcement in Botswana of judgments given in

О чем 2011 года марта месяца 12 числа составлена запись акта о рождении № 2507

Закон о консолидации и внесении поправок в законодательство, касающееся приведения в исполнение в Ботсване

<i>countries which accord reciprocal treatment to judgments given in Botswana, for facilitating the enforcement in other countries of judgments given in Botswana and for other purposes connected therewith</i>	судебных решений, вынесенных в странах, с которыми действует принцип взаимности в отношении судебных решений, вынесенных в Ботсване, для облегчения приведения в исполнение в других странах судебных решений, вынесенных в Ботсване, и для других связанных с этим целей.
---	---

5) использование глагола *shall* в модальном значении. Переводится, как правило, глаголом в настоящем времени:

<i>President may, by statutory instrument, order –</i> (a) <i>that this Part shall extend to that country; and</i> (b) <i>that such courts of that country as are specified in the order shall be the superior courts of that country for the purposes of this Part.</i>	президент имеет право вынести решение нормативно-правового характера о том, что (a) действие настоящей части распространяется на эту страну; и (б) суды этой страны, указанные в постановлении, являются судами более высокой инстанции этой страны для целей настоящей части.
---	---

6) наличие большого числа терминов, значение которых часто контекстуально обусловлено:

<i>Rule of court</i> <i>Rule of law</i> <i>Communications between courts</i> <i>any and all notices and communications in connection with the Contract</i> <i>Communications Assistance for Law Enforcement act</i>	Судебное предписание Нормы права Сношения между судами все без исключения уведомления и сообщения, связанные с Договором Закон США о прослушивании
--	---

Выполнение юридического перевода предполагает четкое понимание терминологии и концепций права в соответствующих его областях. Сложность и специфика перевода юридических терминов обусловлена еще и тем, что наблюдаются существенные различия не только в законодательствах стран языка перевода и языка оригинала, но и в национальных системах стран общего права, принадлежащих к одной правовой семье. Эти различия затрагивают такие фундаментальные понятия, как наименования министерств, юридических инстанций, должностей [7]. Развитие судебной системы Великобритании связано с королевской властью, в то время как в США институты общего права всегда находились в неразрывной связи с президентской формой правления и двухпартийной системой власти, что привело к терминологическим различиям в сфере правового поля англоязычных государств.

Например: Министерство юстиции: *The Ministry of Justice (BrE)*, *The United States Department of Justice (AmE)*; прокурор (гос. обвинитель): *Crown prosecutor (BrE)*, *prosecuting attorney (AmE)*; адвокат (представляющий интересы клиента в суде): *barrister (BrE)*, *counsellor/public defender/defense attorney (AmE)*; юрисконсульт: *solicitor (BrE)*; *lawyer/attorney/paralegal (AmE)*.

В США уголовный процесс над гражданином, к примеру, Робинсоном, будет именоваться *People v Robinson*, тогда как в Великобритании аналогичный процесс в протоколах будет именоваться *King v Robinson*.

Большую долю юридического перевода составляет перевод личной документации. Личная документация как объект перевода – это официальные документы, удостоверяющие личность их владельца, его права, обязанности и общественное положение, содержащие биографические и другие сведения о нем [8, с. 129]. К личным документам относят паспорт, свидетельство о расторжении брака, трудовую книжку, свидетельство о заключении брака, свидетельство о рождении, смерти, брачный договор, согласие на выезд несовершеннолетнего ребенка, справки и т.д.

Обязательным условием перевода личных документов являются полнота, точность, лаконизм формулировок.

Для перевода личных документов, в частности паспорта, рекомендуется использовать следующие формулировки:

ОВД ... района города ... – ... *DISTRICT DEPARTMENT OF INTERNAL AFFAIRS OF ... CITY*

ОУФМС по ... области ... района города ... – *ADMINISTRATION DEPARTMENT OF THE FEDERAL MIGRATION SERVICE OF ... REGION IN ... DISTRICT OF ... CITY*

Код подразделения – *SUBDIVISION CODE*

РОВД – *DISTRICT OFFICE OF INTERNAL AFFAIRS*

ГУМВД гор. Москва – *MAIN DIRECTORATE OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS OF RUSSIA IN MOSCOW*

Паспортно-визовая служба МВД России – *PASSPORT AND VISA SERVICE OF RF MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS*

Выдан – *ISSUED*

Прописан – *REGISTERED AT* и др.

Основная задача переводчика личных документов – предельно полно и грамотно перевести сведения, имеющие правовую силу, включая штампы и печати, сохранить исходное форматирование документа. От точности передачи терминов и личных данных зависит получение визы, успешное нотариальное заверение, подписание контракта или положительное решения суда.

Результаты исследования

Анализ результатов выполнения юридического перевода студентами четвертого курса факультета иностранных языков профиля «Лингвистика» направления подготовки «Перевод и переводоведение» ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского» в ходе учебной и производственной практики позволил выделить наиболее типичные ошибки, встречающиеся при переводе договоров и личных документов. Многолетняя практика проверки выполнения юридического перевода позволяет с сожалением говорить и о необходимости совершенствования таких общеучебных умений у студентов, как внимательность к деталям, умение форматировать документ, выполнять перевод в срок.

К наиболее распространенным языковым ошибкам студентов-лингвистов и начинающих переводчиков при переводе правовой и личной документации можно отнести следующие:

1) частое использование кальки и дословного перевода. Перевод, прежде всего, должен соответствовать языковым нормам переводящего языка (ПЯ). В некоторых случаях дословный перевод и прием калькирования может быть оправдан:

Общество имеет круглую печать, штампы и другие средства визуальной идентификации. The Company shall have a round seal, stamps, and other means of visual identification.

Следует помнить, однако, что для создания грамотного эквивалента фразы или предложения зачастую переводчику приходится прибегать к использованию трансформаций:

Договор купли-продажи квартиры: Apartment Sale-and-Purchase Contract;

2) пропуск некоторых элементов текста исходного языка (ИЯ), в частности, эмблем, примечаний, подстрочников. Перевод документа должен осуществляться полностью. Все надписи, штампы, печати и прочее подлежат переводу. Круглые печати расшифровываются, начиная с внешнего круга. Предваряет перевод печати слово *Seal* или *Round Official Seal*. Такие примечания переводчика оформляются в квадратных скобках.

Например, печать в паспорте может выглядеть так:

*[Round Official Seal: The Russian Federation**

The Ministry of Internal Affairs of the Russia Federation
320-031]*

Переводчик обязан уточнить надписи на плохо отсканированных штампах. Если все же надписи расшифровать не удастся, следует написать *[TN or t/n: illegible]* или *[прим. пер.: неразборчиво]*;

3) нарушение исходного форматирования документа. Часто для перевода предоставляется документ, в котором уже было верстальщиком выполнено форматирование, полностью соответствующее оригиналу. Оно должно сохраняться при переводе. Справка или свидетельство, подлежащее переводу, может включать множество разнонаправленных штампов и печатей, которые следует включить в перевод и расположить сообразно оригиналу. Несмотря на разный объем текстов ИЯ и ПЯ, следует сохранить то количество страниц, которые содержал оригинал, по возможности повторяя начертание, цвет и насыщенность шрифта оригинала;

4) форматирование с помощью пробела. В тексте ПЯ не должно быть лишних пробельных символов. Текст в формате Word можно проверить на наличие лишних пробелов с помощью значка ¶. Лишние пробелы в тексте ПЯ следует убирать.

5) несоблюдение единства терминологии. Для юридического текста характерно употребление лексических повторов, поскольку отдельному правовому понятию должен соответствовать один и тот же термин, сколько бы раз в тексте он не встречался. К примеру, если в Уставе компании (*Articles of Association*) в разделе «Общие положения» (*General Provisions*) компания именуется «Общество» (*hereinafter referred to as the Company*), то далее по всему многостраничному тексту Устава это будет «Общество» и the Company соответственно;

6) глагол *shall* воспринимается как маркер будущего времени. Глагол *shall* выражает в юридических и экономических текстах долженствование и переводится на русский язык, как правило, настоящим временем глагола.

For the purposes of this section, a judgment shall be deemed to be final and conclusive notwithstanding that an appeal may be pending against it, or that it may still be subject to appeal, in the courts of the country of the original court.

В целях применения настоящего раздела судебное решение считается окончательным и неоспоримым, невзирая на то, что на него может быть подана апелляция или что оно все еще может подлежать обжалованию в судах страны первоначального суда.

7) транслитерация аббревиатур на язык перевода. Аббревиатуры следует расшифровывать, даже если они кажутся очевидными. Если есть устоявшаяся аббревиатура в языке перевода, она заменяется этим общеупотребимым эквивалентом (например: *TIN – ИНН, LLC – ООО, plc. – ПАО, VAT – НДС, JSC – АО* и др.) Аббревиатуры расшифровываются и переводятся, если нет устоявшейся аббревиатуры в языке перевода (*МВД – Ministry of Internal Affairs (MIA)*, далее по тексту – *MIA*). Если в тексте ИЯ несколько раз встречаются сокращения, при первом употреблении нужна расшифровка;

8) неправильная передача рукописных подписей в справках и личных документах. Рукописные подписи следует заменять словом */signed/*, заключенным в косые скобки. Подписи нельзя сканировать, вставлять или пропускать при переводе документов. Подстрочник «подпись», предваряющий рукописную подпись, переводится “*signature*”;

9) неверное написание дат прописью: строчная вместо заглавной, пропуск дефиса. Часто в свидетельствах даты указываются прописью, что также должно переноситься в текст ПЯ. Зачастую начинающие переводчики игнорируют заглавные буквы и дефисы в написании даты. Первую цифру следует писать с заглавной. Расшифровка цифры в скобках также пишется с заглавной буквы.

The Twelfth day of March in the year of two thousand and eleven (the Twenty-first of January in two thousand and two);

10) отсутствие указаний на то, что текст ПЯ является переводом. Для межъязыковой передачи документов в начале первой страницы документа, в правом углу следует писать */Translation from Russian into English/* или */Перевод с английского на русский/* в зависимости от направления перевода;

11) наиболее грубой ошибкой при переводе свидетельств о рождении, браке или смерти является транслитерация буквенного кода документа. Эта ошибка классифицируется как фактическая и может иметь такие серьезные последствия для владельца документа, как отказ в нотариальном заверении, получении визы, признании документа недействительным и т.д. Буквенный код свидетельства не подлежит переводу или транслитерации (например: *I-ВГ*), переносится в текст ПЯ в оригинальном варианте.

Практические предложения: алгоритм обучения юридическому переводу

Обучение юридическому переводу студентов-лингвистов проводится в рамках дисциплины «Практический курс перевода», «Письменный перевод» и в ходе учебной и производственной практик. Определение затруднений, с которыми, как правило, сталкиваются будущие переводчики, позволяет акцентировать внимание на потенциальных ошибках и устранить некоторые из них еще на этапе подготовки к выполнению перевода. Алгоритм подготовки и выполнения заданий по переводу юридической документации в рамках учебной и производственной практики студентов старших курсов может выглядеть следующим образом.

Подготовительный этап

1. Обобщение и систематизация знаний о языковых особенностях юридического перевода. Вводное занятие предполагает изложение стилистических, лексических и грамматических особенностей русскоязычных и англоязычных юридических текстов, основные положения которых изложены выше.

2. Выполнение упражнений на закрепление навыков юридического перевода в следующих аспектах:

а) перевод модального глагола “*shall*” в предложениях типа

e.g. The High Contracting Parties shall continue strengthening relations of friendship, solidarity and mutual aid;

б) отработка использования требуемых предлогов в следующих фразах:

The Parties to the Covenant..., exercise the right to freedom, by virtue of this article, in compliance/accordance with the international law, in pursuance of the provisions of the Charter, previously in force, shall also apply to any members..., reservations to this Protocol, having respect for, the Fourth day of May in the year of... и др.;

в) перевод маркеров официально-делового стиля (*whilst, thereof, hereinafter, herewith, in witness whereof, duly* и др.) в контексте предложений или абзацев.

e.g. In witness whereof the undersigned, being duly authorized for that purpose, have signed this Treaty.

3. Анализ примеров русско-английского и англо-русского перевода личных документов и договоров.

4. Совершенствование технических навыков оформления перевода личных документов с большим количеством штампов и печатей с целью сохранения оригинального форматирования; отработка умения конвертировать документы из разных форматов в текстовый редактор для перевода, составление разнонаправленных подписей в схемах и таблицах, написание подстрочников.

5. Анализ электронных ресурсов, форумов и словарей, популярных среди практикующих переводчиков.

Этап выполнения индивидуального задания

Для перевода предлагаются англоязычный договор купли-продажи, фрагмент англоязычного Устава компании и русскоязычные личные документы – паспорт, свидетельство о рождении.

1. Предпереводческий анализ текста:

а) изучение применяемой сферы права и предмета договора в исходном документе, сопоставление с аналогичными документами ПЯ;

б) анализ лексических и стилистических средств, характерных для конкретного договора и документов как в английском, так и в русском языке;

в) составление двуязычного терминологического словаря в рамках тематики документа с использованием моноязычных, двуязычных, толковых словарей и форумов, перечень которых приведен ниже.

2. Выполнение перевода.

Важным условием является установление срока выполнения перевода, что обусловлено рамками учебного плана и реальной ситуацией на рынке перевода, когда обязательным является не только качественное, но и своевременное выполнение заказа.

Контрольный этап

На этом этапе можно ограничиться разбором ошибок и недочетов после проверки работ преподавателем, но наиболее эффективным представляется включение рефлексивных навыков обучающихся и создание условий для самоанализа посредством следующих подэтапов:

1. Представление наиболее типичных ошибок студентов аналогичных тем, которые указаны выше.

2. Осуществление самопроверки и корректировки работ до окончательной проверки переводных документов преподавателем.

3. Обсуждение затруднений, с которыми столкнулись студенты, и рассмотрение путей их преодоления.

Самым сложным, по мнению студентов, является выбор необходимого эквивалента. Несмотря на наличие большого количества переводческих ресурсов, даже словари соответствующей тематики не всегда могут дать эквивалент, который используется на практике или могут предложить несколько вариантов, что не облегчает работу начинающему переводчику.

На этапе подготовки будущих переводчиков следует акцентировать необходимость использования специализированных словарей, включая моноязычные, толковые, среди которых стоит отметить англо-русский юридический словарь (<https://eng-rus-law-dict.slovaronline.com/>) и русско-английский юридический словарь (<https://rus-eng-law-dict.slovaronline.com/>); словарь Opentran, включающий перевод не только терминов, но и целых фраз и предложений; юридический словарь английского языка Legal Dictionary, Black's Legal Dictionary, Dictionary by Merriam-Webster: America's most trusted online dictionary для уточнения американских реалий; United Kingdom Encyclopedia of Law для уточнения британских реалий в сфере права, The Law.com Dictionary и др.

Большой популярностью среди переводчиков пользуется словарь Multitran. В его состав включены специализированные словари практически из всех областей юриспруденции с большим объемом словарных статей. К примеру, в состав словарь «Юридическая лексика» входит 121 194 словарные статьи. Узкая специализация словаря, несомненно, помогает в выборе эквивалента, но встречающаяся многовариантность терминологии и ошибки требуют критического осмысления предлагаемых вариантов, четкого понимания проблемы и переводимой ситуации [9].

Альтернативность вариантов затрудняет выбор перевода единственно правильного термина, является особо проблематичным для переводчика, не имеющего юридического образования. В этом случае следует обращаться за помощью к профессионалам на специализированных форумах. Одним из таких форумов – Proz.com (<https://rus.proz.com/ask>), участники которого – переводчики со всего мира, имеющие опыт работы с текстами узкой специализации, в том числе, юридической. Из личной анкеты участника форума можно получить информацию о специализации и опыте перевода в этой сфере, что позволит начинающему переводчику определиться с выбором варианта.

Заключение

Несмотря на множество средств, оптимизирующих перевод, умение и желание начинающего переводчика разбираться в предметной области является главным фактором, определяющим качество перевода. Знание применяемой в переводе области права и языковая компетенция переводчика являются неотъемлемым условием выполнения адекватного перевода официальных данных, имеющих правовую силу. Самый востребованный вид перевода на рынке переводческих услуг – перевод личных документов – требует предельной внимательности к деталям, аккуратности и точности при передаче личных данных, умения точно восстановить форму и содержание исходного текста на языке перевода.

Список литературы

1. Бархударов, Л. С. Язык и перевод (Вопросы общей и частной теории перевода) / Л. С. Бархударов. – М. : Междунар. отношения, 1975. – 240 с.
2. Киндеркнехт, А. С. Особенности перевода юридических текстов / А. С. Киндеркнехт // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2015. – № 5(68). – С. 123 – 127.
3. Cao, D. Legal Translation. In book: The Encyclopedia of Applied Linguistics / D. Cao ; Carol A Chapelle (Ed.). – Blackwell Publishing, 2013. doi: 10.1002/9781405198431.wbeal0679
4. Galdia, M. Strategies and Tools for Legal Translation / M. Galdia // Comparative Legilinguistics. – 2013. – Vol. 16. – P. 77 – 94. doi: 10.14746/cl.2013.16.6
5. Chromá, M. Traps of English as a Target Language in Legal Translation / M. Chromá // Comparative Legilinguistics. – 2016. – Vol. 26. – P. 71 – 97. doi: 10.14746/cl.2016.26.04

6. Сковрцов, О. Г. Перевод деловой и юридической документации : учеб. пособие / О. Г. Сковрцов. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 139 с.
7. Ряховская, А. Ю. Перевод юридических терминов с учетом специфики правовых систем Российской Федерации, Великобритании и США / А. Ю. Ряховская, Я. О. Ряховская // Актуальные проблемы переводоведения и лингводидактики в контексте межкультурного взаимодействия : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 17 – 19 сент. 2021 г.). – Брянск, 2021. – С. 66 – 72.
8. Словарь современной архивной терминологий социалистических стран / Подгот. Д. Минцев, Д. Эмбер, Я. Бузоши [и др.]. – М. : ВНИИДАД, 1982. – 445 с.
9. Ряховская, А. Ю. Информационные технологии в переводе юридической документации / А. Ю. Ряховская, Я. О. Ряховская // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. – 2021. – № 1(17). – С. 25 – 28. doi: 10.52374/15204012_2021_17_1_25

References

1. Barkhudarov L.S. *Yazyk i perevod (Voprosy obshchey i chastnoy teorii perevoda)* [Language and Translation (Problems of General and Specific Theory of Translation)], Moscow: Mezhdunar. otnosheniya, 1975, 240 p. (In Russ.)
2. Kinderknecht A.S. [Features of Translation of Legal Texts], *Uchenyye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye nauki* [Scientific Notes of the Oryol State University. Series: Humanities], 2015, no. 5(68), pp. 123-127. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Cao D.; Carol A Chapelle (Ed.). *Legal Translation. In book: The Encyclopedia of Applied Linguistics*, Blackwell Publishing, 2013. doi: 10.1002/9781405198431.wbeal0679
4. Galdia M. Strategies and Tools for Legal Translation, *Comparative Legilinguistics*, 2013, vol. 16, pp. 77-94. doi: 10.14746/cl.2013.16.6
5. Chromá M. Traps of English as a Target Language in Legal Translation, *Comparative Legilinguistics*, 2016, vol. 26, pp. 71-97. doi: 10.14746/cl.2016.26.04
6. Skvortsov O.G. *Perevod delovoy i yuridicheskoy dokumentatsii: ucheb. posobiye* [Translation of business and legal documentation: textbook], Yekaterinburg: Izdatel'stvo Ural. universiteta, 2019, 139 p. (In Russ.)
7. Ryakhovskaya A.Yu., Ryakhovskaya Ya.O. *Aktual'nyye problemy perevodovedeniya i lingvodidaktiki v kontekste mezhkul'turnogo vzaimodeystviya: sb. nauch. st. Mezhdunar. nauch.-prakt. conf.* [Actual problems of translation studies and linguodidactics in the context of intercultural interaction: collection of scientific articles. Int. scientific and practical conf.] (Bryansk, 17-19 September 2021), Bryansk, 2021, pp. 66-72. (In Russ.)
8. Mintsev D., Ember D., Buzoshi Ya. [et al.] (Comp.). *Slovar' sovremennoy arkhivnoy terminologii sotsialisticheskikh stran* [Dictionary of modern archival terminology of socialist countries], Moscow: VNIIDAD, 1982, 445 p. (In Russ.)
9. Ryakhovskaya A.Yu., Ryakhovskaya Ya.O. [Information technologies in the translation of legal documentation], *Vestnik obrazovatel'nogo konsortsiума Srednerusskiy universitet. Informatsionnyye tekhnologii* [Bulletin of the educational consortium Central Russian University. Information technologies], 2021, no. 1(17), pp. 25-28. doi: 10.52374/15204012_2021_17_1_25(In Russ., abstract in Eng.)

Teaching Legal Translation to the Students of Language Faculties

A. Yu. Ryakhovskaya, Ya. O. Ryakhovskaya

*Petrovsky Bryansk State University, Bryansk, Russia;
Higher School of Economics, Moscow, Russia*

Keywords: Anglo-Saxon legal system; personal documentation; translation; referential meaning; term; legal texts; legal term.

Abstract: The article considers the peculiarities of legal translation, gives an account of the requirements specific for the translation of personal documents. The authors underline the necessity to consider the national legal system when choosing a translation equivalent for a legal term. The practical aspects of using translation resources in the inter language translation of legal texts, in particular, electronic dictionaries and forums, have been analyzed. The authors describe the most frequent errors found in the translations of experienced linguists and novice translators. The importance of the translator's knowledge of the subject area, the ability to find accurate translation correspondences, critically analyze possible translation options, correctly design the translation text, and observe the original formatting has been emphasized. An algorithm for teaching legal translation to improve the quality of tasks performed by future translators is presented in the article.

© А. Ю. Ряховская, Я. О. Ряховская, 2024

ДЛЯ ЗАМЕТОК