

№ 2(92). 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

№ 2(92). 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: *О. В. Мочалина, И. М. Курносова*; редактор иностранного перевода *Н. А. Гунина*
Компьютерная верстка: *С. Ю. Прохорская*

Подписано в печать 02.07.2023. Дата выхода в свет 10.07.2024.
Формат журнала 70×108/16. Усл. п. л. 14,53. Уч.-изд. л. 14,94. Тираж 100 экз. Цена свободная. Заказ 019.

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «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@tstu.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
Азматова Р. А., Глушанкова И. С. Обоснование метода локальной очистки сточных вод, загрязненных биорезистентными веществами	7
Амхаева Л. Ш., Кетенчиев Х. А., Шидова З. И. Влияние экологических факторов на относительную численность видов одонатофауны северного макросклона Восточного Кавказа.....	14
Кирюшина Н. Ю., Старостина И. В., Макридина Ю. Л., Локтионова Е. В., Хапугина А. Е. Использование комбинированных коагулянтов-флокулянтов для очистки городских сточных вод	25
Кузин Д. А., Стаценко Л. Г., Смирнова М. М., Брылина С. В. Сравнение методов машинного обучения для классификации шумов городской среды.....	37
Пендюрин Е. А., Сапронова Ж. А., Святченко А. В., Здоровцов В. А. Реставрационно-ландшафтное восстановление нарушенных территорий	44
Филимонова О. С., Хорохорина И. В., Лазарев С. И., Брянкин К. В. Исследования вольт-амперных характеристик в процессе электродеионизационной очистки промышленных растворов от хромсодержащих веществ	53
Региональная и отраслевая экономика	64
Безпалов В. В., Жариков Р. В., Кучерявенко С. А. Экономическая безопасность хозяйствующего субъекта в современных условиях	64
Блюм М. А., Инькова Н. А., Краснов А. Д. Исследование гибких методологий разработки проектов применительно к ИТ-стартапам.....	75
Медведев В. В. Роль цифрового стратегического планирования в государственном регулировании экономики.....	88
Тиндова М. Г., Кублин И. М., Толстяков Р. Р. Ключевая ставка: анализ динамики и оценка влияния на инвестиционный рост.....	106
Педагогика	119
<i>Теория и методика обучения и воспитания</i>	119
Баламутова А. А., Попов Н. С., Толстых С. Г. К цифровизации образовательного процесса в техническом вузе	119
Ильина И. Е., Морозова О. Н. Формирование функциональной грамотности на уроках иностранного языка	129
Музыкантов А. Н. Педагогическое содержание и структура гражданской идентичности студентов военного учебного центра	136
Пучков Н. П., Забавникова Т. Ю. Язык математики как фактор повышения качества информационного общения с иностранными студентами.....	146
Ряховская А. Ю. Проблема внедрения информационно-коммуникационных технологий на разных этапах обучения в языковых школах	156

CONTENTS

Ecology	7
Azmatova R. A., Glushankova I. S. Justification of the Method of Local Treatment of Wastewater Contaminated with Bioresistant Substances.....	7
Amkhaeva L. Sh., Ketenchiev H. A., Shidova Z. I. The Influence of Ecological Factors on the Relative Number of Odonata Faunal Species of the Northern Macroslope of the Eastern Caucasus	14
Kuryushina N. Yu., Starostina I. V., Makridina Yu. L., Loktionova E. V., Khapugina A. E. The Use of Combined Coagulants-Floculants for Municipal Wastewater Treatment.....	25
Kuzin D. A., Statsenko L. G., Smirnova M. M., Brylina S. V. The Comparison of Machine Learning Methods for Urban Noise Classification	37
Pendyurin E. A., Sapronova Zh. A., Syvatchenko A. V., Zdorovtsov V. A. Restoration and Landscape Restoration of Disturbed Territories.....	44
Filimonova O. S., Khorokhorina I. V., Lazarev S. I., Bryankin K. V. Research on Volt-Ampere Characteristics in the Process of Electrodeionization Purification of Industrial Solutions from Chromium-Containing Substances.....	53
Regional and Sectoral Economy	64
Bezpalov V. V., Zharikov R. V., Kucheryavenko S. A. The Economic Security of a Business Entity in Modern Conditions.....	64
Blyum M. A., Inkova N. A., Krasnov A. D. Research on Flexible Project Development Methodologies for IT Startups.....	75
Medvedev V. V. The Role of Digital Strategic Planning in State Regulation of the Economy	88
Tindova M. G., Kublin I. M., Tolstyakov R. R. Key Rate: Analysis of Dynamics and Assessment of the Impact on Investment Growth	106
Pedagogy	119
<i>Theory and Methodology of Teaching and Education</i>	119
Balamutova A. A., Popov N. S., Tolstykh S. G. Digitization of the Education Process at a Technical University.....	119
Ilyina I. E., Morozova O. N. Development of Functional Literacy in Foreign Language Classes.....	129
Musikantov A. N. The Pedagogical Content and Structure of the Civic Identity of Students of the Military Training Center	136
Puchkov N. P., Zabavnikova T. Yu. The Language of Mathematics as a Factor in Improving the Quality of Information Communication with Foreign Students ...	146
Ryakhovskaya A. Yu. The Problem of Introducing Information and Communication Technologies at Different Stages of Education in Language Schools	156

УДК 628.34

DOI: 10.17277/voprosy.2024.02.pp.007-013

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ЗАГРЯЗНЕННЫХ БИОРЕЗИСТЕНТНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Р. А. Азматова, И. С. Глушанкова

*ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», Пермь, Россия*

Ключевые слова: биорезистентные вещества; нефтехимическая промышленность; процесс Фентона; сточная вода.

Аннотация: Исследовано влияние ионов железа (II) и пероксида водорода на очистку сточных вод нефтехимического производства. Разработан метод локальной очистки сточных вод нефтехимических производств. Определены оптимальные условия проведения очистки и оптимальный состав реактива Фентона. На основании экспериментальных данных установлена возможность применения реактива Фентона для локальной очистки сточных вод производства этилена и пропилена и разработана технологическая схема данного процесса.

Введение

Нефтехимическая промышленность – одна из наиболее динамично развивающихся областей РФ. Согласно исследованиям, в 2019 году объем производства нефтехимической продукции на отечественном рынке составлял 7,6 млн т в год, а к 2035 году, по оценке аналитиков, достигнет 17 млн т в год [1]. Увеличение объема производства более чем в 2 раза повлечет за собой рост объема образующихся при этом сточных вод, содержащих органические вещества.

Анализ условий формирования и очистки сточных вод одного из крупных нефтехимических предприятий показал, что одной из наиболее труднорешаемых проблем является очистка сточных вод производства этилена и пропилена, так как стоки данного производства характеризуются высоким содержанием биорезистентных примесей, таких как фенол, бензол, толуол, сброс которых в общий поток и подача на очистные сооружения осложняют их работу и снижают эффективность очистки [2].

Азматова Римма Айдаровна – аспирант кафедры «Охрана окружающей среды», e-mail: gimma.azmatova@yandex.ru; Глушанкова Ирина Самуиловна – доктор технических наук, профессор кафедры «Охрана окружающей среды»; ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия.

Целесообразно подвергать такие стоки предварительной локальной физико-химической очистке.

Анализ научно-технической информации по методам очистки аналогичных стоков показал, что для более глубокого процесса очистки используются целый ряд окислительных методов, наиболее известные из которых – озонирование, фотокатализ, электроокисление, жидкофазное окисление, окисление в сверхкритических условиях и др. [3]. Тем не менее данные способы в силу специфических условий эксплуатации, значительных инвестиций и энергозатрат не нашли широкого распространения на отечественном рынке.

В последнее время большое внимание уделяется вопросам очистки сточных вод, содержащих органические примеси, окислением перекисью водорода в присутствии катализатора, в качестве которого чаще всего используются ионы двухвалентного железа. Наибольшее распространение получил реактив Фентона – смесь H_2O_2 и Fe^{+2} . Ключевыми преимуществами, которые делают процесс Фентона превосходящим другие процессы, являются его способность разлагать стойкие органические загрязнители, проведение этого процесса при комнатной температуре и атмосферном давлении, а также высокая скорость реакции [4].

Известно применение процесса Фентона для очистки фенолсодержащих сточных вод в нефтедобывающей и деревообрабатывающей промышленности [5, 6]. Исследования продемонстрировали снижение содержания фенола до нормативных показателей качества.

Окисление Фентона – сложный физико-химический процесс, его эффективность зависит от целого ряда факторов: соотношения $Fe(II)$ к H_2O_2 , концентрации реагентов, природы и содержания загрязняющих веществ, значения pH [7].

Цель работы – исследование возможности применения реактива Фентона для локальной очистки сточных нефтехимического производства на примере производства этилена и пропилена и определение условий проведения процесса.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – сточные воды нефтехимической компании цеха по получению этилена и пропилена пиролизом бутановых фракций в трубчатых печах с последующим разделением продуктов пиролиза низкотемпературной ректификацией. Ниже приведен усредненный состав исследуемой сточной воды цеха производства этилена и полипропилена.

Химическое потребление кислорода (ХПК), mgO_2/dm^3	2555...3520
Массовая концентрация, mg/dm^3 :	
бензола	50,80...78,1
фенолов	7,690...9,290
метилбензола (толуола)	22,80...39,10
нефтепродуктов	3,78...13,63
этилбензола	4,90...5,00
этилбензола (стирола)	8,40...9,50
ароматических углеводов	86,90...131,7

При проведении исследований в качестве реагентов использовались железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и 30%-й пероксид водорода H_2O_2 .

Анализ механизма действия реактива Фентона показывает [8], что в процессе обработки образуются гидроксильные радикалы, атомарный кислород, потенциал которых значительно выше, чем потенциал известных окислителей. Для сравнения: стандартный окислительно-восстановительный потенциал гидроксильного радикала равен 2,80 В, атомарного кислорода – 2,42 В, а потенциал озона, одного из наиболее сильного окислителя, – 2,08 В [3].

Эксперимент проводили в статическом режиме следующим образом. Обработывали 200 мл исходной сточной воды определенным объемом пероксида водорода (от 1 до 2,5 см³) и железного купороса (от 20 до 50 мг/дм³). Для регулирования pH исследуемой воды использовался раствор серной кислоты (1 : 5); pH определяли на приборе pH-150МИ. Длительность обработки составляла от 1 до 3 ч. Далее процесс очистки контролировали по показателю ХПК, определение которого осуществляли в соответствии с ПНД Ф 14.1:2.100-9.

Результаты исследований и обсуждение

Для определения оптимальных условий процесса необходимо исследовать влияние концентрации пероксида водорода, железа и их соотношения на эффективность очистки сточных вод. Предварительные эксперименты показали, что для эффективной очистки сточных вод сложного исследуемого состава концентрация пероксида водорода должна составлять не менее 150 мг/л, концентрация железа в пересчете на Fe(II) не более 50 мг/л.

Для определения оптимального соотношения Fe(II) : H_2O_2 и концентраций реагентов проведено исследование влияния каждого из компонентов реагента на эффективность очистки по ХПК.

На рисунке 1, а, представлена зависимость величины ХПК при постоянной дозе пероксида водорода, равной 150 мг/дм³, и изменяющейся от 20 до 50 мг/дм³ дозе Fe^{2+} . Установлено, что оптимальная доза ионов железа (II) является 20 мг/дм³. При этом массовое соотношение Fe(II) : H_2O_2 составило 1 : 12. На рисунке 1, б, представлена зависимость величины ХПК от дозы перекиси водорода при ранее установленной оптимальной дозе Fe^{2+} – 20 мг/дм³. Дозу перекиси водорода изменяли в диапазоне от 150 до 375 мг/дм³ с шагом 75 мг/дм³.

Установлено, что увеличение дозы перекиси водорода практически не влияет на эффективность очистки, оптимальная доза – 150 мг/дм³.

Исходя из проведенных исследований, определен состав реактива Фентона:

- концентрация Fe^{2+} – 20,0 мг/дм³;
- концентрация H_2O_2 – 150 мг/дм³;
- массовое соотношение H_2O_2 : Fe^{2+} = 7,5 : 1;
- молярное соотношение H_2O_2 : Fe^{2+} = 12,2 : 1.

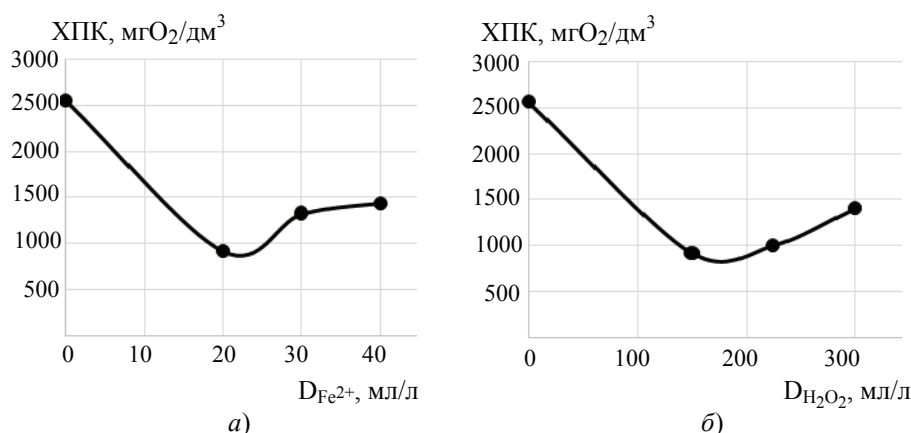


Рис. 1. Величина ХПК при различных дозах реагентов:
 а – доза Fe²⁺ при постоянной дозе H₂O₂; б – доза H₂O₂ при постоянной дозе Fe²⁺

При установленных оптимальных условиях очищенная сточная вода подвергалась хроматографическому исследованию. Результаты эксперимента представлены в табл. 1. Проведенные исследования позволили установить возможность применения реактива Фентона для локальной очистки сточных вод производства этилена и пропилена. На основании результатов исследований разработана технологическая схема локальной очистки сточных вод производства этилена и пропилена методом окисления с применением реактива Фентона (рис. 2).

Предлагается проводить процесс следующим образом. Основным элементом локальных очистных сооружений является емкость – реактор с перемешивающим устройством, в который через дозирующие устройства подаются соответствующие реагенты в заданных объемах. Реактор также оснащен датчиком рН для регулирования кислотности среды.

Таблица 1

Очистка сточных вод реактивом Фентона

Показатель	Значение		Эффективность очистки, %
	до очистки	после очистки	
рН	4,7	1,9	–
Массовая концентрация бензола, мг/дм ³	50,8	8,5	83,3
ХПК, мгО ₂ /дм ³	2555	920	64,0
Массовая концентрация, мг/дм ³ :			
фенолов	9,29	3,11	66,5
метилбензола (толуола)	22,8	2,3	89,9
ароматических углеводородов	86,9	10,8	87,6

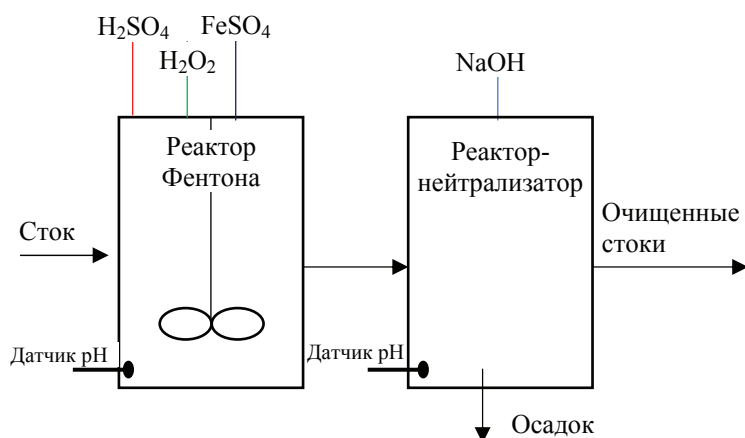


Рис. 2. Технологическая схема локальной очистки сточных вод, загрязненных биорезистентными веществами, реактивом Фентона

Затем обработанные сточные воды поступают в реактор-нейтрализатор, в который подается гидроксид натрия для доведения рН среды до значения, позволяющего сбрасывать стоки на биологические очистные сооружения. На данной стадии происходит выпадение в осадок гидроксида трехвалентного железа. Так как трехвалентное железо является коагулянтom, при этом происходит дополнительная очистка воды от взвешенных и окрашенных примесей. Очищенные сточные воды далее поступают на общезаводские очистные сооружения.

Выводы

Экспериментально доказана возможность использования реактива Фентона в качестве локальной очистки сточных вод от биорезистентных веществ – ароматических углеводородов, фенола, бензола и толуола. Исследована динамика снижения ХПК при очистке сточной воды, содержащей биорезистентные вещества.

Установлены условия проведения процесса:

- рН = 3,0;
- температура 25 °С;
- доза $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 100,0 мг/дм³;
- доза H_2O_2 – 150 мг/дм³.

Список литературы

1. Нефтехимическая отрасль России: анализ текущего состояния и перспектив развития / Е. А. Голышева, О. В. Жданев, В. В. Корнев, А. С. Лядов, А. С. Рубцов // Журнал прикладной химии. – 2020. – Т. 93, № 10. – С. 1499 – 1507.
2. Нейтрализация сточных вод фармацевтических предприятий методом фото-Фентон / И. Е. Жеребцов, А. В. Будин, В. Ю. Ярмандеев, С. Е. Юхин, И. В. Никитин // Лаборатория и производство. – 2023. – № 2. – С. 66 – 69. – URL :

https://labpro-media.ru/wp-content/uploads/2023/05/66-69-resenergo_osh_f.pdf (дата обращения: 12.09.2023).

3. Исаев, А. Б. Новые технологии очистки сточных вод от красителей на основе окислительных процессов / А. Б. Исаев, А. Г. Магомедова // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. – 2022. – Т. 63, № 4. – С. 247 – 268.

4. Optimization of the Degradation of 4-Nitrophenol by Fenton's Process / V. N. Lima, C. S. D. Rodrigues, Y. B. Brandao, M. Benachour, L. M. Madeira // Journal of Water Process Engineering. – 2022. – Vol. 47, No. 102685. – 13 p. – URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714422001283> (дата обращения: 12.09.2023).

5. Аминова, А. Ф. Окислительная деструкция фенола реактивом Фентона / А. Ф. Аминова, И. А. Сухарева, А. К. Мазитова // Вода и экология: проблемы и решения. – 2018. – № 4. – С. 3 – 8.

6. Аминова, А. Ф. Разработка способа очистки фенолсодержащих сточных вод : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. Ф. Аминова. – Уфа, 2019. – 24 с.

7. Ганиев, Т. М. Фентон-окисление как альтернатива биологической очистке / Т. М. Ганиев // Природопользование и охрана природы: Охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России : материалы IX Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. (Томск, 21 – 23 апреля 2020 года). – Томск, 2020. – С. 280 – 285.

8. Очистка сточных вод путем окислительной деструкции органических соединений реактивом Фентона / И. А. Васильева, Л. К. Густылева, Н. А. Самченко, А. И. Уколов, Е. И. Савельева // Химическая безопасность. – 2019. – Т. 3, № 2. – С. 183 – 193.

References

1. Golysheva E.A., Zhdaneev O.V., Korenev V.V., Liadov A.S., Rubtsov A.S. [Petrochemical industry of Russia: analysis of the current state and development prospects], *Zhurnal prikladnoi khimii* [Journal of Applied Chemistry], 2020, vol. 93, no. 10, pp. 1499-1507. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Zherebtsov I.E., Budin A.V., Yarmandeev V. Yu., Yukhin S.E., Nikitin I.V. [Neutralization of wastewater from pharmaceutical enterprises using the photo-fenton method], *Laboratoriya i proizvodstvo* [Laboratory and production], 2023, no. 2, pp. 66-69, available at: https://labpro-media.ru/wp-content/uploads/2023/05/66-69-resenergo_osh_f.pdf (accessed 12 September 2023).

3. Isaev A.B., Magomedova A.G. [New technologies for treating wastewater from dyes based on oxidative processes], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2: Khimiya* [Bulletin of Moscow University. Series 2: Chemistry], 2022, vol. 63, no. 4, pp. 247-268. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Lima V.N., Rodrigues C.S.D., Brandao Y.B., Benachour M., Madeira L.M. Optimisation of the degradation of 4-nitrophenol by Fenton's process, *Journal of Water Process Engineering*, 2022, vol. 47, no. 102685, 13 p., available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714422001283> (accessed 12 September 2023).

5. Aminova A.F., Sukhareva I.A., Mazitova A.K. [Oxidative destruction of phenol by Fenton's reagent], *Voda i ekologiya: problem i resheniya* [Water and ecology: problems and solutions], 2018, no. 4, pp. 3-8. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Aminova A.F. *Extended abstract of Candidate's of Engineering thesis*, Ufa, 2019, 24 p. (In Russ.)

7. Ganiev T.M. *Prirodopol'zovanie i okhrana prirody: Okhrana pamyatnikov prirody, biologicheskogo i landshaftnogo raznoobraziia Tomskogo Priob'ya i drugikh regionov Rossii: materialy IX Vserossiiskoi s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-*

prakticheskoi konferentsii [Nature management and nature conservation: Protection of natural monuments, biological and landscape diversity of the Tomsk Ob region and other regions of Russia: materials of the IX All-Russian scientific conference with international participation -practical conference] (Tomsk, 21-23 April 2020), Tomsk, 2020, pp. 280-285. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Vasil'eva I.A., Gustyleva L.K., Samchenko N.A., Ukolov A.I., Savel'eva E.I. [Wastewater treatment by oxidative destruction of organic compounds using Fenton's reagent], *Khimicheskaya bezopasnost'* [Chemical safety], 2019, vol. 3, no. 2, pp. 183-193. (In Russ., abstract in Eng.)

Justification of the Method of Local Treatment of Wastewater Contaminated with Bioresistant Substances

R. A. Azmatova, I. S. Glushankova

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Keywords: bioresistant substances; petrochemical industry; Fenton process; wastewater.

Abstract: The influence of iron (II) ions and hydrogen peroxide on the treatment of petrochemical production wastewater has been studied. The method of local treatment of petrochemical production wastewater was developed. Optimal conditions of purification and optimal composition of Fenton's reagent have been determined. On the basis of experimental data the possibility of application of Fenton's reagent for local wastewater treatment of ethylene and propylene production has been established and the technological scheme of this process has been developed.

© Р. А. Азматова, И. С. Глушанкова, 2024

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ ЧИСЛЕННОСТЬ ВИДОВ ОДОНАТОФАУНЫ СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Л. Ш. Амхаева, Х. А. Кетенчиев, З. И. Шидова

*ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет
им. А. А. Кадырова», Грозный, Россия;*

*ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х. М. Бербекова», Нальчик, Россия*

Ключевые слова: Восточный Кавказ; микрозаказник; редкие и исчезающие виды; северный макросклон; стрекозы; численность.

Аннотация: В ряде регионов, расположенных на северном макросклоне Восточного Кавказа, в том числе в Чеченской Республике (ЧР) недостаточно изучены представители отряда стрекоз (*Odonata*), и, прежде всего, их экологические характеристики, связанные с изменением климата, улучшением экологических факторов в республике, влиянием автотранспорта.

Дополнительные исследования относительной численности одонатофауны Чеченской Республики с 2017 по 2022 гг., по сравнению с предыдущими годами (2000 – 2015 гг.), показали, что в данный период почти по всем таксонам прослеживается ее увеличение, так как в последние годы техногенное влияние на окружающую среду на территории республики значительно уменьшилось. Одна из проблем – малоизученность видового состава стрекоз, выявление редких и исчезающих подвидов и видов. Возрастающая антропогенная нагрузка приводит к видовому сокращению стрекоз. Установлено 13 видов, оказавшихся под угрозой исчезновения, отнесенных к двум категориям по статусу NT и CD, принятых Международным союзом охраны природы и природных ресурсов.

Введение

Глобальное потепление окружающей среды, которое приводит к изменению климата, существенно изменяет биоразнообразие во всем мире и является одной из наиболее актуальных проблем современности [1].

Амхаева Лидия Шарудиновна – кандидат биологических наук, заведующий Научно-исследовательской лабораторией «Гербарий», e-mail: li-7100@mail.ru, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова», Грозный, Россия; Кетенчиев Хасан Алиевич – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем; Шидова Залина Исмагиловна – аспирант, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова», Нальчик, Россия.

Изменение природно-климатических условий: повышение температуры, уровня углекислого газа в атмосфере, характера осадков и увеличение интенсивности экстремальных климатических условий оказывают значительное влияние на биологическое разнообразие и распространение животных и растений [1, 2]. Предполагается, что глобальное потепление влияет на характер распределения видов, а это – ключевой вопрос биологического сохранения биоты [3]. Многие таксоны смещают свои ареалы по широтной зональности и вертикальной поясности в ответ на потепление климата [4].

Имеются данные о том, что распространение многих беспозвоночных (бабочек, стрекоз, кузнечиков, пауков, мокриц, жуужелиц, усачей, жуков-солдат, сенокосцев, многоножек, водных клопов и др.) сместились на север и в горы во время недавних периодов потепления [5, 6]. По данным [7], 37 видов стрекоз Великобритании сместили на север ареалы, в пределах границ своего ареала за последние несколько десятилетий из-за изменения климата.

Стрекозы (*Odonata*), обладающие высокой морфологической пластичностью, являются массовым элементом биогеоценозов и используются для определения загрязнения и изменения климата, демонстрируя при этом положительную реакцию на изменения климата и компонентов экосистем. Несмотря на эту уникальность компонентов экосистем Чеченской Республики (ЧР), до сих пор сведения о них достаточно противоречивы за счет малой изученности. Загадкой остаются многие эколого-биологические вопросы.

Odonata представляют удобный объект для многих исследований эколого-биологического характера. Следует отметить выявление биоиндикаторной роли стрекоз и использование их в экологическом мониторинге [8].

Биологический контроль качества вод северного макросклона Восточного Кавказа – проблема, решение которой – сохранение биоразнообразия наземных и водных экосистем республики. Антропогенное воздействие на биогеоценозы оказывает существенное давление, особенно на фауну разных животных, в том числе на редкие, исчезающие и эндемичные виды. *Odonata* – амфибионты, они взаимодействуют как с органической, так и неорганической средой и являются одним из массовых компонентов биогеоценозов республики. В силу представленных особенностей стрекозы подпадают под воздействие характера и степени загрязнения окружающей среды. Распространение их находится в зависимости от водоемов, в которых протекают ларвальные фазы, а антропогенное влияние на одонатофауну северного макросклона Восточного Кавказа связано с изменением гидрорежима биотопов. Один из весомых антропогенных факторов – использование инсектицидов, соприкосновение с источниками света и автотранспортом, что губительно сказывается на имаго.

Существенное изменение биотопов происходит при формировании искусственных водоемов, являющихся новыми местами обитания гидробионтных организмов. Возникновение искусственных водоемов существенно изменяет биотопы, обеспечивая при этом появление новых мест обитания для гидробионтных организмов. По мнению авторов [9], вновь

возникающие водоемы привлекают новые виды стрекоз, мигрирующих с южных регионов. Меняющийся гидрологический режим приводит к смене реофильных видов на лимфофильные, в конечном итоге вытесняя виды стрекоз с данной экосистемы.

Odonata широко используются в экологических оценках, как для определения загрязнения, так и для определения изменения климатических условий. За счет миграционного поведения стрекозы демонстрируют положительную реакцию на изменение климата и являются хорошим объектом для фонового мониторинга. Связано это с тем, что особенность их жизненного цикла – адаптация периодов жизненного цикла к различным условиям среды обитания.

Цель исследования – изучение влияния природно-климатических условий, как абиотического фактора техногенного процесса среды обитания, на видовое разнообразие стрекоз на территории Чеченской Республики и выявление редких и исчезающих видов стрекоз, а также особенности гибели различных представителей подотрядов от столкновения с движущимся автотранспортом. Актуальным является решение вопросов, связанных с проблемой редких и исчезающих видов стрекоз, и необходимые меры охраны представленных видов.

Материал и методы исследования

Использованы оригинальные данные экспедиционных исследований 2011 – 2022 гг. онатофауны равнинных и горных территорий ЧР. В исследовании использован материал личной коллекции профессора Х. А. Кетенчиева (Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова). Для проведения систематических наблюдений выбраны водоемы населенных пунктов разных высотных поясов. Всего исследовано при камеральной обработке 6500 экземпляров имаго 59 видов стрекоз.

При фаунистических исследованиях применялись классические энтомологические методы и закладывались кольцевые маршруты (трансекты) [10]. Сбор материала проводился в светлое время суток с интервалом в десять дней.

Результаты, обсуждение

Стрекозы относятся к амфибионтным насекомым, а условия их существования зависят от наличия водоемов, которые являются важным звеном жизненного цикла. Наличие водоемов определяет структуру ареала, которая зависит от орографических характеристик республики, связанных с наличием горных и равнинных ландшафтов, а также высотной поясностью. Дополнительные исследования относительной численности одонатофауны ЧР с 2017 по 2022 гг., по сравнению с предыдущими годами (2000 – 2015 гг.), показали, что численность в этот период претерпела значительные изменения. Почти по всем таксонам прослеживается ее увеличение (табл. 1).

Таблица 1

**Относительная численность видов одонатофауны
(2000 – 2015 / 2017 – 2022) Чеченской Республики**

Название вида	Относительная численность, % (D)	
	2000 – 2015	2017 – 2022
1	2	3
<i>Равнина</i>		
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	1,2	2,20
<i>Stylurus flavipes</i>	4,1	5,1
<i>Onychogomphus flexuosus</i>	2,1	3,1
<i>Onychogomphus lefebvrei</i>	0,7	1,6
<i>Lindenia tetraphila</i>	0,9	1,9
<i>Anaciaeshna isosceles</i>	0,6	0,9
<i>Anax parthenope</i>	8,5	9,7
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	0,9	1,6
<i>Sympetrum vulgatum</i>	9,0	10,9
<i>Sympetrum meridionale</i>	13,1	15,1
<i>Libellula fulva</i>	1,7	2,4
<i>Orthetrum anceps</i>	1,5	3,3
<i>Orthetrum cancellatum</i>	9,5	11,2
<i>Orthetrum sabina</i>	8,1	9,8
<i>Coenagrion scitulum</i>	0,6	0,9
<i>Coenagrion ornatum</i>	0,4	0,4
<i>Erythromma viridulum</i>	5,2	6,7
<i>Ischnura fountanei</i>	6,1	7,2
<i>Lestes virens</i>	7,0	8,5
<i>Lestes macrostigma</i>	0,6	0,8
<i>Sympecma paedisca</i>	0,3	0,5
<i>Эвригигиная зона</i>		
<i>Aeshna cyanea</i>	8,3	9,4
<i>Anax imperator</i>	9,0	10,7
<i>Anax parthenope</i>	8,5	10,3
<i>Cordulia aenea</i>	0,7	0,9
<i>Crocothemis erythraea</i>	3,9	4,6
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	6,2	7,8
<i>Sympetrum vulgatum</i>	9,1	10,7
<i>Sympetrum sanguineum</i>	9,4	11,8
<i>Libellula depressa</i>	4,9	6,0
<i>Libellula quadrimaculata</i>	5,1	5,9
<i>Orthetrum brunneum</i>	8,4	9,4
<i>Orthetrum albistylum</i>	8,5	9,8
<i>Platycnemis dealbata</i>	4,1	5,9
<i>Platycnemis pennipes</i>	8,6	11,7
<i>Coenagrion puella</i>	3,3	5,2
<i>Coenagrion pulchellum</i>	1,4	1,9
<i>Coenagrion mercuriale</i>	0,4	0,4
<i>Ischnura elegans</i>	10,8	11,6
<i>Ischnura pumilio</i>	3,6	4,8

Продолжение табл. 1

1	2	3
<i>Lestes dryas</i>	1,1	1,5
<i>Lestes sponsa</i>	4,5	5,9
<i>Lestes viridis</i>	0,7	0,9
<i>Sympecma gobica</i>	0,3	0,5
<i>Calopteryx virgo</i>	6,4	7,7
<i>Calopteryx splendens</i>	1,6	2,3
Горы		
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	1,3	1,8
<i>Aeshna serrata</i>	8,6	9,6
<i>Aeshna juncea</i>	3,6	4,8
<i>Aeshna mixta</i>	8,2	9,6
<i>Aeshna affinis</i>	7,6	8,9
<i>Anax parthenope</i>	8,4	9,7
<i>Somatochlora metallica</i>	4,6	5,7
<i>Sympetrum danae</i>	8,2	9,7
<i>Sympetrum striolatum</i>	9,1	11,6
<i>Sympetrum flaveolum</i>	8,7	9,8
<i>Sympetrum vulgatum</i>	8,1	9,4
<i>Sympetrum fonscolombei</i>	8,0	9,5
<i>Sympetrum sanguineum</i>	4,7	5,9
<i>Coenagrion vernale</i>	0,4	0,7
<i>Coenagrion armatum</i>	0,2	0,4
<i>Lestes barbarus</i>	4,6	5,8
<i>Sympecma fusca</i>	4,2	6,7

Анализ табл. 1 показал, что наибольшее число особей увеличилось у следующих видов (равнина): *Gomphus vulgatissimus*, *Stylurus flavipes*, *Onychogomphus flexuosus*, *Onychogomphus lefebvrei*, *Anax parthenope*, *Sympetrum vulgatum*, *Sympetrum meridionale*, *Libellula fulva*, *Orthetrum anceps*, *Orthetrum cancellatum*, *Orthetrum sabina*, *Ischnura fountanei*, *Lestes virens*.

В эвригипсной зоне увеличению подверглись таксоны: *Aeshna cyanea*, *Anax imperator*, *Anax parthenope*, *Crocothemis erythraea*, *Sympetrum pedemontanum*, *Sympetrum vulgatum*, *Sympetrum sanguineum*, *Libellula depressa*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum albistylum*, *Coenagrion puella*, *Ischnura pumilio*, *Calopteryx splendens*.

Анализ фауны гор показал, что наибольшая численность характерна для видов: *Aeshna serrata*, *Aeshna juncea*, *Aeshna mixta*, *Aeshna affinis*, *Anax parthenope*, *Sympetrum danae*, *Sympetrum striolatum*, *Sympetrum flaveolum*, *Sympetrum vulgatum*, *Sympetrum fonscolombei*, *Sympetrum sanguineum*, *Lestes barbarus*, *Sympecma fusca*.

По остальным таксонам численность не претерпела значительных изменений.

На наш взгляд, улучшение природно-климатических и антропогенных условий среды обитания связано с тем, что в последние годы техногенное влияние на окружающую среду на территории республики значительно уменьшилось, наблюдается тенденция дальнейшей оптимизации биотопов,

что привело к увеличению относительной численности большинства видов стрекоз.

Тем не менее в последние годы усиливается такой антропогенный фактор, как увеличивающееся число автотранспорта. Крупные автомобильные дороги, в частности участок федеральной трассы «Кавказ», объездная дорога Грозный–Гудермес являются местом массовой гибели имаго стрекоз при столкновении с автотранспортом. Исходя из этого явления, осуществлена оценка гибели стрекоз. Результаты приведены в табл. 2.

Из анализа проведенных исследований (табл. 2) видно, что транспорт наносит значительный урон популяциям стрекоз *Zygoptera*: *Platycnemis pennipes* (40,5 %), *Sympsecta paedisca* (36,7 %), *Coenagrion puella* (35 %), *Platycnemis dealbata* (26,7 %), *Coenagrion pulchellum* (26,5 %). Особи данного ряда имеют мелкие размеры и в период спаривания образуют крупные скопления, чем и объясняется высокий уровень гибели особей популяций стрекоз данного отряда. В среднем гибель от автотранспорта представителей равнокрылых составляет 31,9 %. Относительно незначительная гибель от столкновения с автотранспортом наблюдается у *Anisoptera*: *Onychogom phuslefebrei* (24 %), *Gomphus vulgatissimus* (26 %), *Anax imperator* (21,8 %), *Anax parthenope* (24 %), *Anaciaeshna isosceles* (16,7 %), *Aeshna cyanea* (21 %), *Cordulia aenea* (22,7 %), *Libellula depressa* (12,2 %), *Libellula quadrimaculata* (22,7 %), *Sympetrum pedemontanum* (22,7 %), *Sympetrum vulgatum* (21,8 %), *Sympetrum sanguineum* (21,0 %). Очевидно, что гибель от автотранспорта у разнокрылых значительно меньше и составляет в среднем 21,3 %.

Таблица 2

Гибель стрекоз различных видов от столкновения с движущимся автотранспортом (северный макросклон Восточного Кавказа)

Таксон	Число особей на 1 м ²		Гибель, %
	живых	погибших	
<i>Sympsecta paedisca</i>	6	2,2	36,7
<i>Platycnemis dealbata</i>	12	3,2	26,7
<i>Platycnemis pennipes</i>	37	15	40,5
<i>Coenagrion puella</i>	6	2,1	35,0
<i>Coenagrion pulchellum</i>	12	3,2	26,7
<i>Coenagrion mercuriale</i>	10	2,6	26,0
<i>Onychogom phuslefebrei</i>	15	3,6	24,0
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	10	2,6	26,0
<i>Anax imperator</i>	17	3,7	21,8
<i>Anax parthenope</i>	15	3,6	24,0
<i>Anaciaeshna isosceles</i>	15	2,5	16,7
<i>Aeshna cyanea</i>	10	2,1	21,0
<i>Cordulia aenea</i>	11	2,5	22,7
<i>Libellula depressa</i>	9	1,1	12,2
<i>Libellula quadrimaculata</i>	15	3,4	22,7
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	15	3,4	22,7
<i>Sympetrum vulgatum</i>	17	3,7	21,8
<i>Sympetrum sanguineum</i>	10	2,1	21,0

Приведенные результаты относительно высокого процента гибели имаго стрекоз показывают резкое сокращение численности на рассматриваемой территории.

Создание искусственных водоемов является благоприятным антропогенным фактором для стрекоз. Другие же виды антропогенеза оказывают негативное влияние на одонатофауну в целом. Деятельность человека приводит к уничтожению, преобразованию и загрязнению водоемов, лишаящих стрекоз биотопов. Загрязнения мест обитания стрекоз стоками пестицидов с полей, а также промышленными и бытовыми отходами негативно влияют на водную среду и губительно действуют на амфибионтных насекомых, в том числе стрекоз. «Фактором риска» выступает разобщение биотопов фаз развития, а также длительность онтогенеза. После выплода в новой среде стрекозы попадают под действие других факторов – гибель от инсектицидов, столкновение с движущимся автотранспортом на автострадах и т.д. Все приведенные неблагоприятные факторы окружающей среды приводят к сокращению ареалов стрекоз и их исчезновению.

Особенность территории Чеченской Республики – разнообразие рельефа от полупустынных зон до высокогорных областей. Природные условия в горной части республики разнообразнее, что связано с различием природно-климатических условий как по высоте над уровнем моря, так и по горизонту. Такие условия, то есть многочисленные разнообразные биотопы и большой выбор условия обитания, привлекают различные виды животных.

Сложная орография горных биотопов и их изоляция приводят к биоразнообразию и возникновению эндемичных видов, небольшой ареал которых может локализоваться на одной долине или хребте. Такие изолированные виды или подвиды характерны для ряда таксонов с реофильным образом жизни (семейства *Calopterygidae*, *Gomphidae*, *Corduligasteridae*). Большие скопления имаго стрекоз встречаются на склонах гор. Взрослые имаго обитают на склонах гор, являющихся местом их кормления и встречи самок и самцов, в связи с чем в определенный период сезона их численность резко возрастает [11]. Затем стрекозы перекочевывают к ручьям, где откладывают яйца.

На территории Чеченской Республики на сегодняшний день зафиксировано 59 видов стрекоз. Однако треть из них (30 %) уже можно отнести к редким и исчезающим. В эту группу входят эндемики Кавказа: *Onychogomphus assimilis*, *Aeshna juncea*, *Calopteryx splendens*.

К редким можно отнести следующие бореальные виды: *Aeshna cyanea*, *A. serrata*, *A. juncea*, *A. affinis*, *Anaciaeshna isosceles*, *Coenagrion armatum*, *C. ornatum*, *C. mercurial*, *Calopteryx virgo*, *Cordulia aenea*, *Lindenia tetraphila*, *Onychogomphus lefebvrei*, *Onychogomphus forcipatus*, *Sympetrum danae*, *S. depressiusculum*, *Sympecma gobica*, *Sympecma paedisca*.

Изменения природно-климатических условий естественного и антропогенного характера не могли не привести к сокращению и исчезновению ряда видов. Для Чеченской Республики в группу исчезающих видов отнесено тринадцать видов: *Anax imperator*, *Coenagrion pulchellum*, *C. scitulum*, *C. vernale*, *Gomphus vulgatissimus*, *Lestes dryas*, *L. macrostigma*, *L. viridis*, *Libellula depressa*, *L. fulva*, *L. quadrimaculata*, *Sympetrum sanguineum*.

Согласно принятым Международным союзом охраны природы и природных ресурсов решениям, данные виды распределили по двум категориям со статусом NT (таксоны, близкие к переходу угрожаемых) и CD (таксоны, зависящие от мер и степени охраны). Так, в категорию CD внесены такие виды, как *Coenagrion scitulum*, *Gomphus vulgatissimus*, *Lestes dryas*, *Libellula depressa*, *Lebellula quadrimaculata*, *Onychogomphus lefebvrei*. В категорию NT внесены: *Anax imperator*, *Coenagrion vernale*, *Coenagrion pulchellum*, *Lestses viridis*, *Libellula depressa*, *Libellula fulva*, *Sympetrum sanguineum*.

Принятие специальных природоохранных мероприятий при появлении редких и исчезающих видов может стать фактором сохранения каждого уникального вида и его генофонда [12]. Конечно, все виды изучаются, и исчезающие вносятся в Красную книгу. Однако это не может их спасти, так как Красная книга не является юридическим документом с требованиями сохранения видов, а только акцентирует внимание на необходимости сохранения редких и исчезающих видов.

На наш взгляд, сохранению уникальных видов стрекоз могло способствовать создание микрозаказников, в число которых можно было бы включить хозяйственно незначимые объекты водной системы: разливы горных ключей, речные заливы, пойменные озера, отдельные болотца, затопленные водой карьеры [13]. Микрозаказники могут способствовать сохранению не только редких видов стрекоз, их гено- и ценофондов, но и многих видов животных и растений, обитающих в водоемах.

Заключение

Созданные человеком водные биотопы быстро колонизируют стрекозы, однако им сложно противостоять антропогенному преобразованию биогеоценозов. В результате, насекомые лишаются некоторых стадий развития. Для Чеченской Республики характерны такие же проблемы влияния факторов естественной и антропогенной нагрузки.

В одонатофауне Чеченской Республики таких видов насчитывается 18, что составляет 30 % от общего количества таксонов. Только полный запрет на отлов предотвратит загрязнение водоемов, создание охраняемых территорий, которые могут сыграть значительную роль при спасении редких видов стрекоз.

Улучшение природно-климатических и антропогенных условий среды обитания связано с тем, что в последние годы техногенное влияние на окружающую среду на территории республики значительно уменьшилось, наблюдается тенденция дальнейшей оптимизации биотопы. Это в свою очередь привело к увеличению относительной численности большинства видов стрекоз.

Таким образом, полученные данные представляют систематизированный по составу и географическому распределению стрекоз в Чеченской Республике материал, который может быть использован при планировании природоохранных мероприятий по сохранению уникального и древнего генофонда стрекоз, и, возможно, созданию охраняемых микрозаказников.

Список литературы

1. The Impact of Climate Change on Agricultural Insects Pests / S. Skendžić, M. Zovko, I. P. Živković, V. Lešić, D. Lemić // *Insects*. – 2021. – Vol. 12, No. 5. – P. 440. doi: 10.3390/insects12050440
2. Woodward, G. Climate Change and Freshwater Ecosystems: Impacts Across Multiple Levels of Organization / G. Woodward, D. Perkins, L. Brown // *Philosophical Transactions B*. – 2010. – Vol. 365, No. 1549. – P. 2093 – 2106. doi: 10.1098/rstb.2010.0055
3. Threats, Challenges and Sustainable Conservation Strategies for Freshwater Biodiversity / S. F. Ahmed, P. S. Kumar, M. Kabir, F. T. Zuhara, A. Mehjabin, N. Tasannum, A. T. Hoang, Z. Kabir, M. Mofijur // *Environmental Research*. – 2022. – Vol. 214. – P. 113808. doi: 10.1016/j.envres.2022.113808
4. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming / I.-C. Chen, J. K. Hill, R. Ohlemüller, D. B. Roy, C. D. Thomas // *Science*. – 2011. – Vol. 333, No. 6045. – P. 1024 – 1026. doi: 10.1126/science.1206432
5. Kwon, T.-S. Northward Range Shifts in Korean Butterflies / T.-S. Kwon, C. M. Lee, S.-S. Kim // *Climatic Change*. – 2014. – Vol. 126, No. 1-2. – P. 163 – 174. doi: 10.1007/s10584-014-1212-2
6. Lenoir, J. Climate-Related Range Shifts – A Global Multidimensional Synthesis and New Research Directions / J. Lenoir, J.-C. Svenning // *Ecography*. – 2014. – Vol. 38, No. 1. – P. 15 – 28. doi: 10.1111/ecog.00967
7. Convergence of Life History and Physiology During Range Expansion Toward the Phenotype of the Native Sister Species / J. Swaegers, R. A. Sánchez-Guillén, J. A. Carbonell, R. Stoks // *Science Total Environment*. – 2022. – Vol. 816. – P. 151530. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151530
8. Использование личинок стрекоз (Odonata) в качестве биоиндикаторов водной среды / С. Г. Козьминов, Х. А. Кетенчиев, З. И. Мизиева, Х. М. Батаева, И. Р. Газиева // *Проблемы водной энтомологии России и сопредельных территорий : материалы VIII Всерос. науч. симпозиума с Междунар. участием по амфибиотическим и водным насекомым, приуроченного к 95-летию известного российского ученого Лидии Андреевны Жильцовой. (Владикавказ, 19 – 21 мая, 2021).* – Владикавказ, 2021. – С. 115 – 122.
9. Кетенчиев, Х. А. Стрекозы Средиземноморья / Х. А. Кетенчиев, А. Ю. Харитонов. – Нальчик : Эль-Фа, 1999. – 116 с.
10. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М. : Мир, 1992. – 184 с.
11. Харитонов, А. Ю. Внутри- и межвидовые взаимодействия стрекоз (Insecta, Odonata) как фактор формирования видовых ареалов и стабилизации их границ / А. Ю. Харитонов // *Сибирский экологический журнал*. – 1994. – № 4. – С. 321 – 329.
12. Стрекозы Средиземноморской фаунистической подобласти Палеосубтропической области БФЦ : монография / Х. А. Кетенчиев, А. Ю. Харитонов, С. Г. Козьминов, Т. А. Автаева, Ш. А. Кушалиева. – Махачкала : АЛЕФ, 2020. – 132 с.
13. Кетенчиев, Х. А. Влияние гидрологического режима водоемов Чеченской Республики и кормовой базы личинок стрекоз на их высотнo-поясное распределение / Х. А. Кетенчиев, С. Г. Козьминов, Л. Ш. Амхаева // *Известия Горского государственного аграрного университета*. – 2013. – Т. 50, № 3. – С. 298 – 301.

References

1. Skendžić S., Zovko M., Živković I.P., Lešić V., Lemić D. The Impact of Climate Change on Agricultural Insects Pests, *Insects.*, 2021, vol. 12, no. 5, pp. 440. doi: 10.3390/insects12050440
2. Woodward G., Perkins D., Brown L. Climate Change and Freshwater Ecosystems: Impacts Across Multiple Levels of Organization, *Philosophical Transactions B.*, 2010, vol. 365, no. 1549, pp. 2093-2106. doi: 10.1098/rstb.2010.0055
3. Ahmed S.F., Kumar P.S., Kabir M., Zuhara F.T., Mehjabin A., Tasannum N., Hoang A.T., Kabir Z., Mofijur M. Threats, Challenges and Sustainable Conservation Strategies for Freshwater Biodiversity, *Environmental Research*, 2022, vol. 214, pp. 113808. doi: 10.1016/j.envres.2022.113808
4. Chen I.-C., Hill J.K., Ohlemüller R., Roy D.B., Thomas C.D. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming, *Science*, 2011, vol. 333, no. 6045, pp. 1024-1026. doi: 10.1126/science.1206432
5. Kwon T.-S., Lee C.M., Kim S.-S. Northward Range Shifts in Korean Butterflies, *Climatic Change*, 2014, vol. 126, no. 1-2, pp. 163-174. doi: 10.1007/s10584-014-1212-2
6. Lenoir J., Svenning J.-C. Climate-Related Range Shifts – A Global Multidimensional Synthesis and New Research Directions, *Ecography*, 2014, vol. 38, no. 1, pp. 15-28. doi: 10.1111/ecog.00967
7. Swaegers J., Sánchez-Guillén R.A., Carbonell J.A., Stoks R. Convergence of Life History and Physiology During Range Expansion Toward the Phenotype of the Native Sister Species, *Science Total Environment*, 2022, vol. 816, pp. 151530. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151530
8. Koz'minov S.G., Ketenchiyev Kh.A., Miziyeva Z.I., Batayeva Kh.M., Gaziyeva I.R. *Problemy vodnoy entomologii Rossii i sopredel'nykh territoriy: materialy VIII Vseros. nauch. simpoziuma s Mezhdunar. uchastiyem po amfibioteskim i vodnym nasekomym, priurochennogo k 95-letiyu izvestnogo ros-siyskogo uchenogo Lidii Andreyevny Zhil'tsovoy* [Problems of aquatic entomology of Russia and neighboring countries territory: materials VIII All-Russian. scientific symposium with the International participation on amphibiotic and aquatic insects, dedicated to the 95th anniversary of the famous Russian scientist Lidia Andreevna Zhiltsova] (Vladikavkaz, 19-21 May, 2021), Vladikavkaz, 2021, pp. 115-122. (In Russ.)
9. Ketenchiyev Kh.A., Kharitonov A.Yu. *Strekozy Sredizemnomor'ya* [Dragonflies of the Mediterranean], Nal'chik: El'-Fa, 1999, 116 p. (In Russ.)
10. Megarran E. *Ekologicheskoye raznoobraziye i yego izmereniye* [Ecological diversity and its measurement], Moscow: Mir, 1992, 184 p. (In Russ.)
11. Kharitonov A.Yu. [Intra- and interspecific interactions of dragonflies (Insecta, Odonata) as a factor in the formation of species habitats and stabilization of their boundaries], *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Siberian Ecological Journal], 1994, no. 4, pp. 321-329. (In Russ., abstract in Eng.)
12. Ketenchiyev Kh.A., Kharitonov A.Yu., Koz'minov S.G., Avtayeveva T.A., Kushaliyeva Sh.A. *Strekozy Sredizemnomorskoy faunisticheskoy podoblasti Paleosub-tropicheskoy oblasti BFTS: monografiya* [Dragonflies of the Mediterranean faunal subregion of the Paleosubtropical region of the BFC: monograph], Makhachkala: ALEF, 2020, 132 p. (In Russ.)
13. Ketenchiyev Kh.A., Koz'minov S.G., Amkhayeva L.Sh. [The influence of the hydrological regime of reservoirs of the Chechen Republic and the food supply of dragonfly larvae on their altitudinal distribution], *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Mountain State University – Gift Agrarian University], 2013, vol. 50, no. 3, pp. 298-301. (In Russ., abstract in Eng.)

The Influence of Ecological Factors on the Relative Number of Odonata Faunal Species of the Northern Macroslope of the Eastern Caucasus

L. Sh. Amkhaeva, H. A. Ketenchiev, Z. I. Shidova

*Chechen State University named after A. A. Kadyrov, Grozny, Russia;
Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov,
Nalchik, Russia*

Keywords: Eastern Caucasus; micro-reserve; rare and endangered species; northern macroslope; dragonflies; number.

Abstract: In a number of regions located on the northern macroslope of the Eastern Caucasus, including the Chechen Republic (CR), representatives of the order of dragonflies (*Odonata*), and, above all, their environmental characteristics associated with climate change and improvement of environmental factors, the influence of motor transport in the republic have not been sufficiently studied.

Additional studies of the relative abundance of the *Odonata* fauna of the Chechen Republic from 2017 to 2022, compared with previous years (2000 – 2015), showed that in this period, almost all taxa showed an increase caused by the technogenic impact on the environment in recent years. The environment on the territory of the republic has decreased significantly. One of the problems is the lack of knowledge about the species composition of dragonflies and the identification of rare and endangered subspecies and species. Increasing anthropogenic pressure leads to species reduction of dragonflies. Thirteen endangered species have been identified, classified into two categories according to the NT and CD status adopted by the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

© Л. Ш. Амхаева, Х. А. Кетенчиев, З. И. Шидова, 2024

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ КОАГУЛЯНТОВ-ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Н. Ю. Кирюшина, И. В. Старостина,
Ю. Л. Макридина, Е. В. Локтионова, А. Е. Хапугина

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

Ключевые слова: алюмокремниевый флокулянт-коагулянт; бентонит; городские сточные воды; известняк; комбинированные коагулянты-флокулянты; регулятор кислотности; эффективность очистки; pH среды.

Аннотация: Рассмотрено использование алюмокремниевого коагулянта-флокулянта (АКФ) для очистки городских сточных вод, отобранных на стадии механической очистки после песколовок. Показано, что применение АКФ сопровождается снижением величины pH очищенных стоков до 4,39 при расходе $2,0 \text{ г/дм}^3$. Представлено использование в качестве регуляторов кислотности тонкодисперсных порошков бентонитовой глины и отсева дробления известняка цеха получения металлургической извести. Показано, что наиболее эффективным является использование известняка в количестве $0,8 \text{ г/дм}^3$ совместно с АКФ (1 г/дм^3), что обеспечивает максимальную эффективность очистки сточной воды 73,7 % и pH среды 6,78, и совместное использование АКФ, известняка и глины в количестве по $0,4 \text{ г/дм}^3$ каждого, что обеспечивает эффективность очистки 75,4 % и pH среды 6,94.

Введение

Загрязнение городских сточных вод представляет собой одну из наиболее острых экологических проблем современного мира, причины которой многочисленны и связаны как с быстрым ростом городского населе-

Кирюшина Наталья Юрьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры экобиотехнологии; Старостина Ирина Викторовна – кандидат технических наук, доцент, ведущий кафедрой экобиотехнологии, e-mail: starostinairinav@yandex.ru; Макридина Юлия Леонидовна – старший преподаватель кафедры экобиотехнологии; Локтионова Екатерина Владимировна – младший научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории по нанесению и исследованию защитных и функциональных покрытий, аспирант кафедры промышленной экологии; Хапугина Анастасия Евгеньевна – студент, ФГБОУ ВО «БГТУ им. В. Г. Шухова», Белгород, Россия.

ния, так и интенсификацией промышленной деятельности и увеличением объемов бытовых отходов. В результате водные ресурсы подвергаются значительному негативному воздействию, что влечет за собой целый ряд экологических, социальных и экономических последствий [1, 2].

Один из основных источников загрязнения – сток различных промышленных предприятий, содержащий тяжелые металлы, токсичные химические соединения и другие вредные вещества. Такое загрязнение оказывает непосредственное влияние на водные экосистемы, ухудшая качество воды и нарушая биологическое разнообразие. Дополнительные проблемы возникают при использовании загрязненной воды для сельскохозяйственных и бытовых нужд.

Ситуация усугубляется неэффективностью существующих систем очистки сточных вод. Многие методы очистки либо недостаточно эффективны для удаления определенных типов загрязнителей, либо требуют значительных капитальных вложений и операционных расходов. Кроме того, в некоторых регионах отсутствует необходимая инфраструктура или ресурсы для адекватной очистки сточных вод.

В свете данных проблем поиск новых, более эффективных и экономически выгодных методов очистки сточных вод становится критически важным для устойчивого развития городов и защиты окружающей среды. В данном контексте применение инновационных технологий, таких как комбинированные коагулянты-флокулянты, представляет собой перспективное направление, которое может способствовать решению этой сложной экологической задачи.

Алюминий- и железосодержащие коагулянты являются распространенными реагентами при осуществлении коагуляционно-флокуляционных процессов при очистке воды. Они эффективны при удалении различных загрязнителей, включая мелкие частицы, коллоиды и некоторые типы бактерий, поэтому часто используются на начальных этапах обработки для удаления взвешенных твердых частиц и уменьшения мутности воды. Их применяют в сочетании с другими методами очистки, такими как флокуляция и фильтрация, для более результативного процесса очистки.

Авторами [3] разработана технология получения железоалюминиевого коагулянта из железосодержащих отходов в виде шламов и растворов травления. При гидролизе FeCl_3 высвобождаются ионы Cl^- , которые являются депассиваторами и вытесняют либо частично замещают на поверхности металла пассивирующий кислород с образованием поверхностного комплекса. Также хлорид-ионы участвуют в кинетической стадии ионизации алюминия. Окисление алюминия сопровождается восстановлением доноров протонов (водородная деполяризация), а также окислителя – ионов железа. Процесс завершается растворением алюминия и образованием поливалентных полиядерных гидроксоаквакомплексов. Проведена сравнительная оценка эффективности использования очистки природной воды р. Казанки данным коагулянтом, расход которого составил $0,5 \text{ мл/дм}^3$. Установлено, что нормы расхода разработанного коагулянта и промышленного «Аква-аурат 10» не отличаются при содержании алюминия (III) в промышленном коагулянте 5,3 %, алюминия (III) и железа

(Ш) в предлагаемом – 1,2 и 0,1 % соответственно, что представляется важным в плане повышения экономичности процесса водоочистки.

Одним из коагулянтов нового поколения является алюможелезосодержащий коагулянт ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 0,28\text{FeCl}_3 \cdot 25\text{H}_2\text{O}$), получаемый в результате смешения растворов хлорного железа и сульфата алюминия. Однако у такой технологии существуют значительные недостатки – трудность подбора и поддержание определенных пропорций, а также применение реагентов в виде кислых растворов [4].

Использование комбинированных коагулянтов-флокулянтов в очистке сточных вод является инновационным подходом, обеспечивающим более эффективное удаление загрязнителей по сравнению с традиционными методами. Данный подход сочетает в себе два процесса: коагуляцию и флокуляцию, которые традиционно применяются последовательно, но в случае комбинированных препаратов работают более синергетически [5, 6].

Комбинированные коагулянты-флокулянты представляют собой препараты, в которых приведенные две функции объединены в одно вещество, что позволяет оптимизировать процесс очистки, сократить время обработки и уменьшить количество добавляемых реагентов.

Ученые Цилинского университета (Чанчунь, Цилинь, КНР) разработали новый экологичный и высокоэффективный композиционный флокулянт – полимерный алюмокремневокрахмальный (PSiAl-St). Представленные результаты показали, что при введении крахмала в состав алюмокремниевого флокулянта происходит взаимодействие солей кремниевой кислоты с гидроксильными группами молекул крахмала. Это обеспечивает увеличение длины молекулярной цепи получаемого флокулянта, формирование крупнозернистой структуры с нерегулярной пористостью, что способствует повышению эффективности процесса коагуляции [7].

Практический интерес представляет разработка и применение неселективных, то есть удаляющих большинство загрязняющих веществ минеральных композиционных реагентов, получаемых из относительно недорогого алюмокремниевого сырья. Такие неселективные реагенты сочетают в себе коагуляционные и сорбционные свойства за счет возможного образования в различных условиях (рН, температура и т.д.) мезопористых мезоструктурных материалов, обладающих порами одинаковой формы и размера и кристаллографически упорядоченных в пространстве [8].

Использование кремнезема в виде полисиликатов существенно улучшило эффективность удаления из стоков неорганических и органических частиц и патогенных микроорганизмов [9].

Алюмокремниевые коагулянты-флокулянты представляют собой относительно новый класс химических веществ, используемых в процессе очистки воды. Эти соединения комбинируют в себе свойства алюминия и кремния, благодаря чему обладают улучшенными коагуляционными и флокуляционными характеристиками по сравнению с традиционными коагулянтами и флокулянтами.

Основной механизм действия алюмокремневых коагулянтов-флокулянтов заключается в образовании полимерных структур, которые эффек-

тивно связывают и удаляют загрязнители из воды. Эти соединения способствуют агломерации и осаждению частиц, тем самым улучшая процесс очистки. Присутствие кремния в составе данных коагулянтов помогает формировать более стабильные и крупные флоккулы, что улучшает процесс отделения осадка от очищенной воды.

Одним из ключевых преимуществ алюмокремниевых коагулянтов-флокулянтов является способность эффективно работать в широком диапазоне видов и концентраций загрязнителей, что делает их пригодными для использования в различных условиях очистки сточных вод. Кроме того, они обладают хорошей способностью к удалению органических загрязнителей, тяжелых металлов и других токсичных веществ, что делает их особенно ценными в современных технологиях очистки воды.

Однако для эффективной работы алюмокремниевых коагулянтов-флокулянтов необходимо поддерживать определенный уровень pH воды, что может потребовать добавления корректирующих добавок [10].

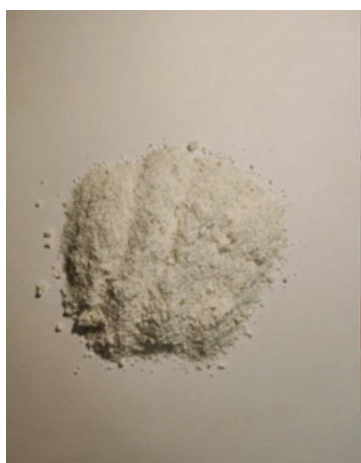
Кроме того, в настоящее время для очистки водных сред коагулянты и флокулянты традиционно применяются в виде растворов или суспензий. При этом необходимо отметить целый ряд недостатков: растворы имеют низкий уровень pH и, как следствие, являются реакционно активными средами, что приводит к коррозии оборудования; для хранения и транспортирования необходимы специальное оборудование – емкости, дозаторы и т.д.; ограниченная дальность перевозок готовых реагентов; изменение физико-химических свойств в результате длительного хранения реагентов и т.д.

Использование композиционных реагентов в сухом порошкообразном или гранулированном виде обеспечивает ряд преимуществ: упрощение их транспортирования, хранения и дозирования; возможность автоматизирования процесса введения реагентов и в итоге – снижение себестоимости процесса водоочистки.

Объекты и методы исследования

В качестве комбинированного реагента использовали коагулянт-флокулянт алюмокремниевого состава (**АКФ**) в порошкообразном виде, предоставленный ООО «Промышленная компания “Юго-Запад-Химпром”» (Белгород, Россия). Химический состав АКФ представлен содержанием следующих оксидов, масс. %: SiO_2 – 25,43; Al_2O_3 – 16,47; Na_2O – 9,51; K_2O – 3,04; Fe_2O_3 – 1,25; CaO – 0,70; MgO – 0,24; SO_3^{2-} – 43,10. Внешний вид и процесс коагулирования взвешенных веществ при использовании АКФ представлены на рис. 1.

Очистка сточных вод проводили на реальных стоках очистных сооружений (**ОС**) ГУП «Водоканал» (Белгород, Россия), отобранных на стадии механической очистки – после решеток с исходными показателями: мутность 194 NTU и pH 7,06. Эффективность очистки оценивали по снижению мутности и величине pH среды. Мутность водной среды до и после очистки определяли на портативном турбидиметре-мутномере HANNA HI 98307.



а)



б)

Рис. 1. Внешний вид АКФ (а) и процесс коагулирования взвешенных веществ (б) при использовании АКФ

В качестве регуляторов кислотности очищенных стоков использовали бентонитовую глину и отсев дробления известняка цеха обжига извести АО «Оскольский электрометаллургический комбинат им. А. А. Угарова» (Старый Оскол, Белгородская обл.). Химический состав бентонитовой глины представлен содержанием следующих оксидов, масс. %: SiO_2 – 64,29; Al_2O_3 – 11,51; Na_2O – 0,44; K_2O – 2,33; Fe_2O_3 – 4,7; CaO – 2,24; MgO – 1,5; потери при прокаливании составили 11,65 %. Химический состав отсева известняка: $(\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3)$ – 96,5 %, в том числе MgCO_3 – не более $3,0 \pm 0,1$; SiO_2 – не более 3,5 %. Материалы подвергали дополнительному помолу в шаровой мельнице до порошкообразного состояния, дисперсность которых характеризовалась остатком на сите № 014 – 5 масс. %.

Экспериментальные исследования по использованию АКФ для осветления проб городских сточных вод проводили следующим образом: в стеклянный стакан помещали 1000 см³ воды и навески АКФ и регуляторов кислотности. Полученную смесь перемешивали с помощью магнитной мешалки: время быстрого перемешивания – 3 мин, медленного – 12 мин. Далее пробы переливали в цилиндры и отстаивали в течение 1 ч. Эффективность очистки рассчитывали по формуле

$$\Xi = \frac{M_{\text{н}} - M_{\text{к}}}{M_{\text{н}}} \cdot 100 \%,$$

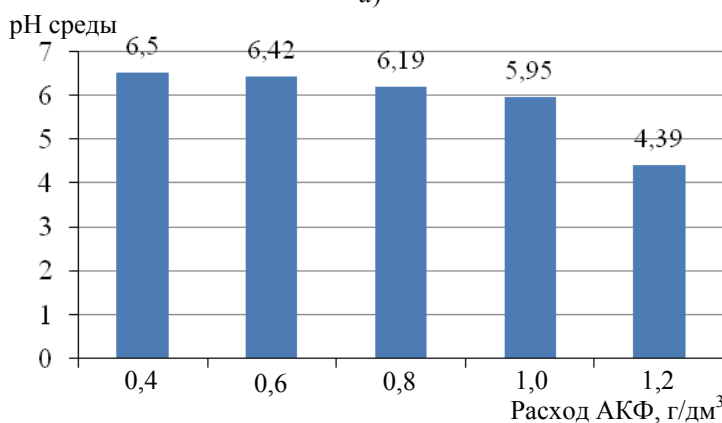
где $M_{\text{н}}$, $M_{\text{к}}$ – мутность сточной воды до и после очистки соответственно, NTU.

Результаты и обсуждение

Результаты, представленные на рис. 2, показали, что с увеличением расхода АКФ мутность очищенной сточной воды уменьшается, что является результатом наращивания коагуляционно-флокуляционной или сгу-



а)



б)

Рис. 2. Влияние расхода АКФ на эффективность очистки по мутности (а) и pH очищенного стока (б)

стительной активности реагента, а также увеличения числа связей коагулянта со взвешенными веществами. Максимальные значения эффективности очистки сточных вод находятся в интервале 80,88 – 82,16 % при расходе АКФ 0,4...0,8 г/дм³. При этом pH осветленной воды снижается с 7,06 в исходной воде до 4,39 при расходе 2,0 г/дм³. Такое резкое снижение pH связано с гидролизом $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. В условиях закисления среды затормаживается процесс формирования $\text{Al}(\text{OH})_3$, часть алюминия остается в ионной форме, не участвует в процессе коагуляции, что отражается на снижении эффективности очистки по мутности до 75 %. Следовательно, необходима корректировка состава реагента, обеспечивающая доведение pH среды после использования АКФ до нормативных показателей $\text{pH} = 6,5 \dots 8,0$.

Согласно литературным данным, для получения требуемых значений pH очищенного стока в качестве регуляторов кислотности среды используют различные материалы: гидроксиды, карбонаты или гидрокарбонаты натрия, калия, кальция в виде растворов, суспензий и твердых материалов.

Так, в работах [11, 12] для повышения эффективности процессов коагуляции в качестве регулятора pH добавляют раствор гидроксида натрия – как к индивидуальным алюминийсодержащим коагулянтам, так и к композиционным реагентам на их основе. Введение NaOH рассматривается как одностадийное и трехстадийное. Показано, что коллоидно-химические характеристики коагуляционных агрегатов, получаемых из сульфата алюминия при трехстадийном введении регулятора pH, сопоставимы с параметрами агрегатов, образующихся при гидролизе высокоосновного пентагидроксохлорида. Такое техническое решение увеличивает коагулирующую способность сульфата алюминия и способствует снижению стоимости процесса очистки, но усложняет технологическую схему и не позволяет использовать регулятор в составе реагента на основе сульфата алюминия.

Для корректирования pH очищенных стоков использовали регуляторы кислотности – бентонитовую глину и отсев дробления известняка цеха обжига извести, которые вводили в очищаемую воду совместно с АКФ в различных комбинациях.

Результаты оценки влияния различного количества вводимого известняка при фиксированном расходе АКФ – 1,0 и 2,0 г/дм³ на эффективность очистки и величину pH очищенного стока представлены на рис. 3. Введение тонкодисперсного известняка в количестве 0,8 г/дм³ совместно с АКФ обеспечивает максимальную эффективность очистки сточной воды 73,7 и 81,2 % и pH среды 6,78 и 6,40 при расходе АКФ 1,0 и 2,0 г/дм³ соответственно. Необходимо отметить, что pH очищенного стока 6,78 достигается при расходе АКФ = 1 г/дм³, что можно выбрать в качестве оптимального.

Далее в качестве регулятора кислотности рассматривали использование бентонитовой глины и смеси глины и известняка.

Результаты, представленные в табл. 1 и на рис. 4, показали, что использование бентонитовой глины, несмотря на то что обеспечивает высокие значения эффективности очистки по величине мутности – от 78,6 до 81,3 %, но pH очищенных стоков находится у нижнего предела нормативных значений – от 6,01 до 6,12.

Бентонит – сложный минерал, состав которого определяется содержанием монтмориллонита, имеющего формулу $\text{Si}_8\text{Al}_4\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \times n\text{H}_2\text{O}$, где кремний может замещаться различными катионами (Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ и др.). Согласно химическому составу используемый бентонит относится к кальциевому типу, обладающему большими значениями порового пространства, которые участвуют в процессе сорбции крупных молекул преимущественно органических веществ. Кроме того, кальциевые бентониты содержат двухвалентные обменные катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} и характеризуются значительным количеством активных центров на поверхности частиц, что в совокупности способствует увеличению их сорбционной активности [13].

Таким образом, в слабокислой среде происходит частичное разрушение бентонита на поверхности частиц с выделением в жидкую среду соединений алюминия и кремниевой кислоты, что способствует некоторому увеличению общего количества коагулянтов и флокулянтов. Осуществление сорбционно-коагуляционных процессов обеспечивают высокую эффективность очистки стоков – 81,2 %.

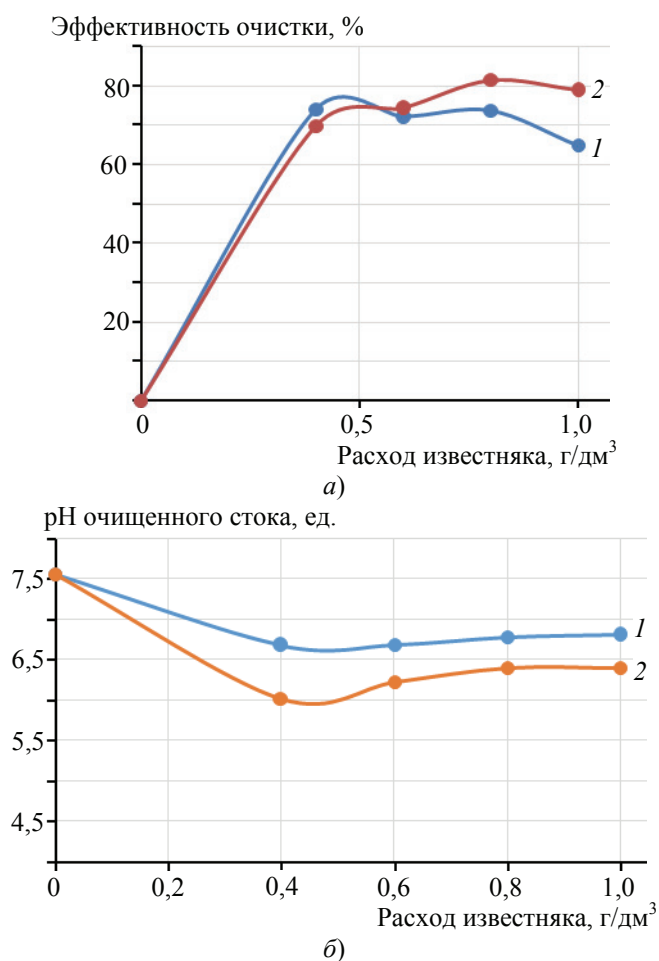


Рис. 3. Влияние расхода известняка в качестве регулятора кислотности на эффективность очистки стоков по мутности (а) и величину рН среды (б)

Таблица 1

Влияние состава и расхода композиционного реагента на характеристики очищенной воды

Номер варианта	Расход, г/дм ³			рН воды	Мутность, NTU	Эффективность очистки по мутности, %
	АКФ	бентонит	известняк			
1	1,0	0,2	–	6,01	36,2	81,3
2		0,4		6,03	36,7	81,1
3		0,6		6,08	41,5	78,6
4		0,8		6,11	39,6	79,6
5		1,0		6,12	36,4	81,2
6	0,4	0,4	0,4	6,94	47,8	75,4
7	0,6			6,85	58,3	70,0
8	0,8			6,78	49,2	74,6
9	1,0			6,56	45,1	76,8

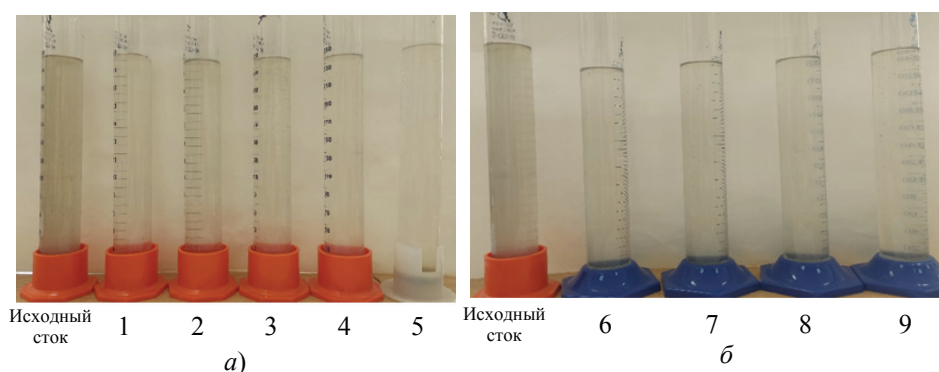


Рис. 4. Результаты использования в качестве регулятора кислотности бентонитовой глины (а) и смеси известняка и глины (б)
(номера вариантов в соответствии с табл. 1)

Низкое содержание основных катионов в составе бентонита не обеспечивает достаточной нейтрализации серной кислоты, образующейся в результате гидролиза АКФ, поэтому pH очищенного стока не превышает 6,12. Тогда как использование в качестве регулятора кислотности смеси известняка и глины уже при минимальных расходах (опыт № 6) обеспечивает эффективность очистки 75,4 % и pH среды 6,94, что является более перспективным.

Заключение

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно констатировать следующее. В составе твердых порошкообразных композиционных реагентов на основе алюмокремниевых коагулянтов-флокулянтов в качестве регуляторов кислотности среды возможно использование тонкомолотых материалов – известняка и смеси известняка и бентонитовой глины в соотношении 1 : 1. Использование CaCO_3 в количестве $0,8 \text{ г/дм}^3$ совместно с АКФ (1 г/дм^3) обеспечивает максимальную эффективность очистки сточной воды 73,7 % и pH среды 6,78. Совместное использование АКФ, известняка и глины в количестве по $0,4 \text{ г/дм}^3$ обеспечивает эффективность очистки 75,4 % и pH среды 6,94.

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. Василенко, Т. А. Применение осадка механической и биологической очистки бытовых и производственных сточных вод в качестве удобрения / Т. А. Василенко, А. Х. Моххамед // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 6. – С. 211 – 219.

2. Порожнюк, Л. А. Интегральная оценка водных сред, обработанных зоо-компостом с использованием Allium сера / Л. А. Порожнюк, Н. С. Лупандина, А. В. Непоменко // Chemical Bulletin. – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 5 – 14.
3. Сорокина, И. Д. Синтез и оценка эффективности использования железо-алюминиевого коагулянта для очистки воды / И. Д. Сорокина, А. Ф. Дресвянников // Вестник Казанского технологического университета. – 2009. – № 4. – С. 146 – 158.
4. Горелая, О. Н. Сорбент для очистки нефтесодержащих сточных вод на основе отходов станций обезжелезивания / О. Н. Горелая, В. И. Романовский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2020. – № 10. – С. 48 – 54.
5. Настенко, А. О. Современные коагулянты и флокулянты в очистке природных и сточных вод / А. О. Настенко, О. И. Зосуль // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-4. – С. 531 – 537.
6. Vinogradov, S. A. Improvement of Nepheline Speck Leaching Technology Based on the Use of Combined Coagulants-Flocculants of the Carboaluminate-Alkalar Type / S. A. Vinogradov // Journal of Mining Institute. – 2004. – Vol. 159, No. 1. – P. 142 – 144.
7. Flocculant Containing Silicon, Aluminum, and Starch for Sewage Treatment / R. Wang, H. Zhang, L. Lian [et al.] // Journal of Chemical Engineering of Japan. – 2020. – Vol. 53, No. 10. – P. 592 – 598. doi: 10.1252/jcej.17we009
8. Investigation of the Water Treatment Process Using a Hybrid Alumosilicic Reagent / R.A. Alexandrov, D.Yu. Feklistov, V. Salomasov [et al.] // Journal of Water Chemistry and Technology. – 2018. – Vol. 40, No. 3. – P. 136 – 142. doi: 10.3103/S1063455X18030049
9. Очистка сточных вод от нефтепродуктов на модифицированном диатомите и регенерация сорбента / М. В. Бузаева, Е. М. Булыжев, И. Т. Гусева, Е. С. Климов // Известия Высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2011. – № 4. – С. 125 – 127.
10. Chemical and Electro-Coagulation Techniques in Coagulation-Flocculation in Water and Wastewater Treatment – A Review / L. N. Ukiwe, I. Ikechukwu, D. Chidi [et al.] // Journal of Advances in Chemistry. – 2014. – Vol. 9, No. 3. – P. 1988 – 1999. doi: 10.24297/jac.v9i3.1006
11. Анушко, Р. А. Изучение процесса коагуляции алюминийсодержащими соединениями и композиционными реагентами на их основе / Р. А. Анушко, А. В. Зыгмант, Д. Д. Гриншпан // Водоснабжение, химия и прикладная экология : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 22 марта 2021 г.) / под общ. ред. Е. Ф. Кудиной. – Гомель, 2021. – С. 8 – 11.
12. Коллоидно-химические характеристики дисперсий, образуемых высоко- и низкоосновными коагулянтами при различных условиях коагулирования / Р. А. Анушко, А. В. Зыгмант, Т. А. Савицкая [и др.] // Свиридовские чтения : сб. ст. / редкол.: О. А. Ивашкевич (пред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 16. – С. 9 – 19.
13. Махкамова, Д. Н. Bentonитовая глина, ее физико-химическая характеристика и применение в народном хозяйстве / Д. Н. Махкамова, Ш. А. Содикова, З. Т. Усмонова // UNIVERSUM: Технические науки. – 2019. – № 6(63). – С. 95 – 98.

Reference

1. Vasilenko T.A., Mokhamed A.Kh. [Use of the sediment from mechanical and biological treatment of domestic and industrial wastewater as a fertilizer], *Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova* [Bulletin of the BGTU named after V.G. Shukhov], 2016, no. 6, pp. 211-219. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Porozhnyuk L.A., Lupandina N.S., Nepomenko A.V. [Integral assessment of water environments treated with zoocompost using Allium test], *Chemical Bulletin*, 2020, vol. 3, no. 3, pp. 5-14. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Sorokina I.D., Dresvyannikov A.F. [Synthesis and evaluation of the effectiveness of iron-aluminum coagulant for water purification], *Vesnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2009, no. 4, pp. 146-158. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Gorelaya O.N., Romanovsky V.I. [Sorbent for the purification of oil-containing wastewater based on waste from iron removal stations], *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Engineering], 2020, no. 10, pp. 48-54. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Nastenka A.O., Zosul O.I. [Modern coagulants and flocculants in the purification of natural and wastewater], *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik* [International Student Scientific Bulletin], 2015, no. 3-4, pp. 531-537. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Vinogradov S.A. Improvement of nepheline speck leaching technology based on the use of combined coagulants-flocculants of the carboaluminate-alkal type, *Journal of Mining Institute*, 2004, vol. 159, no. 1, pp. 142-144.
7. Wang R., Zhang H., Lian L., Wang X., Zhu B., Lou D. Flocculant Containing Silicon, Aluminum, and Starch for Sewage Treatment, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 2020, vol. 53, no. 10, pp. 592-598. doi: 10.1252/jcej.17we009
8. Alexandrov R.A., Feklistov D.Yu., Salomasov V., Tikhonov S., Laguntsov N.I., Kurchatov I.M. Investigation of the Water Treatment Process Using a Hybrid Alumosilicic Reagent, *Journal of Water Chemistry and Technology*, 2018, vol. 40, no. 3, pp. 136-142. doi: 10.3103/S1063455X18030049
9. Buzaeva M.V., Bulyzhev E.M., Guseva I.T., Klimov E.S. [Wastewater treatment from oil products on modified diatomite and sorbent regeneration], *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya tekhnicheskie nauki* [News of Higher Educational Institutions. North Caucasian region. Series: technical sciences], 2011, no. 4, pp. 125-127. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Ukiwe L.N., Ikechukwu I., Chidi D., Okolue B.N., Gerald O., Nweze C.A. Chemical and Electro-Coagulation Techniques in Coagulation-Flocculation in Water and Wastewater Treatment – A Review, *Journal of Advances in Chemistry*, 2014, vol. 9, no. 3, pp. 1988-1999. doi: 10.24297/jac.v9i3.1006
11. Anushko R.A., Zygmant A.V., Grinshpan D.D. *Vodosnabzheniye, khimiya i prikladnaya ekologiya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Water supply, chemistry and applied ecology: materials of the International. scientific-practical conf. (Gomel, March 22, 2021)], Gomel', 2021, pp. 8-11. (In Russ.)
12. Anushko R.A., Zygmant A.V., Savitskaya T.A., Tsygankova N.G., Grinshpan D.D. [Colloid-chemical characteristics of dispersions formed by high- and low-basic coagulants under various coagulation conditions], *Sviridovskiye chteniya: sb. st.* [Sviridov readings: collection. art.], Minsk, 2020, Is. 16, pp. 9-19. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Makhkamova D.N., Sodikova Sh.A., Usmonova Z.T. [Bentonite clay, its physical and chemical characteristics and application in the national economy], *UNIVERSUM: Tekhnicheskie nauki* [Technical Sciences], 2019, no. 6(63), pp. 95-98. (In Russ., abstract in Eng.)

The Use of Combined Coagulants-Flocculants for Municipal Wastewater Treatment

N. Yu. Kuryushina, I. V. Starostina,
Yu. L. Makridina, E. V. Loktionova, A. E. Khapugina

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

Keywords: aluminum-silicon flocculant-coagulant; bentonite; municipal wastewater; limestone; combined coagulants-flocculants; acidity regulator; purification efficiency; pH of the environment.

Abstract: The article is devoted to the current topic of improving methods for treating urban wastewater using innovative combined coagulants-flocculants. In an environment of increasing water pollution and stringent environmental standards, the search for effective and cost-effective methods of wastewater treatment becomes especially important. The paper discusses the use of aluminum-silicon coagulant-flocculant (ACF) for the purification of municipal wastewater collected at the stage of mechanical treatment after sand traps. It has been shown that the use of ACF is accompanied by a decrease in the pH value of treated wastewater to 4.39 at a flow rate of 2.0 g/dm^3 . The paper discusses the use of finely dispersed bentonite clay powders and limestone crushing screenings from a metallurgical lime production shop as acidity regulators. It has been shown that the most effective is the use of limestone in an amount of 0.8 g/dm^3 together with ACF (1 g/dm^3), which ensures maximum wastewater treatment efficiency of 73.7% and pH of the environment 6.78, and the joint use of ACF, limestone and clay in an amount of 0.4 g/dm^3 each, which ensures a cleaning efficiency of 75.4% and a pH of 6.94.

© Н. Ю. Кирюшина, И. В. Старостина,
Ю. Л. Макридина, Е. В. Локтионова, А. Е. Хапугина, 2024

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ШУМОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Д. А. Кузин, Л. Г. Стаценко,
М. М. Смирнова, С. В. Брылина

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

Ключевые слова: городская среда; классификация шумов; машинное обучение; спектральный анализ; шумы.

Аннотация: Современная городская среда постоянно развивается и изменяется. С ростом городов увеличивается и уровень шума, который может оказывать негативное влияние на здоровье жителей. Важность определения и контроля шума городской среды становится все более актуальной задачей для городских властей, а также для ученых и инженеров, занимающихся вопросами экологии и охраны окружающей среды. Приведен сравнительный анализ методов машинного обучения, включающих и нейронную сеть для автоматизации решения задачи классификации шумов, присутствующих в городе. Даны описания спектральных признаков шумов, на основе которых реализованные модели принимают решения о классе шума.

Введение

Анализ, мониторинг и контроль шума в городской среде являются важными составляющими для поддержания комфортного и здорового окружения людей [1]. Чрезмерный шум в городе может негативно влиять на их физическое и психическое здоровье. Постоянный мониторинг шума позволит городским службам своевременно принимать меры по снижению его уровня, что в свою очередь улучшит качество жизни горожан [2]. Одним из перспективных подходов к решению проблемы определения и классификации источника шума в городской среде является применение методов машинного обучения [3]. Использование обученных с помощью

Кузин Денис Александрович – кандидат технических наук, доцент департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения, e-mail: kuzin_da@dvfu.ru; Стаценко Любовь Григорьевна – доктор физико-математических наук, профессор департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения; Смирнова Мария Михайловна – старший преподаватель департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения; Брылина Светлана Владимировна – заведующий лабораторией департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

таких методов моделей позволит автоматизировать процесс обнаружения и анализа шумов, а в дальнейшем упростит работу специалистов и улучшит качество мониторинга.

Записи шумов городской среды

Существуют открытые источники с наборами акустических записей шумов, присутствующих в городской среде [4, 5]. В работе использовался один из самых больших наборов данных Urban Sounds 8k, состоящий из размеченных звуковых файлов формата .wav. Обучение и тестирование моделей производилось на шумах кондиционеров, строительных работ, двигателей автомобилей, гудков автомобилей, сирен автомобилей городских служб. В каждом классе использовали 100 записей (итого 500 записей для пяти исследуемых классов) с частотой дискретизации 44 100 Гц, разрядностью 16 бит, длительностью от 1 до 4 с. Общий размер данных составил 362 МБ, дисбаланс классов отсутствует.

Используемые признаки шумов

Предлагаемые модели машинного обучения при обучении и принятии решения о классе объекта используют спектральные признаки акустических шумов. Существует несколько подходов к анализу акустического шума: вычисление признаков и представление их в численном виде, а также вычисление спектра и представление его в виде изображения с последующим анализом моделями машинного обучения, которые могут работать с изображениями. Второй подход в работе рассматриваться не будет, так как требует больше вычислительных ресурсов и объема памяти для хранения шумов, представленных в виде изображений спектрограмм. В качестве признаков использовались гамматон-частотные и мел-частотные кепстральные коэффициенты, хромограмма. Данные признаки широко используются исследователями для решения задачи классификации различных акустических звуков и шумов [6 – 8]. Вычисление всех признаков из всего набора записей шумов в формате .wav занимает 27,67 с на ноутбуке с процессором AppleM1 и 8 ГБ оперативной памяти.

Модели машинного обучения

В исследовании обучили и протестировали четыре модели машинного обучения, которые хорошо себя зарекомендовали при решении технических задач классификации акустических данных. Алгоритмы обучения и тестирования всех моделей реализованы на языке программирования Python, а в качестве основной библиотеки машинного обучения использовалась scikit-learn. Проанализированы результаты предсказания следующих моделей: случайного леса [9], k -ближайших соседей [10], опорных векторов [10], многослойного персептрона (искусственная нейронная сеть) [11]. Каждая модель обучалась на 80 % от общего набора данных и проверялась на 20 %. Использовали метод кросс-валидации (перекрестной проверки) с десятью итерациями для оценки качества работы моделей.

**Сравнение точности классификации шумов
реализованными моделями машинного обучения**

При использовании пятнадцати мел-частотных кепстральных коэффициентов в качестве признаков получили результаты предсказания моделей, которые демонстрируют преимущество в 1,5 % модели случайного леса перед моделью многослойного персептрона и преимущество в 2 % перед моделью опорных векторов (рис. 1, а). Модель k -ближайших соседей показывает точность 91,10 %, что является самым низким результатом среди всех моделей.

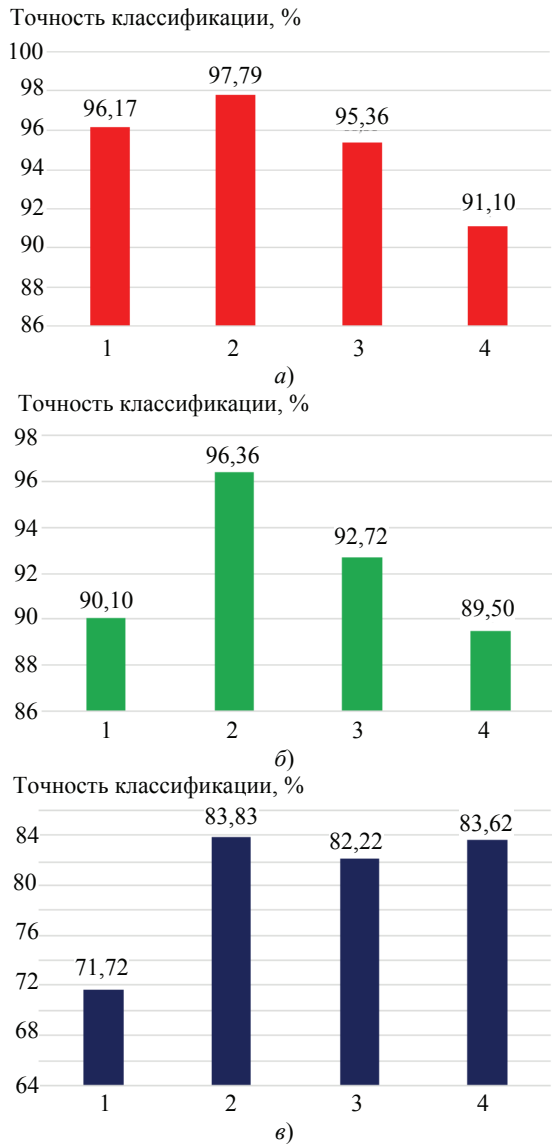


Рис. 1. Сравнения моделей при использовании мел-частотных (а) и гамма-частотных (б) кепстральных коэффициентов, хромограммы (в):

1 – многослойного персептрона; 2 – случайного леса; 3 – опорных векторов;
4 – k -ближайших соседей

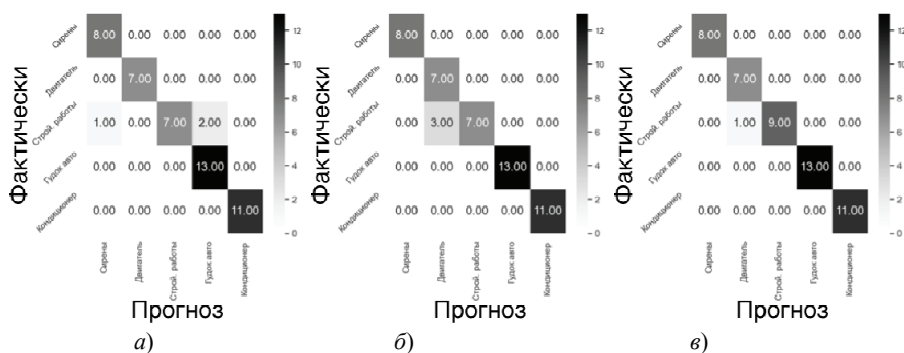


Рис. 2. Матрицы ошибок трех моделей машинного обучения при использовании мел-частотных кепстральных коэффициентов:
а – *k*-ближайших соседей; *б* – опорных векторов; *в* – случайного леса

Если анализировать результаты моделей, представленные в виде матриц ошибок, то можно увидеть, что все модели в основном ошибаются, включая в классификацию шумов строительных работ шумы сирены специальных служб и гудки автомобилей (рис. 2).

Больше всего времени на обучение и предсказание необходимо модели многослойного персептрона. Обучение и перекрестная проверка при 10 итерациях занимает 5,27 с, при этом затраты времени для других моделей составляют от 0,17 до 0,50 с.

При использовании гамматон-частотных кепстральных коэффициентов в качестве признаков шумов (см. рис. 1, *б*), средняя точность предсказания всех четырех моделей ниже, чем при использовании мел-частотных коэффициентов.

Если использовать 12 составляющих хромограммы в качестве признаков для моделей, то получим еще более низкую точность предсказания всеми моделями машинного обучения (см. рис. 1, *в*).

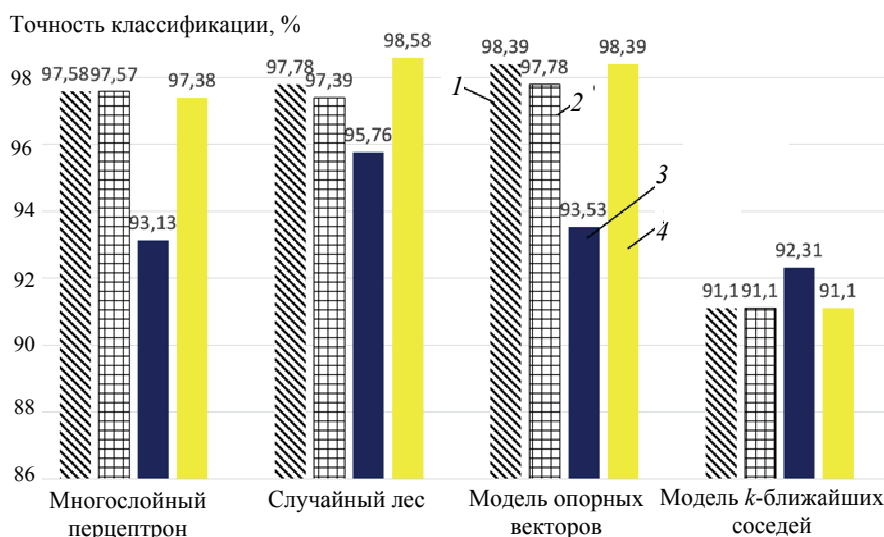


Рис. 3. Сравнение точности классификации шумов при использовании комбинаций признаков:
1 – 15 MFCC + 15 GFCC + 12 Chroma; *2* – 15 MFCC + 12 Chroma;
3 – 15 GFCC + 12 Chroma; *4* – 15 MFCC + 15 GFCC

Использование комбинаций признаков зачастую позволяет добиться лучших результатов точности предсказания. В данной работе также удалось получить большую точность классификации шумов городской среды при использовании набора признаков, состоящего из 15 мел-частотных и 15 гамматон-частотных кепстральных коэффициентов. Использование других сочетаний признаков показывали точность, схожую с точностью при использовании отдельных признаков или даже более низкую точность, чем демонстрировали модели, использующие отдельные признаки (рис. 3).

Заключение

Современные методы классификации шумов городской среды, реализованные на основе моделей машинного обучения, позволяют автоматически с высокой скоростью и точностью определять класс источника шума. Модели машинного обучения способны обрабатывать большие объемы данных, в том числе в режиме реального времени, что актуально в городе из-за присутствующего большого числа разнообразных источников шума. В результате проведенного анализа наивысшую точность классификации и стабильность продемонстрировала модель случайного леса (98,58 %). Наилучших результатов точности удалось достичь, используя вектор признаков, состоящий из 15 мел-частотных и 15 гамматон-частотных кепстральных коэффициентов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России в сфере научной деятельности по проекту № FZNS-2023-0008.

Список литературы

1. Городничев, С. С. Мониторинг состояния акустической среды городской территории / С. С. Городничев, К. В. Левшина, В. В. Васильева // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ – 2019) : сб. ст. XI Междунар. науч.-техн. конф., Курск, 25 окт. 2019 г. – Курск, 2019. – С. 58 – 62.
2. Интеллектуальный анализ звукового ландшафта городской территории / Н. М. Рашевский, Д. С. Парыгин, К. Р. Назаров, И. С. Сеницын, В. А. Феклистов // Социология города. – 2023. – № 1. – С. 125 – 139. doi: 10.35211/19943520_2023_1_125
3. Дятлов, К. А. Использование нейросетей для оценки качества городского шума / К. А. Дятлов, И. С. Сеницын // XXVII Регион. конф. молодых ученых и исследователей Волгоградской области : сб. материалов конф., Волгоград, 02 – 15 ноября 2022 г. – Волгоград, 2022. – С. 448 – 449.
4. Piczak, K. J. ESC: Dataset for Environmental Sound Classification / K. J. Piczak // Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Multimedia. – 2015. – P. 1015 – 1018. doi: 10.1145/2733373.2806390
5. Salamon, J. A Dataset and Taxonomy for Urban Sound Research / J. Salamon, C. Jacoby, J. P. Bello // Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Multimedia. – Orlando, USA, 2014. – P. 1041 – 1044. doi: 10.1145/2647868.2655045
6. Применение методов машинного обучения для классификации акустических сигналов по спектральным характеристикам / Д. А. Кузин, Л. Г. Стаценко, П. Н. Анисимов, М. М. Смирнова // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. – 2021. – № 3. – С. 48 – 54.

7. Passive Acoustic Monitoring as a Tool to Investigate the Spatial Distribution of Invasive Alien Species / J. W. Ribeiro Jr, K. Harmon, G. A. Leite [et al.] // *Remote Sensing*. – 2022. – Vol. 14, No. 14. – P. 4565. doi: 10.3390/rs14184565
8. Kumar, L. K. COVID-19 Disease Diagnosis with Light-Weight CNN Using Modified MFCC and Enhanced GFCC from Human Respiratory Sounds / L. K. Kumar, P. J. A. Alphonse // *European Physical Journal Special Topics*. – 2022. – Vol. 231, No. 18-20. – P. 3329 – 3346. doi: 10.1140/epjs/s11734-022-00432-w
9. Чистяков, С. П. Случайные леса: обзор / С. П. Чистяков // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2013. – № 1. – С. 117 – 136.
10. Демидова, Л. А. Классификация данных на основе SVM-алгоритма и алгоритма k -ближайших соседей / Л. А. Демидова, Ю. С. Соколова // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2017. – № 62. – С. 119 – 132. doi: 10.21667/1995-4565-2017-62-4-119-132
11. Марченко, Б. И. Нейронные сети в задачах аналитического обеспечения систем социально-гигиенического и экологического мониторинга / Б. И. Марченко, Н. К. Плуготаренко, О. А. Семина // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № 11 – С. 23 – 30.

References

1. Gorodnichev S. S., Levshina K.V., Vasil'yeva V.V. *Sovremennyye avtomobil'nyye materialy i tekhnologii (SAMIT – 2019): sb. st. XI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* [Modern automotive materials and technologies (SAMIT - 2019): collection. art. XI International scientific-technical Conf.], Kursk, 25 Oct. 2019. Kursk, 2019, pp. 58-62. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Rashevskiy N.M., Parygin D.S., Nazarov K.R., Sinitsyn I.S., Feklistov V.A. [Intellectual analysis of the sound landscape of an urban area], *Sotsiologiya goroda* [Sociology of the city], 2023. no. 1, pp. 125-139. doi: 10.35211/19943520_2023_1_125 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Dyatlov K.A., Sinitsyn I.S. *XXVII Region. konf. molodykh uchenykh i issledovateley Volgogradskoy oblasti: sb. materialov konf.* [XXVII Region. conf. young scientists and researchers of the Volgograd region: collection. materials of the conference], Volgograd, 02-15 November 2022. Volgograd, 2022, pp. 448-449. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Piczak K.J. ESC: Dataset for Environmental Sound Classification, *Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Multimedia*, 2015, pp. 1015-1018. doi: 10.1145/2733373.2806390
5. Salamon J., Jacoby C., Bello J.P. A dataset and taxonomy for urban sound research, *Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Multimedia*, Orlando, USA, 2014, pp. 1041-1044. doi: 10.1145/2647868.2655045
6. Kuzin D.A., Statsenko L.G., Anisimov P.N., Smirnova M.M. [Application of machine learning methods for classification of acoustic signals according to spectral characteristics], *Izvestiya SPbGETU LETI* [News of St. Petersburg State Electrotechnical University LETI], 2021, no. 3, pp. 48-54. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Ribeiro Jr J.W., Harmon K., Leite G.A., de Melo T.N., LeBien J., Campos-Cerqueira M. Passive Acoustic Monitoring as a Tool to Investigate the Spatial Distribution of Invasive Alien Species, *Remote Sensing*, 2022, vol. 14, no. 14, pp. 4565. doi: 10.3390/rs14184565
8. Kumar L.K., Alphonse P.J.A. COVID-19 Disease Diagnosis with Light-Weight CNN Using Modified MFCC and Enhanced GFCC from Human Respiratory Sounds, *European Physical Journal Special Topics*, 2022, vol. 231, no. 18-20, pp. 3329-3346. doi: 10.1140/epjs/s11734-022-00432-w

9. Chistyakov S.P. [Random forests: a review], *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2013, no. 1, pp. 117-136. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Demidova L.A., Sokolova Yu.S. [Data classification based on the SVM algorithm and the k-nearest neighbors algorithm], *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University], 2017, no. 62, pp. 119. doi: 10.21667/1995-4565-2017-62-4-119-132 (In Russ., abstract in Eng.)
11. Marchenko B.I., Plugotarenko N.K., Semina O.A. [Neural networks in the problems of analytical support of social, hygienic and environmental monitoring systems], *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya* [Population health and habitat], 2021, no. 11, pp. 23-30. (In Russ., abstract in Eng.)
-

The Comparison of Machine Learning Methods for Urban Noise Classification

D. A. Kuzin, L. G. Statsenko, M. M. Smirnova, S. V. Brylina

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Keywords: urban environment; noise classification; machine learning; spectral analysis; noise.

Abstract: The modern urban environment is constantly evolving and changing. With the constant growth of cities, the noise level also increases, which can have a negative impact on the health of residents. The importance of determining and controlling the noise of the urban environment is becoming an increasingly urgent task for city authorities, as well as for scientists and engineers dealing with environmental issues and environmental protection. The article presents a comparative analysis of machine learning models, including a neural network for automating the solution of the problem of noise classification present in the city, describes the spectral characteristics of noise, on the basis of which the implemented models make decisions about the noise class.

© Д. А. Кузин, Л. Г. Стаценко,
М. М. Смирнова, С. В. Брылина, 2024

РЕСТАВРАЦИОННО-ЛАНДШАФТНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Е. А. Пендюрин, Ж. А. Сапронова,
А. В. Святченко, В. А. Здоровцов**

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

Ключевые слова: георешетка; нарушенные земли; почвосмесь; способ восстановления.

Аннотация: Предложен способ восстановления растительного покрова на нарушенных территориях, снижения стоимости материала и расширения сырьевых ресурсов для его получения за счет уменьшения антропогенной нагрузки на окружающую среду путем вовлечения в повторный технологический цикл отходов, а также сокращения затрат на проведение работ в короткие сроки через использование объемной георешетки, заполненной искусственной почвосмесью. Такой способ поможет не только восстановить природные ресурсы и экосистемы, но и улучшить качество жизни местного населения, снизив негативное воздействие промышленного производства на окружающую среду.

Введение

Почвенные ресурсы имеют основополагающее значение для жизни на Земле и решающее значение для устойчивого развития. Педосфера является неотъемлемым связующим звеном других сфер Земли (литосферы, биосферы, гидросферы и атмосферы) и играет решающую роль в решении проблем, связанных с продовольственной и водной безопасностью, защитой биоразнообразия, состоянием наземных экосистем, регулированием климата и здоровьем человека. Для удовлетворения постоянно растущих потребностей в земельных ресурсах все более интенсивное использование земель человеком может привести к необратимой утрате их функций и деградации почв.

Пендюрин Евгений Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры промышленной экологии; Сапронова Жанна Ануаровна – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленной экологии; Святченко Анастасия Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии, e-mail: sv.anastasiaa@mail.ru; Здоровцов Вадим Александрович – аспирант кафедры промышленной экологии; ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», Белгород, Россия.

Деградация почв – естественный и(или) антропогенный процесс, при котором продуктивность почвы или ее потенциал для землепользования и регулирования окружающей среды (качество и устойчивость почвы) снижается или даже полностью теряет свои физические, химические и биологические характеристики [1]. Деградация почв происходит по разным причинам, включая антропогенные и метеорологические факторы, некоторые из которых дополняют друг друга.

Механизмы деградации можно разделить на физические, химические и биологические. Конкретные проявления нарушения почв разнообразны, включая, помимо прочего, эрозию, засоление, подкисление, опустынивание, дефицит питательных веществ, уплотнение и загрязнение тяжелыми металлами. Одна из частых причин – уничтожение растительной составляющей. Такая ситуация, способная существенно нарушить экосистему, оказывает влияние как на климат, так и социально-экономическую жизнь местного населения [1, 2].

Обнаружено, что восстановление нарушенных земель оказывает положительное влияние на здоровье детей, улучшает доступ к общественным удобствам и ускоряет экономический рост. Решения, основанные на природных механизмах, стали многообещающим подходом к восстановлению загрязненных земель, который потенциально может дать множество преимуществ, помимо простого снижения риска воздействия загрязняющих веществ [3, 4].

Восстановление почв может быть достигнуто инженерными, химическими или биологическими методами. *Инженерные* технологии включают в себя промывку грунта, стабилизацию, термическую обработку, выемку и захоронение отходов и другие технологии. *Химические* методы восстановления почвы включают внесение фосфатов, известковых материалов, оксигидроксидов Fe/Mn, органических материалов, цеолитов и т.д. Смягчение последствий с помощью *микробиологических* средств может заключаться в обеззараживании участков, специфичных для конкретных загрязнителей, с использованием специализированных штаммов бактерий, известных способностью поглощать и разлагать загрязняющие вещества.

Стоимость реализации приведенных методов может быть относительно высока, особенно в полевых условиях [5].

Площадь нарушенных земель в Белгородском регионе составляет 6,5 тыс. га, что является серьезной проблемой для окружающей среды и жизни местного населения. Наличие 328 карьеров открытого типа, из которых 176 – заброшенные (в некоторых все еще продолжается незаконная добыча материалов, в том числе с участием различных подрядчиков), а также созданные мусорные свалки усугубляют данную проблему [6, 7]. Следует провести работы по восстановлению нарушенных земель и вернуть их в устойчивый хозяйственный оборот, одновременно минимизируя и устраняя негативное воздействие на окружающую среду. Для этого необходимы программы рекультивации и реконструкции нарушенных территорий, а также контроль по добыче и утилизации отходов.

Такие меры помогут не только восстановить природные ресурсы и экосистемы, но и улучшить качество жизни местного населения, снизив негативное воздействие промышленного производства на окружающую среду.

В работе [8] разработан материал для биологической рекультивации нарушенных земель, недостатком которого является высокий уровень загрязнения иловых осадков. Осадки сточных вод могут содержать потенциально опасные компоненты – тяжелые металлы, органические загрязнители, патогены и другие фитотоксичные вещества, которые накапливаются в организмах и окружающей среде, препятствуя развитию и восстановлению почвенно-растительных участков. Для эффективной биологической рекультивации необходимо принимать во внимание сложный компонентный состав загрязненных осадков и проводить специализированную обработку, включая центрифугирование шлама, что значительно увеличивает стоимость готового продукта. Тем не менее такие мероприятия необходимы для обеспечения безопасности и эффективности процесса восстановления нарушенных территорий.

Наиболее близким техническим решением восстановления нарушенных земель является способ создания почвенно-растительного покрова при рекультивации нарушенных земель, представленный в [9]. Существенный признак данного решения – обязательное использование удобрений N70P70K70 и вспученного вермикулита с гранулами до 4 мм, так как без этих условий сами компоненты не обеспечивают достаточный почвенно-растительный покров на рекультивируемой территории.

Предлагается принципиально новый способ восстановления биологической продуктивности нарушенных земель при проведении работ по рекультивации, основанный на утилизации доступных нетоксичных отходов с возможностью их полезного использования в городской среде. Инновационный продукт представляет собой органоминеральные почвосмеси, созданные на основе разнообразных производственных отходов. Искусственные почвогрунты (почвосмеси) представляют собой многокомпонентные смеси, обеспечивающие нормальный рост и развитие растений. В искусственных почвогрунтах протекают те же процессы, что и в естественных почвах, поэтому они могут успешно заменить почвы и использоваться в процессах восстановления урбанизированных земель.

Для успешной реализации данной идеи необходимо провести исследования и биотестирование органоминеральных почвосмесей, определить их эффективность и безопасность для окружающей среды. Также важно учитывать потенциальные риски и проблемы, связанные с использованием искусственных почв в процессе восстановления земель. В целом, такой подход к рекультивации и утилизации отходов является перспективным и может принести значительную пользу как для природы, так и для человека.

Материалы и методы исследований

Цель исследования – разработка научных основ рекультивации техногенно-нарушенных земель в условиях Белгородской области.

Объекты исследования – органические и минеральные компоненты, а также составы почвосмесей, содержащие данные компоненты в различных пропорциях.

Задачи исследования, направленные на упрощение технологии восстановления растительного покрова, уменьшение стоимости материала за счет снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду путем во-

влечения в повторный технологический цикл отходов и расширение сырьевых ресурсов для его получения, а также сокращение затрат на проведение работ в короткие сроки через использование объемной георешетки, заполненной искусственной почвосмесью, представляют собой значимый шаг в области экологии и устойчивого развития.

Важно отметить, что анализ и биотестирование разработанных составов искусственной почвосмеси осуществлялись при помощи различных методов. Основные характеристики образца зоокомпоста определялись в соответствии с ГОСТ 33830–2016. Для исследования почвосмесей использовали стандартные методы: воздушно-тепловой, титриметрический, спектрофотометрический, потенциометрический и кондуктометрический.

Элементный состав образцов используемых отходов получен с помощью прибора ARL 9900 IntelliPower Workstation. Такой подход обеспечивает научную обоснованность и эффективность разработанных составов почвосмеси для рекультивации и восстановления техногенно-нарушенных земель.

Экологический аспект исследований имеет большое значение, поскольку обеспечивает устойчивое развитие и сохранение окружающей среды. Результаты проведенных исследований служат основой для разработки и внедрения эффективных методов рекультивации земель, щадящих природные ресурсы и способствующих улучшению экологической ситуации в регионе.

Результаты и их обсуждение

Известно, что почва включает в себя разнообразные компоненты, такие как глина, песок, перегной, воздух и вода. При создании образцов искусственных почвосмесей использовались технические условия для производства питательных грунтов. Процесс приготовления искусственной почвосмеси осуществлялся путем механического перемешивания различных исходных компонентов с их предварительным измельчением.

Анализу подвергались исходные компоненты искусственной почвосмеси (табл. 1 – 3).

Органическая часть компонента искусственной почвосмеси представлена переработанными органическими отходами личинки двукрылого насекомого Черная Лявinka (зоокомпост) и растительными остатками в виде листьев и скошенной травы, химический состав которых представлен в табл. 2.

Побочные продукты мокрой магнитной сепарации представляют собой пустую породу процесса обогащения железной руды, цитрогипс – побочный продукт производства лимонной кислоты. Его химический состав приведен в табл. 3.

Способ создания образцов искусственной почвосмеси включал смешивание глины, суглинков, песка, цитрогипса, продуктов мокрой магнитной сепарации в мешалке в течение 3...5 мин. Затем добавляется зоокомпост Черной Лявinky и растительные остатки в виде листьев и травы, предварительно измельченные в дробилке, при дополнительном смешивании в мешалке в течение 3...5 мин.

Компонентный состав искусственных почвосмесей представлен в табл. 4 (в качестве контрольного образца взят чернозем типичный).

Таблица 1

**Химический состав минеральных компонентов
искусственной почвосмеси**

Почво- смесь	Содержание компонентов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	п.п.п.
Суг- линки	50,0...	10,0...	0,5...	2,0...	2,0...	0,1...	1,0...	0,5...	0,1...	5,0...
	70,0	15,0	1,0	3,0	5,0	1,5	1,5	0,7	0,2	8,0
Глины	40,0...	14,0...	0,5...	3,0...	1,0...	0,1...	2,0...	0,5...	0,2...	4,0...
	50,0	23,0	1,6	5,0	2,0	0,5	2,5	1,5	0,3	7,0
Песок	75,0...	1,0...	0,06...	0,1...	0,5...	0,4...	0,2...	0,09...	—	1,5...
	98,0	0,95	0,08	0,06	2,0	0,5	0,3	0,1		4,0

Таблица 2

**Химический состав органической части компонентов
искусственной почвосмеси**

Почво- смесь	Содержание компонентов, %								
	Н общий	Органи- ческий углерод	Зола	Вода	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Микро- элементы
Зооком- пост	3...4	15...45	5...6	20...50	0,7...2	0,3... 0,5	1...3	1...3	1...6
Расте- тельные остатки	1...2	7...30	3...6	50...70	1...2		1...2	0,5...1	

Таблица 3

Химический состав побочных продуктов

Почво- смесь	Содержание компонентов, %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe _{общ}	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	п.п.п.
Продукт мокрой магнитной сепарации	65... 75	2...3	0,1... 0,2	4,0... 10,0	2,0... 5,0	0,1... 1,5	1,0... 1,5	0,5... 0,7	0,1... 0,3	0,1... 0,2	4...5
Цитрогипс	0,2... 1,7	0,12... 0,05	0,02... 0,017	0,95... 0,05	29,7... 32,6	0,1... 0,4	0,05... 0,07	0,02... 0,03	38,3... 45,5	—	22,0... 28,4

Таблица 4

Компонентный состав искусственной почвосмеси, %

Состав	Суглинки	Песок	Глина	Цитрогипс	Растительные остатки в виде листьев и травы	Продукты мокрой магнитной сепарации	Зоокомпост
1	15	20	15	15	15	5	15
2	20			10			
3	15					10	15

На первом этапе исследований проведена оценка токсикологических характеристик полученных экспериментальных образцов искусственных почвенных смесей с использованием в качестве тест-объекта семян овса обыкновенного (*Avena Sativa L.*) [10]. Данный метод основан на изменении роста корневой системы из-за способности корней реагировать на экзогенное химическое воздействие, что позволяет использовать длину корней в качестве показателя тестовой функции.

Результаты исследований показали, что ингибирование развития корневой системы *Avena Sativa L.*, выращенной на исследуемых образцах, не превышает 20 % по сравнению с контролем.

Оценку реставрационно-ландшафтного восстановления территории проводили в полевом эксперименте. Способ восстановления территории включал использование объемной георешетки, предназначенной для укрепления грунтов в дорожном строительстве и ландшафтном дизайне, – это полимерные ленты, сваренные между собой в шахматном порядке. При растяжении объемной георешетки образуется структура из полых ячеек размер ячейки 220 × 220 мм. На техногенно-нарушенную поверхность урбанизированных земель наносится объемная георешетка. При ее растяжении образуется структура из полых ячеек, в которую засыпается искусственная почвосмесь с семенами растений, поливается водой и покрывается полимерной пленкой, которую удаляют при появлении дружных всходов. В состав искусственной почвосмеси входят суглинки, глины, отходы производства лимонной кислоты – цитрогипс, зоокомпост Черной Львинки, растительные остатки в виде листьев и травы, отходы мокрой магнитной сепарации железной руды, песок.

Посеянный эспарцет песчаный (рис. 1) срезали 10 августа 2023 г. и определили его урожайность и высоту. Полученные результаты представлены в табл. 5. Из полученных результатов видно, что использование искусственных почвосмесей для восстановления почв позволило повысить урожайность эспарцета песчаного по сравнению с контролем. При этом лучшие показатели получены при использовании состава № 1, прибавка урожая составила 0,09 кг.



Рис. 1. Пример способа восстановления эспарцета песчаного

Таблица 5

Биологические показатели

Составы искусственных почвосмесей	Биологические показатели (урожайность, кг/сосуд)	Биологические показатели (прибавка урожая, кг)	Средняя высота растений, см
Контрольный состав (чернозем типичный)	$0,120 \pm 0,005$	–	30...35
1	$0,210 \pm 0,005$	+0,09	50...60
2	$0,180 \pm 0,005$	+0,06	40...45
3	$0,168 \pm 0,005$	+0,05	50...60

Таким образом, использование предложенного способа позволяет улучшить биологические показатели посевов и ускорить восстановление нарушенных территорий. Поскольку для получения почвосмесей применяются промышленные отходы, это снижает стоимость продукта и решает вопрос утилизации отходов, снижая антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Заключение

На данный момент значительная часть мирового населения проживает в условиях техногенно-нарушенных ландшафтов, где деградировавшие земли различных типов охватывают значительные участки пригородных территорий. Необходимость восстановления таких земель и их возвращение в устойчивый хозяйственный оборот остается актуальной задачей. Предложен способ восстановления растительного покрова на нарушенных территориях. Преимущества полученного заявленным способом продукта:

1) отсутствие токсикологических характеристик полученных экспериментальных образцов разработанных составов искусственных почвенных смесей;

2) повышение биологических показателей посевов в сравнении с контрольной группой, а, следовательно, эффективность реставрационно-ландшафтного восстановления территории;

3) сокращение сроков реставрационно-ландшафтного восстановления территории;

4) снижение стоимости материала для изготовления искусственной почвосмеси по предлагаемому способу за счет снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду путем вовлечения в повторный технологический цикл;

5) утилизация отходов (минуя их сжигание или размещение на полигонах твердых бытовых отходов) снижает антропогенную нагрузку на окружающую среду и позволяет вовлекать их повторно в технологический цикл, что способствует созданию мало- и безотходных технологий.

Список литературы

1. Remote Sensing of Soil Degradation: Progress and Perspective / J. Wang, J. Zhen, W. Hu [et al.] // International Soil and Water Conservation Research. – 2023. – Vol. 11, No. 3. – P. 429 – 454. doi: 10.1016/j.iswcr.2023.03.002

2. Study and Evaluation of the Effects of Vegetation Cover Destruction on soil Degradation in Middle Guinea through the Application of Remote Sensing and Geotechnics / I. D. Diallo, C. Darraz, A. Tilioua, A. Alali, and D. Sidibe // *Heliyon*. – 2024. – Vol. 10(23556). – 22 p. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e23556
3. Life Cycle Assessment and Cost-Benefit Analysis of Nature-Based Solutions for Contaminated Land Remediation: A Mini-Review / K. Alshehri, Z. Gao, M. J. Harbottle, D. Sapsford, P. J. Cleall // *Heliyon*. – 2023. – Vol. 9, No. 9. – P. e20632. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e20632
4. Утилизация гипсосодержащих и органических отходов с получением органоминеральных удобрений / Е. А. Пендюрин, В. С. Воропаев, Т. Б. Никуличева, И. С. Никулин, Н. И. Алфимова // *Экология и промышленность России*. – 2022. – Т. 26, № 9. – С. 14 – 19. doi: 10.18412/1816-0395-2022-9-14-19
5. Technological and Economic Analysis of Electrokinetic Remediation of Contaminated Soil: A Global Perspective and its Application in Indian Scenario / J. Akansha, S. Thakur, M. S. Chaithanya, B. S. Gupta, S. Das, B. Das, N. Rajasekar, K. Priya // *Heliyon*. – 2024. – Vol. 10, No. 2. – P. e24293. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24293
6. Даниленко, Е. П. Рекультивация нарушенных земель и устранение накопленного вреда окружающей среде города Белгород / Е. П. Даниленко, А. А. Акулова, О. Н. Барышенская // *Вектор ГеоНаук*. – 2020. – Т. 3, № 1. – С. 62 – 70. doi: 10.24411/2619-0761-2020-10007
7. Пендюрин, Е. А. Использование искусственной почвосмеси для восстановления нарушенных территорий / Е. А. Пендюрин, А. В. Святченко, Н. Ю. Кирюшина // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. – 2022. – № 2(34). – С. 130 – 136.
8. Пат. № 2546155 С1 МПК С09К 17/40(2006.01). Материал для биологической рекультивации нарушенных земель / Калинина Е. В., Вайсман Я. И., Рудакова Л. В. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». – № 2013149774/05; заявл. 06.11.2013; опубл. 15.04.2015, Бюл. № 10. – 8 с.
9. Пат. № 2484613 С-2 Способ создания почвенно-растительного покрова при рекультивации нарушенных земель / Иванова Л. А., Кременецкая М. В., Горбачева Т. Т., Иноземцева Е. С., Корытная О. П.; заявитель и патентообладатель Учреждение РАН «Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН. – № 2011127453/13; заявл. 04.07.2011; опубл. 20.06.2013, Бюл. №17. – 9 с.
10. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. Методические рекомендации МР 2.1.7.2297-07. – Текст: электронный. URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/52/52957/index.htm/ (дата обращения: 01.02.2024).

References

1. Wang J., Zhen J., Hu W., Chen S., Lizaga I., Zeraatpisheh M., Yang X.-D. Remote Sensing of Soil Degradation: Progress and Perspective, *International Soil and Water Conservation Research*, 2023, vol. 11, no. 3, pp. 429-454. doi: 10.1016/j.iswcr.2023.03.002
2. Diallo I.D., Darraz C., Tilioua A., Alali A., Sidibe D. Study and Evaluation of the Effects of Vegetation Cover Destruction on soil Degradation in Middle Guinea through the Application of Remote Sensing and Geotechnics, *Heliyon*, 2024, vol. 10, pp. e23556, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e23556
3. Alshehri K., Gao Z., Harbottle M.J., Sapsford D., Cleall P.J. Life Cycle Assessment and Cost-Benefit Analysis of Nature-Based Solutions for Contaminated

Land Remediation: A Mini-Review, *Heliyon*, 2023, vol. 9, no. 9, pp. e20632. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e20632

4. Pendyurin Ye.A., Voropayev V.S., Nikulicheva T.B., Nikulin I.S., Alfimova N.I. [Recycling of gypsum-containing and organic waste to produce organomineral fertilizers], *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], 2022, vol. 26, no. 9, pp. 14-19. doi: 10.18412/1816-0395-2022-9-14-19 (In Russ., abstract in Eng.)

5. Akansha J., Thakur S., Chaithanya M.S., Gupta B.S., Das S., Das B., Rajasekar N., Priya K. Technological and Economic Analysis of Electrokinetic Remediation of Contaminated Soil: A Global Perspective and its Application in Indian Scenario, *Heliyon*, 2024, vol. 10, no. 2, pp. e24293. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24293

6. Danilenko Ye.P., Akulova A.A., Baryshenskaya O.N. [Reclamation of disturbed lands and elimination of accumulated harm to the environment of the city of Belgorod], *Vektor GeoNauk* [Vector GeoScience], 2020, vol. 3, no. 1, pp. 62-70. doi: 10.24411/2619-0761-2020-10007 (In Russ., abstract in Eng.)

7. Pendyurin Ye.A., Svyatchenko A.V., Kiryushina N.Yu. [Use of artificial soil mixture for restoration of disturbed territories], *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy* [Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects], 2022, no. 2(34), pp. 130-136. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Kalinina Ye.V., Vaysman Ya.I., Rudakova L.V. *Material dlya biologicheskoy rekul'tivatsii narushennykh zemel'* [Material for biological reclamation of disturbed lands], Russian Federation, 2008, Pat. 2546155. (In Russ.)

9. Ivanova L.A., Kremenetskaya M.V., Gorbacheva T.T., Inozemtseva Ye.S., Korytnaya O.P. *Sposob sozdaniya pochvenno-rastitel'nogo pokrova pri rekul'tivatsii narushennykh zemel'* [Method for creating soil and vegetation cover during reclamation of disturbed lands], Russian Federation, 2008, Pat. 2484613. (In Russ.)

10 available at: http://www.infosait.ru/norma_doc/52/52957/index.htm/ (accessed 01 February 2024).

Restoration and Landscape Restoration of Disturbed Territories

**E. A. Pendyurin, Zh. A. Sapronova,
A. V. Svyatchenko, V. A. Zdorovtsov**

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

Keywords: geogrid; disturbed lands; soil mixture; restoration method.

Abstract: The authors propose a method for restoring vegetation in disturbed areas, reducing the cost of material and expanding raw materials for its production by reducing the anthropogenic load on the environment by involving waste in a repeated technological cycle, as well as reducing the cost of work in a short time through the use of a volumetric geogrid filled with artificial soil mixture. This method will not only help restore natural resources and ecosystems, but also improve the quality of life of the local population, reducing the negative impact of industrial production on the environment.

© Е. А. Пендюрин, Ж. А. Сапронова,
А. В. Святченко, В. А. Здоровцов, 2024

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОДЕИОНИЗАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ОТ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ

**О. С. Филимонова, И. В. Хорохорина,
С. И. Лазарев, К. В. Брянкин**

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

Ключевые слова: очистка сточных вод; плотность тока; соединения шестивалентного хрома; электродеионизация; электропроводность.

Аннотация: Приведен обзор по обоснованию выбора процесса электродеионизации как процесса очистки промышленных сточных вод от хромсодержащих соединений. Рассмотрены теоретические аспекты процесса электродеионизации, приведены методика, экспериментальная мембранная ячейка и установка для исследования вольт-амперных характеристик. Исследованы изменение плотности тока от напряжения в процессе электродеионизации при очистке хромсодержащих сточных вод, значения электропроводности при различных показаниях плотности тока.

Введение

Быстрый рост химической промышленности приводит к увеличению количества сточных вод, которые требуют глубокой очистки. К тому же усиливается потребность в сверхчистой воде для технологических процессов. Гальваническое производство принято считать едва ли не самым опасным из-за образования сточных вод, содержащих тяжелые металлы в ионной форме, которые, попадая в природные водные объекты, замедляют процессы естественного самоочищения и вызывают необратимые изменения природных экосистем [1]. Попадая в биогеохимический цикл, они

Филимонова Ольга Сергеевна – аспирант кафедры «Механика и инженерная графика», ассистент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: filimonovaos2017@mail.ru; Хорохорина Ирина Владимировна – доктор технических наук, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды»; Лазарев Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Механика и инженерная графика»; Брянкин Константин Вячеславович – доктор технических наук, профессор кафедры «Химия и химические технологии», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

крайне редко покидают его. В основном обработка сточных вод заключается в изменении заряда ионов, которые подвержены последующему повторному окислению/восстановлению в водных объектах. Следовательно, проблема остается нерешенной.

К числу тяжелых металлов относится хром. Он используется в гальванических процессах для хромирования, хроматирования, травления, так как является переходным металлом и считается химически инертным из-за образования на его поверхности прочной тонкой пленки оксида. Хром не окисляется на воздухе даже в присутствии влаги, а при нагревании окисление происходит только на поверхности.

Использование данного металла в гальванической промышленности имеет негативные последствия для окружающей среды, поскольку в сточных водах содержатся растворимые соединения хрома, особенно шестивалентного, такие как HCrO_4^- , CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Они обладают общетоксическими, мутагенными и канцерогенными свойствами. Шестивалентная форма хрома при попадании в организм образует связи с макромолекулами, вызывая иммунную реакцию – экзему, дерматит, а также поражает почки [2].

Цель исследования – литературный обзор методов очистки сточных вод, содержащих соединения хрома, изучение процесса электродеионизации (ЭДИ) при очистке данных стоков, экспериментальное исследование влияния параметров процесса ЭДИ, таких как плотность тока, приложенное напряжение и концентрация растворенных хромсодержащих веществ на электрохимические характеристики процесса электродеионизации.

Обзор методов очистки сточных вод от соединений хрома

В настоящее время для очистки стоков широкое применение находит метод восстановления шестивалентного хрома в трехвалентную форму и осаждение трехвалентного хрома в виде гидроксида. Однако данный технологический процесс достаточно трудоемкий, энергозатратный и при этом остается нерешенным вопрос утилизации осадка, что вызывает потенциальное вторичное загрязнение окружающей среды [3].

Адсорбция также эффективна для удаления Cr (VI), но отработанный адсорбент трудно использовать повторно. Авторами работы [4] проведен анализ способности адсорбентов природного происхождения к поглощению шестивалентного хрома. Установлено, что пемза, как сорбционный природный материал и обработанная поверхностно-модифицированным раствором MgCl_2 , показала высокие выходы регенерации 94,3 и 91,3 % соответственно. Однако существует проблема обрастания и частого засорения адсорбента и, как следствие, необходимость в постоянной его регенерации, что влечет за собой дополнительные затраты.

Ряд электрохимических методов очистки, например, таких как электролиз, имеют ограничения из-за возникновения концентрационной поляризации, что снижает эффективность очищения.

Методы электрокоагуляции, гальванокоагуляции, а также комбинированные имеют такие недостатки, как расход металлических растворимых анодов, пассивация анодов, необходимость больших избытков реагента

(солей железа), большое количество осадка и сложность его обезвреживания, высокая стоимость и дефицит сорбентов, большой расход реагентов для их регенерации и др. [5].

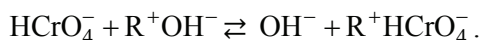
В процессе ионного обмена можно получить сточные воды, соответствующие нормативным требованиям, но процесс экономически невыгоден из-за высокой стоимости химического реагента для регенерации ионообменных смол и невозможности осуществления непрерывного процесса. Таким образом, возникает необходимость в поиске альтернативной технологии для очищения хромсодержащих сточных вод.

Электродеионизация

Электродеионизация (ЭДИ) представляет собой новую технологию, сочетающую ионный обмен и процесс электродиализа. Она включает в себя непрерывную электрохимическую деионизацию воды с использованием ионоселективной мембраны, смеси смол и постоянного напряжения [6]. Ионообменные смолы содержат ионные функциональные группы, которые делают их проводящими.

При электродеионизационной очистке процесс регенерации смол может осуществляться непрерывно без добавления химических реагентов. Это происходит за счет присутствия в растворе ионов H^+ и OH^- вследствие диссоциации воды. Диссоциация воды происходит одновременно внутри ячейки в местах соприкосновения анионо- и катионообменных материалов, тем самым создавая протоны и гидроксильные ионы, которые участвуют в регенерации смолы [7, 8].

При электродеионизации растворов шестивалентного хрома (в составе $HCrO_4^-$, CrO_4^{2-} , $Cr_2O_7^{2-}$) анионы переходят в смолу, а гидроксильные группы из смолы переходят в раствор. Оба процесса основаны на достижении равновесной скорости в соответствии с реакцией



Процесс очистки в ЭДИ состоит из *двух этапов* (рис. 1). *Первый* этап представляет собой процесс, в котором ионы в исходном растворе связываются ионообменными смолами, при этом катионы заменяются ионами H^+ , а анионы – ионами OH^- . На *втором* этапе ионы, связанные со смолами, под действием тока переносятся через поверхности катионообменной (**КОМ**) и анионообменной (**АОМ**) мембран в камеры концентрата.

После того как процесс достигает устойчивого состояния, ионообменные смолы в основном действуют как «ионный мостик», который увеличивает общую проводимость камер для дилуата. Таким образом, в процессе ЭДИ ионообменные смолы играют ключевую роль в обмене ионов в качестве «ионного мостика». Благодаря наличию смол можно свести к минимуму явление концентрационной поляризации, возникающее из-за разницы в скорости миграции ионов из водного основного раствора к границе раздела ионной мембраны и через ее границу раздела [9].

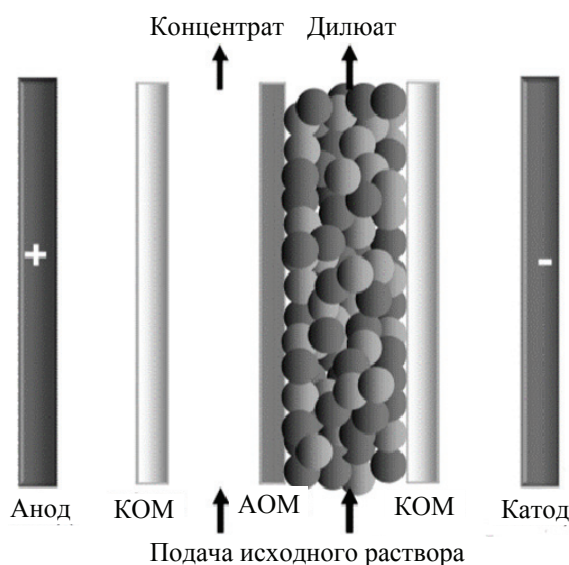


Рис. 1. Схема процесса электродеионизации:

Авторами работы [10] на основании проведенного исследования по очистке сточных вод установлено, что повышение напряжения на модуле электродеионизации увеличивает эффективность регенерации ионообменной смолы, что приводит к снижению ионов хрома в дилуате.

В работе [11] проведено экспериментальное исследование кинетических характеристик электродеионизационного процесса извлечения сульфата кобальта и сульфата кадмия из технологических растворов и разработана методика расчета электродеионизационного аппарата. Расчетами установлено, что энергозатраты на проведение электродеионизации в 10 раз меньше по сравнению с энергозатратами при электродиализе.

Авторы работы [12] экспериментально установили зависимость удельного количества Cr(VI) от плотности тока в процессе электродеионизации. Отмечено, что напряжение на элементе увеличивалось пропорционально приложенному току. На графике, представленном на рис. 2,

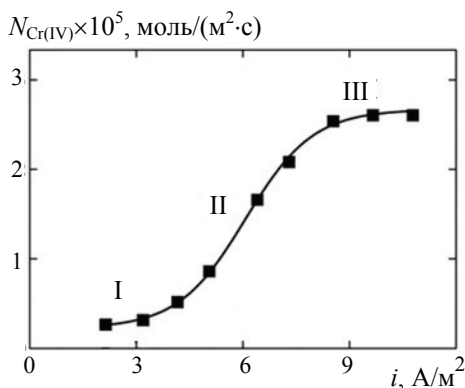


Рис. 2. Изменение удельного количества ионов Cr(VI) в зависимости от плотности приложенного тока

выделены три области: I – медленное увеличение удельного количества ионов хрома; II – резкое их повышение; III – плато скорости переноса при более высоких плотностях тока. Значение pH раствора, исходящего из катодной камеры, также увеличивалось с ростом плотности тока.

В работе [13] авторами проведены исследования по обоснованию требований и выбору электрохимических методов очистки сточных вод предприятий промышленности от тяжелых металлов.

В частности установлено, что при технологии ЭДИ достигается улучшенный перенос ионов по сравнению с другими электрохимическими методами, что позволяет эффективно чистить очень разбавленные растворы благодаря более низкому электрическому сопротивлению и более высоким предельным токам. Оптимальное значение приложенного напряжения приводит к сосуществованию диссоциации воды и электроконвекции в сверхпредельном режиме, что может повысить эффективность процесса. Проблему неоднородных распределений потока можно решить за счет использования пластин из фиксированной смолы.

В работе [14] исследована электродеионизация для удаления и рекуперации Cr(VI) из сточных вод. Ее эффективность сильно зависела от свойств используемых смол. Установлено, что гелевая смола на прочной основе является лучшей среди четырех исследованных распространенных анионообменных смол. Достигнута высокая эффективность удаления и рекуперации. После обработки концентрация Cr(VI) снижена с начальных 40...100 до 0,09...0,4 мг/л.

Авторами [15] проведено сравнение электродеионизации, ионного обмена и электродиализа для удаления Cr(VI) в целях оценки эффективности электродеионизации. Результаты показали, что 99,8 % Cr(VI) эффективно удалено электродеионизацией. Более того, при использовании 15 г смеси смол (катионной и анионной) в соотношении 1 : 1 можно было удалить 98,5 % загрязняющего вещества при приложенном токе 6,6 мА. Схема транспортировки различных ионов, диссоциация воды в камере для разбавления в ходе процесса ЭДИ представлены на рис. 3. Реакция диссоциации воды протекает на границе раздела анионных и катионных материалов с эффектом регенерации смолы.

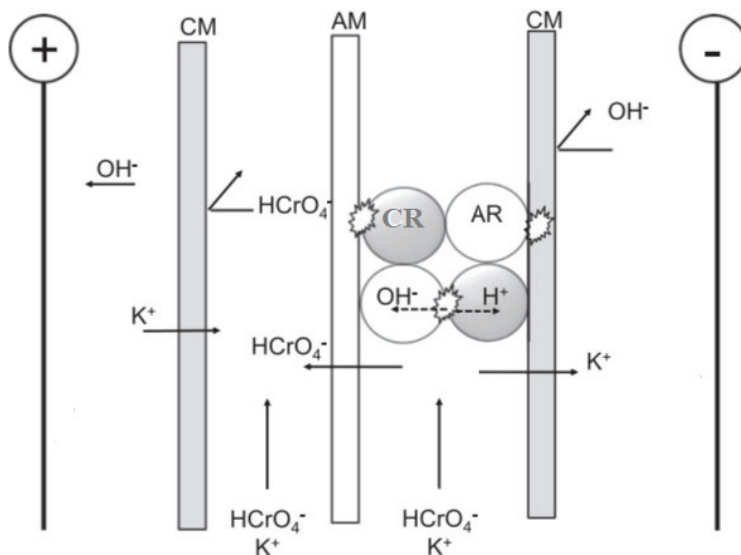


Рис. 3. Схема транспортировки ионов при электродеионизации:
 CM, AM – катионная и анионная мембраны соответственно;
 CR, AR – катионная и анионная смолы соответственно

Экспериментальная часть

Проведены исследования зависимости плотности тока от приложенного напряжения. В качестве модельных растворов, имитирующих промывочную воду линий хромирования, взяты растворы шестивалентного хрома в составе хромата с концентрацией 3 мг/дм^3 , электропроводностью 30 мкСм/см и 15 мг/дм^3 , электропроводностью 92 мкСм/см ; дихромата с концентрацией 3 мг/дм^3 , электропроводностью 14 мкСм/см , и 15 мг/дм^3 электропроводностью 42 мкСм/см .

Эксперимент проводился на установке, представленной на рис. 4.

Конструкция модуля электродеионизационной очистки показана на рис. 5.

Модуль состоит из катода 1, закрепленного на катодной крышке 2, расположенных последовательно ячеек концентрата 3 и дилуата 4, анодной крышки 5, расположенного на ней титанового анода 6. На катод и анод подается постоянный ток в качестве движущей силы. Полость внутри ячеек заполнена смесью ионообменных смол, состоящих из катионита КУ-2-8 и анионита АВ-17-8 в соотношении 40 и 60 % соответственно. Между ячейками расположены ионообменные мембраны. Со стороны катода – МК-40, анода – МА-41П. Подготовка и активация ионообменных мембран осуществлялись по методике, указанной в [10]. Эффективная площадь мембраны 20 см^2 ; толщина ячеек модуля электродеионизации 6 мм; средняя скорость для потоков $0,7 \text{ л/мин}$.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем (см. рис. 4). Исходный раствор, содержащий загрязняющие частицы, с известной концентрацией из резервуаров 1 и 2, подавался насосами 3 и 4 в модуль электродеионизации 5. Регулирование скорости потока происходило расходомерами 6 и 7. Для обеспечения заданных параметров напряжения и плотности тока на электроды подавался ток блоком питания 8.

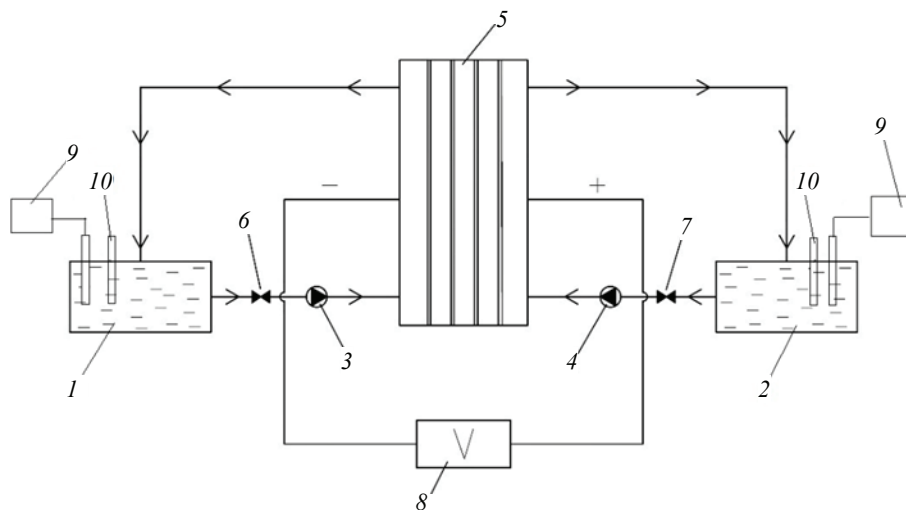
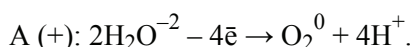
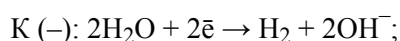


Рис. 4. Схема установки электродеионизации:

1, 2 – резервуары соответственно для исходного раствора (для обессоливания) и концентрата; 3, 4 – насосы соответственно для подачи исходного раствора (для обессоливания) и концентрата; 5 – модуль электродеионизации; 6, 7 – расходомеры; 8 – блок питания; 9 – pH-метр; 10 – кондуктометрический датчик

При этом ионы исходного раствора мигрировали в зависимости от их электрического заряда. Данная миграция контролировалась ионными мембранами как барьером для переноса ионов. Контроль значения pH проводился с помощью pH-метра 9 «Эксперт-001-3.0.1». Измерение электропроводности проводили кондуктометрическим датчиком 10.

В ходе электродеионизации растворов хромата и дихромата проходят следующие реакции:



Анионные мембраны пропускают анион и отталкивают катион, а катионные мембраны пропускают катион и отталкивают анион из-за явления исключения Доннана [16]. Таким образом, создаются два типа камер: одна содержит высокую концентрацию ионов, называемую камерой концентрата, а другая – очень низкую, называемую камерой разбавления (диллюата).

Результаты и их обсуждение

На рисунке 6, а, представлены зависимости плотности тока от приложенного напряжения. На графиках зависимостей видно, что для растворов хромат-ионов с концентрацией 3 мг/л характерно наличие плато на участке от 4...6 В, для концентрации 15 мг/л – 5...8 В. Для дихромат-ионов с концентрацией 3 мг/л – 6...8 В, для концентрации 15 мг/л – 7...9 В. Далее плотность тока во всех случаях экспоненциально возрастает с увеличением приложенного напряжения. Оптимальной зоной для эффективного удаления загрязнения является интервал напряжения от 5 до 21 В.

Также наблюдается пороговое напряжение диссоциации воды для всех растворов в среднем 25 В. При этом происходит непрерывная регенерация смол ионами водорода и гидроксид-ионами.

На рисунке 6, б, представлены графики изменения электропроводности растворов в камере диллюата в зависимости от плотности тока.

Высокое значение электропроводности растворов на начальном этапе очистки при низкой плотности тока обусловлено недостаточной скоростью миграции ионов Cr (VI) из камеры разбавления в анодную камеру.

По мере увеличения плотности тока скорость миграции увеличивалась, а электропроводность растворов сточных вод соответственно снижалась. Для хромат-ионов концентрацией 3 мг/л на участке от 5,8 до 20,3 А/м², концентрацией 15 мг/л на участке от 4,3 до 16 А/м²; для дихромат-ионов концентрацией 3 мг/л на участке от 4,3 до 14,9 А/м² и концентрацией 15 мг/л на участке от 4,3 до 18,6 А/м² наблюдается интенсивное снижение электропроводности вследствие активного переноса ионов.

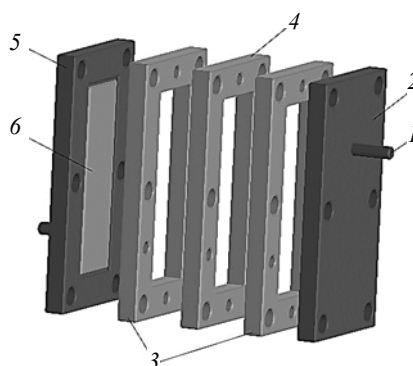


Рис. 5. Конструкция модуля электродеионизационной очистки

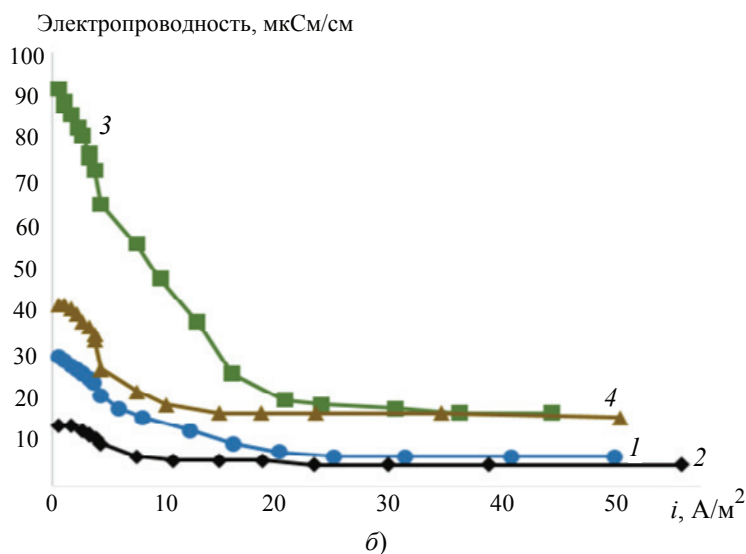
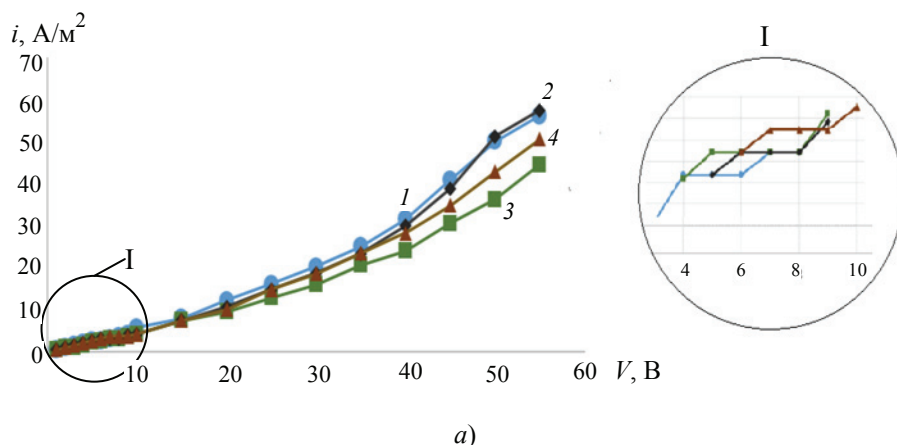


Рис. 6. Зависимости плотности тока от приложенного напряжения (а) и значения электропроводности растворов от плотности тока (б) для растворов хромат-ион (1, 3) и дихромат-ион (2, 4) при различных концентрациях: 1, 2 – 3 мг/л; 3, 4 – 15 мг/л

Закключение

Рассмотрено теоретико-экспериментальное применение процесса электродеионизации в методах очистки промышленных растворов от хромосодержащих соединений. Проведены экспериментальные исследования вольт-амперных характеристик электродеионизационной очистки модельных растворов шестивалентного хрома различных концентраций, имитирующих сточные воды гальванического производства. Установлено, что оптимальным напряжением для очистки является интервал от 5 до 20 В, по плотности тока – в среднем от 4,3 до 20,3 A/m^2 , так как на данном участке интенсивнее падает электропроводность растворов.

Список литературы

1. Martínez, S. A. Removal of Chromium Hexavalent from Rinsing Chromating Waters Electrochemical Reduction in a Laboratory Pilot Plant / S. A. Martínez, M. G. Rodríguez, R. Aguilar, G. Soto // *Water Science & Technology*. – 2004. – Vol. 49, No. 1. – P. 115 – 122. DOI: 10.2166/wst.2004.0034
2. Agrawal, A. Remediation Options for the Treatment of Electroplating and Leather Tanning Effluent Containing Chromium – a Review / A. Agrawal, V. Kumar, B. D. Pandey // *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*. – 2006. – Vol. 27, No. 2. – P. 99 – 130. DOI: 10.1080/08827500600563319
3. Каратаев, О. Р. Очистка сточных вод от ионов шестивалентного хрома / О. Р. Каратаев, Е. С. Кудрявцева, И. Х. Мингазетдинов // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2014. – Т. 17, № 2. – С. 52 – 54.
4. Potential of Waste Pumice and Surface Modified Pumice for Hexavalent Chromium Removal: Characterization, Equilibrium, Thermodynamic and Kinetic Study / M. Sepehr, A. Amrane, K. A. Karimaian, M. Zarrabi, H. R. Ghaffari // *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. – 2014. – Vol. 45, Is. 2. – P. 635 – 647. DOI: 10.1016/j.jtice.2013.07.005
5. Шестаков, И. Я. Очистка воды от ионов хрома в диафрагменном электролизёре / И. Я. Шестаков, Е. А. Васильева, И. А. Ремизов // *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева*. – 2016. – Т. 17, № 2. – С. 498 – 501.
6. Rath, B. S. A review on recent advances in electrodeionization for various environmental applications / B. S. Rath, P. S. Kumar, R. Parthiban // *Chemosphere*. – 2022. – Vol. 289, No. 4. – P. 133223. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.133223
7. Пат. US 6,241,867 В1 США, 09/442,525. Устройство для электродеионизации / Леон Мир. - №204/632; 204/633; 521/27; заявл. 18.11.1999; опубл. 05.06.2001.
8. Dündar O. A., Özgür Arar, Müşerref Arda, Removal of Bromate Ions from Aqueous Solutions Via Electrodeionization // *Environmental Pollution*. – 2023. – Vol. 339. – P. 122726. DOI: 10.1016/j.envpol.2023.122726
9. Мулдер, М. Введение в мембранную технологию / М. Мулдер; пер. с англ. А. Ю. Алентьева, Г. П. Ямпольской; под ред. Ю. П. Ямпольского и В. П. Дубяги. – М.: Мир, 1999. – 513 с.
10. Михайлин, М. И. Исследование вольт-амперных характеристик процесса электродеионизации промывочных вод / М. И. Михайлин, И. В. Хорохорина, С. И. Лазарев // *Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент: материалы XIII Междунар. науч.-иннов. молодежной конф. (Тамбов, 11–12 ноября 2021 г.)*. – Тамбов: ТГТУ, 2021. – С. 171 – 174.
11. Извлечение тяжелых металлов из промывочных вод гальванических производств и методика расчета электродеионизационного аппарата / С. И. Лазарев, И. В. Хорохорина, М. И. Михайлин, О. С. Филимонова // *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. – 2023. – № 2. – С. 45 – 48.
12. Изменение удельного потока ионов хрома в процессе электродеионизационной очистки промышленных растворов / О. С. Филимонова, И. В. Хорохорина, С. И. Лазарев, М. И. Михайлин // *Теоретические и прикладные аспекты электрохимических процессов и защита от коррозии: материалы I Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Казань, 20 – 23 ноября 2023 г.)*. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2024. – С. 103 – 104.
13. Очистка сточных вод промышленных производств от солей тяжелых металлов / А. А. Демидов, В. А. Пашинин, Е. А. Полянская [и др.] // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. – 2021. – Т. 10, № 4(56). – С. 220 – 225.
14. Xing Y., Chen X., Yao P., Wang D. Continuous Electrodeionization for Removal and Recovery of Cr(VI) from Wastewater // *Separation and Purification*

Technology. – 2009. – Vol. 67, No. 2. – P. 123 – 126. DOI: 10.1016/J.SEPPUR.2009.03.029

15. Alvarado, L. Electrodeionization: Principles, Strategies and Applications / L. Alvarado, A. Chen // *Electrochimica Acta*. – 2014. – Vol. 132. – P. 583 – 597.

16. The Production of High Purity Water by Continuous Electrodeionization with Bipolar Membranes: Influence of the Anion-Exchange Membrane Permselectivity / A. Grabowski, G. Zhang, H. Strathmann, G. Eigenberger // *Journal of Membrane Science*. – 2006. – Vol. 281, No. 1–2. – P. 297 – 306.

References

1. Martinez S.A., Rodriguez M.G., Aguilar R., Soto G. Removal of hexavalent chromium from washing chromating waters by electrochemical reduction at an experimental laboratory facility, *Water Science. Technology*, 2004, vol. 49, no. 1, pp. 115-122. DOI: 10.2166/wst.2004.0034

2. Agrawal A., Kumar V., Pandey B.D. Wastewater recovery options for electroplating and tanning leather containing chromium – review, *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 2006, vol. 27, no. 2, pp. 99-130. DOI: 10.1080/08827500600563319

3. Karataev O.R., Kudryavtseva E.S., Mingazetdinov I.H. [Wastewater treatment from hexavalent chromium ions], *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2014, vol. 17, no. 2, pp. 52-54. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Sepehr M., Amrane A., Karimaian K.A., Zarrabi M., Ghaffari H.R. Potential of waste pumice and surface modified pumice for hexavalent chromium removal: Characterization, equilibrium, thermodynamic and kinetic study, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2014, vol. 45, is. 2, pp. 635-647. DOI: 10.1016/j.tice.2013.07.005

5. Shestakov I.Ya., Vasilyeva E.A., Remizov I.A. [Purification of water from chromium ions in a diaphragm electrolyzer], *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. akademika M. F. Reshetneva* [Bulletin of the Siberian State Aerospace University. academician M.F. Reshetnev], 2016, vol. 17, no. 2, pp. 498-501. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Rath B.S., Kumar P.S., Parthiban R. Review of recent achievements in the field of electrodeionization for various environmental applications, *Chemosphere*, 2022, vol. 289, no. 4, pp. 133223. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.133223

7. Pat. US 6,241,867 B1 SSHA, 09/442,525. *Radio communication device*, Len Mir. No. 204/632; 204/633; 521/27; head. 11/18/1999; publ. 06/05/2001.

8. Dündar O. A., Özgür Arar, Müşerref Arda, Removal of Bromate Ions from Aqueous Solutions Via Electrodeionization, *Environmental Pollution*, 2023, vol. 339, pp. 122726. DOI: 10.1016/j.envpol.2023.122726

9. Mulder M. *Introduction to membrane technology*, Moscow: Mir, 1999, 513 p. (In Russ.)

10. Mikhailin M.I., Khorokhorina I.V., Lazarev S.I. [Modern solid-phase technologies: theory, practice and innovative management], *Sovremennyye tverdogaznyye tekhnologii: teoriya, praktika i innovatsionnyy menedzhment: materialy XIII Mezhdunar. nauch.-innov. molodezhnoy konf.* [Proceedings of the XIII Scientific and Innovative International Youth Conference], (Tambov, November 11-12, 2021), Tambov, 2021, pp. 171-174. (In Russ.)

11. Lazarev S.I., Khorokhorina I.V., Mikhaylin M.I., Filimonova O.S. [Extraction of heavy metals from the washing waters of galvanic productions and the calculation method of the electrodeionization apparatus], *Khimicheskoye i neftegazovoye mashino-*

stroyeniye [Chemical and oil and gas engineering], 2023, no. 2, pp. 45-48. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Filimonova O.S., Khorokhorina I.V., Lazarev S.I., Mikhailin M.I. *Teoreticheskiye i prikladnyye aspekty elektrokhimicheskikh protsessov i zashchita ot korrozii : materialy I Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiyem* [Theoretical and applied aspects of electrochemical processes and corrosion protection: materials I All-Russian. scientific conf. with international participation] (Kazan, November 20-23, 2023), Kazan, 2024, pp. 103-104. (In Russ.)

13. Demidov A.A., Pashinin V.A., Polyanskova E.A. [et al.]. [Purification of industrial wastewater from heavy metal salts], *XVI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [XXI century: results of the past and problems of the present plus], 2021, vol. 10, no. 4(56), pp. 220-225. (In Russ., abstract in Eng.)

14. Xing Y., Chen X., Yao P., Wang D. Continuous Electrodeionization for Removal and Recovery of Cr(VI) from Wastewater, *Separation and Purification Technology*, 2009, vol. 67, no. 2, pp. 123-126. DOI: 10.1016/J.SEPUR.2009.03.029

15. Alvarado L., Chen A. Electrodeionization: Principles, Strategies and Applications, *Electrochimica Acta*, 2014, vol. 132, pp. 583-597.

16. Grabowski A., Zhang G., H Strathmann., Eigenberger G. The Production of High Purity Water by Continuous Electrodeionization with Bipolar Membranes: Influence of the Anion-Exchange Membrane Permselectivity, *Journal of Membrane Science*, 2006, vol. 281, no. 1-2, pp. 297-306.

Research on Volt-Ampere Characteristics in the Process of Electrodeionization Purification of Industrial Solutions from Chromium-Containing Substances

O. S. Filimonova, I. V. Khorokhorina, S. I. Lazarev, K. V. Bryankin

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: wastewater treatment; current density; hexavalent chromium compounds; electrodeionization; electrical conductivity.

Abstract: The paper justifies the choice of the electrodeionization process as a process for purifying industrial wastewater from chromium-containing compounds. The theoretical aspects of the electrodeionization process are considered; the methodology, experimental membrane cell and installation for studying current-voltage characteristics are presented. The change in current density as a function of voltage during the process of electrodeionization during the treatment of chromium-containing wastewater, and the value of electrical conductivity at various current density readings were studied.

© О. С. Филимонова, И. В. Хорохорина,
С. И. Лазарев, К. В. Брянкин, 2024

УДК 332.024.3

DOI: 10.17277/voprosy.2024.02.pp.064-074

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В. В. Безпалов, Р. В. Жариков, С. А. Кучерявенко

*ФГБОУ ВО «Российский экономический университет
им. Г. В. Плеханова», Москва, Россия; ФГБОУ ВО «Тамбовский
государственный технический университет», Тамбов, Россия;
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет», Белгород, Россия*

Ключевые слова: анализ макроэкономических показателей; длительность производственного цикла; локализация производства; санкционное давление; система экономической безопасности; экономическая безопасность.

Аннотация: Представлен анализ ряда макроэкономических показателей, характеризующих ситуацию в экономике. Предложены общие подходы к выстраиванию алгоритма управления рисками организации, а также этапы построения комплексной системы экономической безопасности предприятия (организации) в современных сложившихся условиях.

Введение

Хозяйствующие субъекты стараются обеспечить свою экономическую безопасность в целях сохранения доли рынка, бизнеса, квалифицированных сотрудников и положительных показателей экономического роста организации. Однако в условиях сложившихся беспрецедентных санкций на Российскую Федерацию со стороны США и западных европейских стран, выполнение вышеуказанных задач становится гораздо сложнее из-за использования нетрадиционного сырья, поиска новых парт-

Безпалов Валерий Васильевич – доктор экономических наук, профессор кафедры национальной и региональной экономики, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова», г. Москва, Россия; Жариков Роман Викторович – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Экономическая безопасность и качество», e-mail: shriad@mail.ru, ТамбГТУ, Тамбов, Россия; Кучерявенко Светлана Алексеевна – кандидат экономических наук, доцент, директор Центра менеджмента качества НИУ «БелГУ», ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия.

неров и логистических маршрутов, увеличения цикла оборачиваемости и других экономических показателей деятельности организации. В исследовании представлен анализ ряда макроэкономических показателей, характеризующих ситуацию в экономике, предложены общие подходы к выстраиванию алгоритма управления рисками организации, а также этапы построения комплексной системы экономической безопасности предприятия (организации) в современных сложившихся условиях [1].

Сегодня многие предприятия реального сектора экономики ощутили на себе давление санкций. Все больше становится очевидным, что настало время уделить пристальное внимание всем хозяйствующим субъектам на уровне законодательной составляющей, защищая все сектора экономики не просто на словах об импортозамещении, но и гарантируя им внеконкурентные преимущества [2]. Речь идет о том, что, с одной стороны, декларируется вектор на поддержку промышленных предприятий с учетом приоритетных задач в сферах материального производства на развитие отечественных предприятий и расширенное воспроизводство, при этом не обращая внимание на то, как конкуренты из дружественных стран «наступают нам на пятки» [3]. Все прекрасно понимают, что заявленные приоритетные направления в государственной стратегии являются в корне правильными и верными, а соответственно, все государственные институты должны быть нацелены на их достижение [4]. Это должно достигаться не только на региональном уровне (регион не в силах решить все возникающие проблемы), но и на законодательном.

Необходимо пояснить, что почти все предприятия с учетом санкционного давления и выхода из глобальных экономических отношений сталкиваются с тем, что им становятся недоступны более дешевые кредиты в иностранной валюте, приходится в корне менять логистику поставок комплектующих, порой менять полностью свою продукцию под новые (альтернативные) комплектующие, а также рассматривать возможности использовать на этапах передела новые виды сырья и материалов [5]. Все это, несомненно, требует абсолютно иных подходов к менеджменту качества в процессе производства, а также проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (**НИОКР**) в целях избежать падения качественных параметров продукции, а также возможности удерживать клиентскую базу и рынок сбыта. Естественно, что появившаяся крайняя необходимость в проведении НИОКР, а зачастую, и в разработке нового вида продукции – изделия с применением иного сырья, материалов и комплектующих, никак не может снижать себестоимость продукции. В свою очередь, ценовая политика и ее структура – весьма чувствительные факторы, отвечающие за спрос и предложение на рынке [6].

Методика исследования

На современном этапе государственное внимание и заботу должны получать не только малый бизнес, но крупные компании, так как именно они являются градообразующими предприятиями и несут значимую социальную нагрузку, обеспечивая занятость и доходность населения, что в значительной мере позволяет не допускать в регионах и в целом по стра-

не социальной напряженности [7]. Пожалуй, все понимают, что малый бизнес может существовать лишь сателлитом крупного. И только крупный бизнес и объединение предприятий способны на синергетический эффект от масштабов производства, позволяя себе дорогостоящие НИОКР и содержание лабораторий, отраслевые научно-исследовательские институты (НИИ), продлевая жизненные циклы продукции, прибегая к апгрейдам и модернизации, а также разработку новых видов продукции на инновационных технологиях.

По существу, только крупный бизнес способен к научно-техническому прогрессу, коммерциализации открытий фундаментальной науки посредством их приложений в производстве в различных отраслях. Становится очевидным, что в России на современном этапе антиглобализации необходимо уделить пристальное внимание именно производственным процессам на крупных предприятиях и объединениях, помогая и законодательно защищая их, чтобы те новые возможности, которые появились в отечественной экономике, способствовали росту отечественного производства, производительности труда и занятости населения, а не превратились в новую зависимость экономики России!

Сегодня многие производители практически всех отраслей констатируют тот факт, что существует необходимость перехода на новые виды сырья и материалов, другие стандарты по комплектующим, что в значительной степени может на первых этапах снижать производительность труда, увеличивать длительность циклов оборачиваемости и потребность в объемах оборотного капитала. Парадокс заключается в том, что поднятие ставки рефинансирования Банком России не только никак не способствует стратегическим задачам развития экономики и экономическому росту, так как снижение инфляции, на которую делает акцент Центробанк, не входит в вышеназванные пункты стратегического развития, да и снижение инфляционных процессов носит весьма недолгосрочный эффект [8].

Что же касается ситуации в ряде отраслей, то здесь это можно проиллюстрировать на легкой промышленности России, в которой в России официально занято порядка 295 тыс. человек, а с уходом западных компаний их число снизилось. Например, по данным телевизионного канала РБК, в Индии в данной сфере занято более 45 млн работников, что в 158 раз больше, чем в легкой промышленности РФ, в Китае – в 1,5 раза больше, чем в Индии. Поэтому можно констатировать тот факт, что в данной отрасли нет импортозамещения. Продемонстрируем на других примерах, которые отражают степень незащищенности отечественного производителя от конкуренции других дружественных стран: у нас стала полностью невыгодна переработка кожи, шерсти, льна, хлопка и других видов сырья легкой промышленности, так как производители имеют на вооружении технологии пятидесятилетней давности, а обновление основных фондов нереально с такой ставкой рефинансирования, таким положением в отечественном станкостроении, когда порой станки приобретаются в Северной Корее (разработки станков с ЧПУ времен СССР, доработанные на элементной базе КНР), с такой цикличностью производства и его локализацией. Можно сделать логический вывод, что должны быть не просто

заявленные пункты в стратегии развития экономики, но и целые государственные программы по восстановлению отраслей народного хозяйства [9]. К сожалению, ни Китай, ни Индия, ни какие-либо другие дружественные страны не заинтересованы в этом, им выгодна наша «болезнь Гронингена» и экономическая зависимость по ряду отраслей! Иллюзии по самозанятости и малому бизнесу не будут способствовать научно-техническому прогрессу и глобальному росту экономики, это лишь способ временно снизить социальную напряженность и вывести из тени структуру доходности населения России [10]. Кто точно способен реально наполнить бюджет страны – так это только крупный сектор экономики.

На государственном уровне необходимы беспрецедентные срочные меры по законодательной защите производственных секторов экономики России во всех отраслях. Сегодня проигрыш в крупном конкурсе (тендере) отечественного производителя может привести не только к потере рабочих мест, но и социальной напряженности в регионе, процессам внутренней и внешней миграции населения в поисках работы и дохода, неравномерному распределению населения и производства на территории России, и без того неравномерно заселенной, вымиранию населенных пунктов не только в сельской местности, но и в малых городах, а также к негативным процессам урбанизации.

Например, когда по причине санкций, и как следствие, отсутствия ряда комплектующих фирм Bosch и Siemens по высокоатмосферной топливной аппаратуре, чипов и бортовых компьютеров, пришлось остановить конвейер, якобы полностью отечественного автомобиля LadaVesta со 100%-м отечественным двигателем ВАЗ-21129! Все это говорит об отсутствии локализации производства и замкнутости цикла, и, как следствие, о потере экономической безопасности на национальном уровне.

Что касается обратного эффекта от санкций европейских стран, то можно констатировать примеры локализации производства в третьих странах. Так, например, Volkswagen из-за дороговизны сырья объявил о вынужденной локализации производства в КНР.

Необходимо отметить, что в современных условиях экстенсивный рост экономики возможен только за счет привлечения мигрантов, так как демографическая составляющая по ряду причин находится на очень низком уровне и по всей стране наблюдается кадровый голод. Интенсивный же рост экономики возможен посредством перехода на инновационные методы организации производства с применением высокотехнологичной механизации, автоматизации и цифровизации (компьютеризации) [11]. Авторами проведен анализ динамики ряда показателей за 15 лет, что отражено в табличных значениях и на графиках соответственно.

Если рассмотрим по экстремумам все значения показателей ставки рефинансирования в приведенной табл. 1, то соответственно получим следующий за табличными значениями график (рис. 1) [12].

Аналогичным образом по показателям экстремумов проанализируем значения изменений в валовом внутреннем продукте (**ВВП**) страны (табл. 2, рис. 2) [12].

Следующий показатель – уровень инфляции, так как все действия Банка России в первую очередь нацелены на снижение данной макроэкономической составляющей, поэтому весьма интересен эффект воздействия ставки рефинансирования на эпюры графика инфляции (табл. 3, рис. 3) [13].

В целях анализа долгосрочного воздействия на показатели занятости населения проведен графический анализ показателей безработицы за вышеуказанный период (табл. 4, рис. 4) [14].

Таблица 1

**Показатели экстремумов
ставки рефинансирования
в период с 2008 – 2023 гг., %**

Год	Ставка рефинансирования
2008	13
2009	9
2010	8
2011	
2012	
2013	5,5
2014	10,5
2015	11,5
2016	10,5
2017	8,25
2018	7,5
2019	6,5
2020	4,5
2021	7,5
2022	8
2023	16

Таблица 2

**Динамика
уровня ВВП в период
с 2008 – 2023 гг., %**

Год	Динамика ВВП
2008	5,2
2009	– 7,8
2010	4,5
2011	4,3
2012	4,0
2013	1,8
2014	0,7
2015	– 2,0
2016	0,2
2017	1,8
2018	2,8
2019	2,2
2020	– 2,7
2021	5,6
2022	– 2,1
2023	3,2



Рис. 1. График динамики ставки рефинансирования за 2008 – 2023 гг.

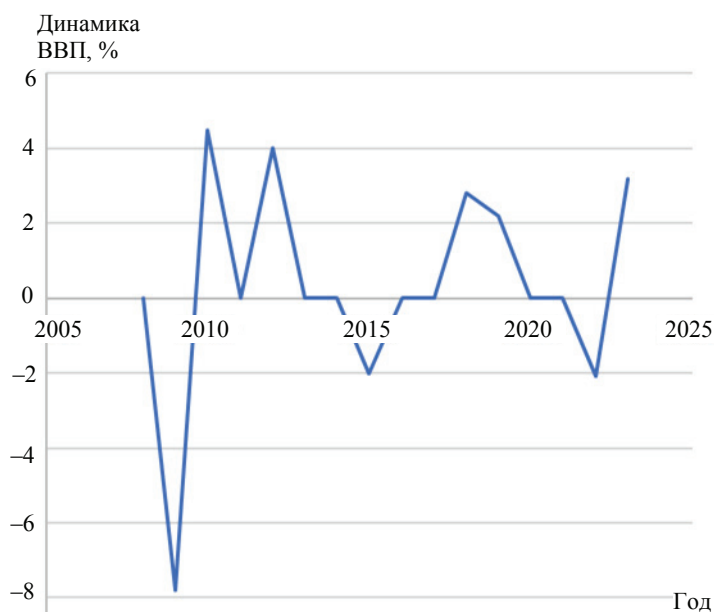


Рис. 2. График динамики ВВП за 2008 – 2023 гг.

Таблица 3

Динамика
уровня инфляции
в период с 2008 – 2023 гг., %

Год	Уровень инфляции
2008	13,28
2009	8,8
2010	8,78
2011	6,1
2012	6,58
2013	6,45
2014	11,36
2015	12,91
2016	5,4
2017	2,5
2018	4,3
2019	3,0
2020	4,9
2021	8,39
2022	11,94
2023	7,5

Таблица 4

Уровень безработицы
в период с 2008 – 2023 гг., %

Год	Совокупный показатель уровня безработицы и потенциальной рабочей силы населения
2008	6,1
2009	8,4
2010	9,4
2011	8,4
2012	7,2
2013	7,2
2014	6,8
2015	7,2
2016	7,0
2017	6,6
2018	6,2
2019	6,5
2020	7,8
2021	6,4
2022	5,2
2023	3,6

Таким образом, сводная таблица 5 проанализированных макроэкономических показателей за последние 15 лет будет иметь вид, показанный на графиках (рис. 5).



Рис. 3. Динамика уровня инфляции за 2008 – 2023 гг.



Рис. 4. Динамика уровня безработицы за 2008 – 2023 гг.

Таблица 5
Динамика макроэкономических показателей в России за 15 лет, %

Год	Ставка рефинансирования	Динамика ВВП	Уровень инфляции	Совокупный показатель уровня безработицы и потенциальной рабочей силы населения
1	2	3	4	5
2008	13	5,2	13,28	6,10
2009	9	– 7,8	8,80	8,40
2010	8	4,50	8,78	9,40
2011	8	4,3	6,10	8,40
2012	8	4,00	6,58	7,20
2013	5,5	1,8	6,45	7,20

1	2	3	4	5
2014	10,5	0,7	11,36	6,80
2015	11,5	– 2,0	12,91	7,20
2016	10,5	0,2	5,40	7,00
2017	8,25	1,8	2,5	6,60
2018	7,5	2,80	4,30	6,20
2019	6,5	2,20	3,00	6,50
2020	4,5	– 2,7	4,90	7,80
2021	7,5	5,6	8,39	6,40
2022	8	– 2,1	11,94	5,20
2023	16	3,20	7,50	3,60

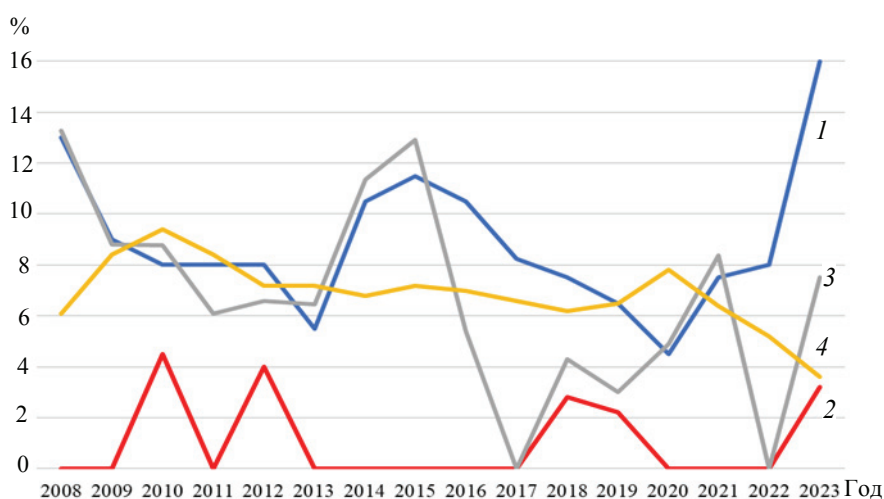


Рис. 5. Динамика макроэкономических показателей в России за 15 лет:

1 – ставка рефинансирования; 2 – динамика ВВП; 3 – уровень инфляции;
4 – совокупный показатель уровня безработицы и потенциальной рабочей силы населения

Заключение

Таким образом, поднятие ставки рефинансирования может лишь в краткосрочном периоде стабилизировать инфляционные процессы и ни в коей мере не способствует росту экономики, так как снижает доступность кредитования для хозяйствующих субъектов, что не позволяет не только вести расширенный вид воспроизводства, но и сохранять имеющиеся сегменты рынка (см. рис. 5, табл. 5). Государству, несомненно, необходимо делать акцент на крупный бизнес, помогая ему в локализации производства и ограничении конкуренции на этапах становления. Сейчас во многих отраслях производства необходимо восстановить отраслевые НИИ, создавая объединения и корпорации для возможного совместного финансирования НИИ и лабораторий, проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в целях создания серийных образцов, что, в свою очередь, будет способствовать созданию заделов для производства. Малый бизнес, как сателлит, станет неотъемлемой частью

производственных процессов, обеспечивая логистику и выполнение несвойственных задач, подобно аутсорсингу.

Реалии показали, что государство не должно полагаться на рынок, который сам отрегулирует экономику «невидимой рукой» по Адаму Смиту, а планировать программы по восстановлению ряда утраченных отраслей, снижая, таким образом, зависимость от Китая и Индии, обеспечивая занятость населения и производя качественную продукцию, нацеленную на бережное отношение к ресурсам и национальную безопасность.

Все это позволит сформировать устойчивый и долгосрочный бизнес-вектор, обеспечивающий локализацию с замкнутым циклом производства продукции и в целом повысить эффективность деятельности отраслей экономики в условиях не только санкционного давления, но и на долгосрочную перспективу.

Список литературы

1. Lev, M. Yu. Modern Trends in Economic Security of the Mobilization Scenario / M. Yu. Lev // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 4, № 5(125). – С. 43 – 57. doi:10.36871/ek.up.p.r.2022.05.04.007
2. Саталкина, Н. И. Повышение интенсификации производственных ресурсов как фактор обеспечения роста экономической безопасности предприятия / Н. И. Саталкина, Б. Нианкойе // Статистические методы исследования социально-экономических и экологических систем региона : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Тамбов, 07–08 декабря 2022 г.). – Тамбов, 2022. – Вып. 5. – С. 151 – 158.
3. Минько, Л. В. Экономическая безопасность России: современные тенденции и перспективы / Л. В. Минько, П. С. Куш // Экономическая безопасность и качество : сб. науч. тр. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. «Статистические методы исследования социально-экономических и экологических систем региона» и материалам V Всерос. форума «Стратегии противодействия угрозам экономической безопасности России» (Тамбов, 08 – 30 ноября 2022 г.). – Тамбов, 2023. – Вып. 1. – С. 412 – 420.
4. Цветков, В. А. Особенности формирования организационно-экономического механизма при кооперации промышленных предприятий / В. А. Цветков, О. В. Бондарская // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 2. – URL: <https://esj.today/PDF/58ECVN223.pdf> (дата обращения: 20.03.2024).
5. Гучетль, Р. Г. Процесс управления финансовыми рисками / Р. Г. Гучетль, И. Ю. Баранова // Исследование социально-экономического развития территорий в условиях санкций и угроз глобальных вызовов : материалы I Всерос. науч.-практ. конф. (Тамбов, 20 – 23 мая 2020 г.). – Тамбов, 2020. – Т. 1, № 1. – С. 148 – 153.
6. Абуханова, А. Т. Анализ безработицы в России / А. Т. Абуханова // Экономика и социум. – 2014. – №2-1(11). – С. 108 – 112.
7. Зуева, М. С. Анализ ВВП России. Импортзамещение / М. С. Зуева, А. А. Ярыгина // Экономика и социум. – 2016. – №6-1(25). – С. 911 – 913.
8. Козырь, Ю. В. Факиры инфляции: качественный анализ / Ю. В. Козырь // Дайджест-финансы. – 2005. – №2(122). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fakiry-inflyatsii-kachestvennyy-analiz> (дата обращения: 17.01.2024).
9. Глущенко, К. П. Анализ официальных и альтернативных оценок инфляции / А. П. Глущенко // Вестник НГУЭУ. – 2015. – №4. – С. 41 – 53.
10. Малышкина, Е. П. Сравнительный анализ эффективности применения банком России ключевой ставки и ставки рефинансирования / Е. П. Малышкина,

Д. А. Минин, О. У. Авис // Экономика и социум. – 2014. – № 3-2(12). – С. 459 – 466.

11. Чуланов, Н. С. Роль ключевой ставки в проведении денежно-кредитной политики Центрального Банка РФ/ Н. С. Чуланов // Форум молодых ученых. – 2018. – № 6-3(22). – С. 613 – 616.

12. Власова, О. В. Глобальная конкурентоспособность российской экономики в контексте сравнения кредитных ставок / О. В. Власова // Иннов. электронный научный журнал. – 2018. – №1(34). – 12 с. – URL : https://elibrary.ru/download/elibrary_32393423_41936929.pdf (дата обращения: 20.03.2024).

13. Орехова, С. В. Обоснование выбора банковской стратегии на основе оценки динамических способностей фирмы / С. В. Орехова // Современная конкуренция. – 2014. – №3(45). – С. 91 – 104.

14. Валикова, Н. С. Правовое регулирование ключевой ставки / Н. С. Валикова // Форум молодых ученых. – 2023. – №1(77). – С. 62 – 65.

References

1. Lev M.Yu. [Modern trends in economic security of the mobilization scenario], *Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya* [Economics and management: problems, solutions], 2022, vol. 4, no. 5(125), pp. 43-57. doi: 10.36871/ek.up.p.r.2022.05.04.007

2. Satalkina N.I., Niankooye B. *Statisticheskiye metody issledovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem regiona : materialy V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Statistical methods for studying socio-economic and environmental systems of the region: materials of the V International. scientific-practical conf.], (Tambov, 07-08 December 2022), Tambov, 2022, issue 5, pp. 151-158. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Min'ko L.V., Kushch P.S. *Ekonomicheskaya bezopasnost' i kachestvo: sb. nauch. tr. po materialam VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Statisticheskiye metody issledovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem regiona" i materialam V Vseros. foruma "Strategii protivodeystviyam ugrozam ekonomicheskoy bezopasnosti Rossii"* [Economic security and quality: Sat. scientific tr. based on materials of the VI International. scientific-practical conf. "Statistical methods for studying socio-economic and environmental systems of the region" and materials of the V All-Russian. forum "Strategies for countering threats to Russia's economic security"], (Tambov, 08-30 November 2022), Tambov, 2023, issue 1, pp. 412-420. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Tsvetkov V.A., Bondarskaya O.V. [Features of the formation of an organizational and economic mechanism in the cooperation of industrial enterprises], *Vestnik yevraziyskoy nauki* [Bulletin of Eurasian Science], 2023, vol. 15, no. 2, available at: <https://esj.today/PDF/58ECVN223.pdf> (accessed 20 March 2024).

5. Guchetl' R.G., Baranova I.Yu. *Issledovaniye sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya territoriy v usloviyakh sanktsiy i ugroz global'nykh vyzovov: materialy I Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Study of the socio-economic development of territories in the context of sanctions and threats of global challenges: materials of the I All-Russian scientific-practical conf.], (Tambov, 20-23 May 2020), Tambov, 2020, vol. 1, no. 1, pp. 148-153. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Abukhanova A.T. [Analysis of unemployment in Russia], *Ekonomika i sotsium* [Economics and Society], 2014, no. 2-1(11), pp. 108-112. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Zuyeva M.S., Yarygina A.A. [Analysis of Russia's GDP. Import substitution], *Ekonomika i sotsium* [Economics and Society], 2016, no. 6-1(25), pp. 911-913. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Kozyr' Yu.V. [Fakirs of inflation: qualitative analysis], *Daydzhest-finansy* [Digest Finance], 2005, no. 2(122), available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/fakiry-inflyatsii-kachestvennyy-analiz> (accessed 17 January 2024).

9. Glushchenko K.P. [Analysis of official and alternative estimates of inflation], *Vestnik NGUEU* [Bulletin of NSUEM], 2015, no. 4, pp. 41-53. (In Russ., abstract in Eng.)
 10. Malyshkina Ye.P., Minin D.A., Avis O.U. [Comparative analysis of the effectiveness of the Bank of Russia's application of the key rate and the refinancing rate], *Ekonomika i sotsium* [Economics and Society], 2014, no. 3-2(12), pp. 459-466. (In Russ., abstract in Eng.)
 11. Chulanov N.S. [The role of the key rate in the implementation of the monetary policy of the Central Bank of the Russian Federation], *Forum molodykh uchenykh* [Forum of young scientists], 2018, no. 6-3(22), pp. 613-616. (In Russ., abstract in Eng.)
 12. Vlasova O.V. [Global competitiveness of the Russian economy in the context of comparison of credit rates], *Innov: elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Innov: electronic scientific journal], 2018, no. 1(34), 12 p. available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_32393423_41936929.pdf (accessed 20 March 2024).
 13. Orekhova S.V. [Justification for choosing a banking strategy based on assessing the dynamic capabilities of the company], *Sovremennaya konkurentsia* [Modern competition], 2014, no. 3(45), pp. 91-104. (In Russ., abstract in Eng.)
 14. Valikova N.S. [Legal regulation of the key rate], *Forum molodykh uchenykh* [Forum of young scientists], 2023, no. 1(77), pp. 62-65. (In Russ., abstract in Eng.)
-

The Economic Security of a Business Entity in Modern Conditions

V. V. Bezpalov, R. V. Zharikov, S. A. Kucheryavenko

*G.V. Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia;
Tambov State Technical University, Tambov, Russia;
Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia*

Keywords: analysis of macroeconomic indicators; production cycle duration; localization of production; sanctions pressure; economic security system; economic security.

Abstract: An analysis of a number of macroeconomic indicators characterizing the situation in the economy is presented; general approaches to building an algorithm for managing the risks of an organization, as well as the stages of building a comprehensive system of economic security of an enterprise (organization) in the current conditions are proposed.

© В. В. Безпалов, Р. В. Жариков, С. А. Кучерявенко, 2024

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБКИХ МЕТОДОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ИТ-СТАРТАПАМ

М. А. Блюм, Н. А. Инькова, А. Д. Краснов

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

Ключевые слова: адаптация гибких методологий управления к стартапам; гибкие методологии разработки проектов; специализированное программное обеспечение для стартапов; стартап.

Аннотация: Гибкие методологии управления (Agile, Scrum, Lean Startup, Kanban, Extreme Programming, Dynamic Systems Development Method) рассмотрены как инструменты, способствующие более успешному управлению ИТ-стартапами. Предложены комбинированный подход к реализации гибких методологий управления проектами и адаптация гибких методологий управления к стартапам на ранних этапах развития. Определены основные подходы к разработке планировщика задач, интегрированного с социальными сетями.

Введение

В современном мире информационных технологий, где динамичные изменения и инновации стали неотъемлемой частью бизнеса, возникла неотложная потребность в эффективных методологиях управления разработкой ИТ-проектов. Исключительное внимание уделяется стартапам, которые, являясь двигателями инноваций и технологического развития, стремятся к быстрому достижению успеха в условиях жесткой конкуренции.

Проведем исследование гибких методологий управления разработкой ИТ-проектов применительно к ИТ-стартапам, которые в современном мире играют значительную роль в создании новых технологий и преобразовании существующих бизнес-моделей.

Гибкие методологии управления, такие как Agile, Scrum, Lean Startup, Kanban, Extreme Programming (XP) и Dynamic Systems Development Method (DSDM), рассматриваются как инструменты, способствующие более успешному управлению ИТ-стартапами. Основанные на идеях колла-

Блюм Марина Анатольевна – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Коммерция и бизнес-информация», e-mail: kibi@tstu.ru; Инькова Наталья Анатольевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Коммерция и бизнес-информация»; Краснов Александр Дмитриевич – магистрант, ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

борации, визуализации процессов, итеративности и непрерывного улучшения, данные методологии предоставляют возможность адаптироваться к быстро меняющимся условиям и минимизировать риски разработки.

Для эффективного управления стартапом исследуемое предприятие ООО «СИМГЕЙТ» активно интегрировало ключевые приемы из различных гибких методологий управления, которые стали неотъемлемой частью рабочего процесса, способствуя адаптации к динамичной природе деятельности и обеспечивая максимальную эффективность.

Сравнение методологий управления

Из методологии *Agile* черпается гибкая основа для управления проектами, что позволяет быстро реагировать на изменения и оставаться гибкими в планировании и выполнении задач. Делается акцент на принципе итераций и проводится спринт-планирование, чтобы определить приоритеты и управлять итерациями. Это особенно полезно в разработке программного обеспечения (ПО), где требования могут меняться быстро. Применение методологии *Agile* позволяет уделять внимание наиболее важным задачам, а также обеспечивать высокую степень прозрачности и участие всей команды.

Из методологии *XP* на предприятии успешно интегрированы практики, такие как парное программирование. Это позволяет не только повысить качество кода, но и улучшить коммуникацию в команде. Парное программирование стимулирует обмен знаниями и опытом между разработчиками, что способствует созданию надежных и высококачественных продуктов. Предприятие придерживается практик тестирования и внедрения изменений в код для обеспечения непрерывной интеграции и доставки.

Из методологии *Kanban* на предприятии успешно интегрируются элементы для управления потоком задач. Задачи визуализированы на доске, что позволяет легко отслеживать и управлять рабочим процессом. Использование ограничения по количеству задач в каждой колонке доски помогает удерживать баланс нагрузки и избегать перегрузок. Это позволяет команде эффективно распределять ресурсы и фокусироваться на наиболее важных задачах.

Из методологии *DSDM* выделили принципы управления качеством и гибкостью и интегрировали в методологию предприятия, на котором активно осуществляется контроль качества на всех этапах разработки, что позволяет достигать высокой степени надежности и производительности. Также поддерживается принцип непрерывного обучения и развития, что способствует гибкости и адаптации к новым вызовам и технологиям [1]. Сравнительная характеристика методологий управления приведена в табл. 1.

Решение предприятия использовать сочетание элементов из различных гибких методологий управления стало ключевым фактором для успешной организации процессов разработки и достижения выдающихся результатов в сфере разработки электронного оборудования и ПО. Эти методологии стали неотъемлемой частью рабочего процесса, обеспечивая гибкость, высокое качество, инновационный потенциал и способствуя стремлению к постоянному совершенствованию.

Таблица 1

Сравнительная характеристика методологий управления

Параметр	Agile	Scrum	Lean Startup	Kanban	XP	DSDM
Четкие роли и обязанности	Среднее (зависит от Agile)	Высокое	Среднее (зависит от Lean)	Среднее (зависит от Kanban)	Среднее (зависит от XP)	Высокое
Сложность внедрения	среднее					
Зависимость от заказчика	Среднее	Низкое	Высокое	Среднее	Низкое	Высокое
Прозрачность	Среднее (зависит от Agile)	Высокое				

Инструменты для управления командой
и планирования проектов

Для эффективной реализации принципов гибких методологий управления в разные периоды времени ООО «СИМГЕЙТ» использовало разнообразные технические средства, которые обеспечивали организацию задач, управление кодом и хранение информации. Каждое из этих средств выбрано с учетом специфики задач и этапов развития компании:

YouGile – один из первых инструментов, который использовался для организации задач и управления проектами. Данный инструмент предоставил возможность создания карточек задач, определения приоритетов, установки сроков выполнения и отслеживания прогресса. YouGile помог внедрить принципы Agile и Kanban, визуализируя рабочий процесс и позволяя команде легко управлять задачами и их статусами [2].

В некоторый период времени также использовался инструмент Trello для управления задачами. Trello предоставляет интуитивный интерфейс с досками, списками и карточками задач. Этот инструмент позволил организовать задачи по проектам, устанавливать сроки и контролировать выполнение работ. Trello особенно полезен для обзора и приоритизации задач, а также для совместной работы команды.

Распространяющийся по публично-облачной модели инструмент для управления проектами, совместной работы и постановки задач по проектам Basecamp использовался для централизованной коммуникации и организации проектов. Данный инструмент позволяет создавать задачи, обмениваться сообщениями, загружать файлы и проводить обсуждения внутри проектов. Basecamp способствовал улучшению коммуникации внутри команды и с заказчиками, что соответствует принципам Agile и Lean Startup, где обратная связь и сотрудничество имеют важное значение.

Для управления кодом и совместной разработки использовали ресурсы GitHub и GitLab, которые предоставили инструменты для контроля

версий, управления задачами, рецензирования кода и интеграции с системами предприятия. Они содействовали внедрению практик XP, таких как парное программирование, и обеспечили высокий стандарт качества кода.

Для хранения и обмена информацией использовали облачный сервис Яндекс.Диск, который предоставил удобное облачное хранилище для документов, файлов и данных, что было особенно важно в среде разработки, где доступ к информации должен быть легким и быстрым.

В настоящее время основные технические средства для организации задач и управления проектами включают YouGile и GitHub. YouGile стал основой для управления проектами и позволяет применять гибкие методологии, такие как Scrum и Kanban. GitHub продолжает быть ключевой платформой для управления кодом и совместной разработки [3].

Специализированное программное обеспечение

На ранних этапах развития стартапа, особенно когда фирма имеет некоммерческий характер и сотрудники работают в ненормированных рабочих условиях, возникают серьезные сложности в организации коммуникации среди членов команды с использованием специализированного ПО. Многие сотрудники, привыкшие к ненавязчивым и привычным средствам связи, таким как телефон, социальные сети или даже личные встречи, могут испытывать сопротивление по отношению к нововведениям в виде специализированного ПО.

Одним из ключевых аспектов, который делает применение специализированного ПО сложным на начальных этапах, является отсутствие четких мотивационных факторов для сотрудников в некоммерческой фирме. В уставе стартапа, не имеющего коммерческих целей, может отсутствовать явное требование использования специализированного ПО для коммуникации, и это, в свою очередь, не мотивирует сотрудников пересматривать свои коммуникативные привычки.

Проблемы остаются актуальными и на этапе нормализации коммерческих аспектов работы фирмы. Даже когда стартап начинает приносить прибыль и устанавливать коммерческие цели, сотрудники, привыкшие к альтернативным средствам связи, могут испытывать сложности в адаптации к специализированным инструментам.

Еще одним важным аспектом является эффективность мер по финансовой стимуляции сотрудников в данном контексте. Неверное внедрение ПО для коммуникации может отрицательно сказаться на мотивации сотрудников, поскольку они могут воспринимать это как навязывание непривычных инструментов.

Неудобство взаимодействия с системой организации управления, основанной на сторонних ИТ-сервисах, может стать серьезным вызовом. По статистике, среднее несоответствие времени на выполнение задачи составляло 50 % при использовании специализированного ПО. Однако такое несоответствие снижалось вдвое при проведении личных встреч и ведении коммуникации в привычных для сотрудников социальных сетях. Это подчеркивает важность того, чтобы внедрение новых средств коммуникации не только соответствовало бизнес-целям фирмы, но и учитывало удобство и привычки сотрудников.

Для стартапов важно разработать стратегию внедрения специализированного ПО, учитывая специфику команды и ее коммуникативные потребности. На начальных этапах развития, когда бюджеты ограничены и целью является экономичное внедрение ПО, можно начать с использования бесплатных или демонстрационных версий, чтобы оценить их пригодность и воздействие на команду. Это позволит сотрудникам понять, насколько ПО может улучшить их коммуникативные процессы и облегчить выполнение задач (табл. 2).

Таким образом, управление коммуникацией и внедрение специализированного ПО остаются важными вызовами для стартапов, независимо от их фазы развития. Правильная стратегия внедрения, обучение сотрудников и поддержка, а также мотивационные меры могут существенно облегчить данный процесс и способствовать успешному развитию стартапа.

Однако важно не только внедрить специализированное ПО, но и обеспечить обучение и поддержку для сотрудников. Часто сопротивление изменениям вызвано не только нежеланием использовать новые инструменты, но и недостаточной подготовкой и пониманием преимуществ, которые они предоставляют. Обучение сотрудников и внутренняя кампания по продвижению ПО могут помочь устранить этот барьер.

Для стартапов, переходящих к коммерческой деятельности, важно внимательно рассмотреть финансовые стимулы для сотрудников: вознаграждение за обучение и успешное внедрение новых инструментов, а также признание их вклада в улучшение рабочих процессов. Стоит помнить, что команда, которая видит непосредственную выгоду от использования новых инструментов, более вероятно будет поддерживать эти изменения.

С учетом проблем с неудобством для ряда сотрудников форм взаимодействия с системой организации управления, основанных на сторонних ИТ-сервисах, важно стремиться к созданию наилучшей среды для коммуникации: более гибкое использование инструментов, учитывая предпочтения и потребности команды на основе постоянной обратной связи.

Таблица 2
**Сравнительный анализ программного обеспечения
для организации работы**

Параметр	VKgile (разработ- танное ПО)	Trello	Asana	Jira	Bitrix24	YouGile
Интерфейс пользователя	Простой				Сложный	Средний
Поддержка шаблонов чек-листов	Да	Нет	Да	Да	Да	
Должностные обязанно- сти сотрудников				Нет		
Совместимость с VK и Telegram					Нет	

Разработка специализированного программного обеспечения для коммуникации

Для обеспечения эффективной коммуникации и соблюдения привычных форм взаимодействия среди сотрудников необходимо специализированное ПО, которое предоставляет удобные инструменты для общения, управления задачами и проектами, а также интегрируется с привычными социальными сетями. Такой подход позволяет снизить барьеры при переходе к новым инструментам и повысить принятие среди команды, так как сотрудники могут продолжать взаимодействовать в привычных средах.

Рассматриваемое специализированное ПО может быть ориентировано на следующие аспекты:

- управление задачами и проектами: стартапы должны иметь инструменты для планирования, отслеживания и управления задачами и проектами. Эти инструменты позволяют командам более эффективно распределять ресурсы и соблюдать сроки выполнения задач;
- коммуникация и общение: ПО должно обеспечивать средства для эффективной коммуникации внутри команды, включая чаты, видеоконференции, обмен файлами и облачные хранилища. Такие инструменты упрощают обмен информацией и содействуют прозрачности;
- интеграция с социальными сетями: для сотрудников, привыкших к общению в социальных сетях, интеграция с такими платформами может сделать процесс взаимодействия более комфортным, что позволит использовать знакомые средства общения, при этом интегрируя их в рабочие процессы;
- самоорганизация и управление задачами: ПО должно предоставлять инструменты для самоорганизации команды и управления задачами, что поможет сотрудникам более самостоятельно планировать и выполнять задачи, а также учитывать приоритеты и сроки.

Введение такого специализированного ПО может способствовать более гладкому функционированию стартапа на начальных этапах, обеспечивая необходимую инфраструктуру для коммуникации, управления задачами и соблюдения прозрачности внутри команды; учесть привычки сотрудников и упростить процесс адаптации к новым методологиям управления.

Для специализированного ПО, предназначенного для стартапов и ориентированного на комбинированные методологии управления, определим следующие ключевые требования:

- интеграцию с социальными сетями: ПО должно предоставлять возможность интеграции с популярными социальными сетями, такими как VK, Телеграмм и др. Это позволит сотрудникам взаимодействовать в привычных средах, а также обеспечит более гладкую адаптацию;
- управление задачами и проектами: ПО должно предоставлять инструменты для создания, отслеживания и управления задачами и проектами: возможность создания задач, назначения ответственных, установки сроков и отслеживания статуса выполнения. Гибкие методологии, такие как Scrum и Kanban, должны быть поддержаны;

– коммуникацию и общение: ПО должно включать в себя чаты, видеоконференции и инструменты для обмена файлами. Сотрудники должны иметь возможность легко общаться и совместно работать через данное программное обеспечение. Интеграция с популярными мессенджерами и средствами коммуникации (например, Slack, Microsoft Teams) также будет полезной;

– совместную работу и облачное хранилище: ПО должно предоставлять возможность создания облачных хранилищ для документов и данных проектов. Это позволит сотрудникам удобно хранить и обмениваться файлами, а также обеспечит доступ к информации из любой точки мира;

– интеграцию с системами управления задачами: важно, чтобы ПО могло интегрироваться с популярными системами управления задачами, такими как Trello, Asana, Jira и др. Это упростит процессы управления задачами и позволит команде использовать знакомые инструменты;

– прозрачность и аналитику: ПО должно предоставлять возможность отслеживать прогресс задач, сроки выполнения и производительность команды. Аналитика и отчеты помогут руководству принимать информированные решения;

– мобильную совместимость: ПО должно быть доступно на различных устройствах, включая смартфоны и планшеты, что обеспечит гибкость в работе и возможность доступа к информации в любое время;

– безопасность данных: важно обеспечить высокий уровень безопасности данных, особенно когда речь идет о конфиденциальной информации стартапа. Шифрование и другие меры безопасности должны быть реализованы;

– гибкость и настраиваемость: ПО должно быть гибким и позволять адаптировать рабочие процессы под конкретные потребности стартапа. Пользователи должны иметь возможность настраивать интерфейс и рабочие процессы;

– обучение и поддержку: поставщик ПО должен предоставлять обучение и техническую поддержку, чтобы обеспечить бесперебойную работу команды;

– такое специализированное ПО будет способствовать более эффективному управлению стартапом на начальных этапах и облегчит адаптацию сотрудников к новым методологиям управления.

Конкретные технические характеристики и требования для каждого пункта зависят от множества факторов, включая размер стартапа, его отрасль, региональные нормативы и пр. Покажем техническое уточнение каждого пункта:

– интеграция с российскими социальными сетями (VK, Telegram, WhatsApp): для интеграции с российскими социальными сетями, необходимо использовать соответствующие API, предоставляемые этими сетями, например, VK API, Telegram API, WhatsApp API;

– соответствие российским законам: важно учесть требования российского законодательства, включая ФЗ «О персональных данных», при работе с данными пользователей; управление задачами и проектами;

- база данных: для хранения задач и проектов необходима надежная и масштабируемая база данных. Это может быть SQL- или NoSQL-решение в зависимости от объема данных;
- интерфейс пользователя: ПО должно иметь интуитивный интерфейс для управления задачами, а также возможность настройки проектных досок;
- нормативы: ПО должно соответствовать законам о защите данных и обеспечивать регулярное резервное копирование информации;
- коммуникация и общение: чаты и видеоконференции: технически чаты и видеоконференции могут быть реализованы с использованием сетевых протоколов, таких как WebRTC для видеосвязи, и мессенджеров;
- защита данных: должны быть реализованы средства шифрования для обеспечения конфиденциальности во время коммуникации;
- совместная работа и облачное хранилище: облачные хранилища для облачного хранения данных могут использоваться публичные облачные платформы, такие как Amazon S3, Google Cloud Storage, с обеспечением доступа по HTTPS;
- шифрование данных: должны использоваться средства шифрования данных в покое и движении;
- интеграция с системами управления задачами: ПО должно иметь API для интеграции с популярными системами управления задачами, и возможность создания плагинов для дополнительных интеграций;
- качество кода: при интеграции с системами сторонних разработчиков следует соблюдать стандарты и практики разработки, чтобы обеспечить стабильность;
- сбор данных: необходимо собирать данные о выполнении задач, времени, затраченных ресурсах и других параметрах;
- аналитика: ПО должно предоставлять средства аналитики для визуализации данных и создания отчетов;
- соответствие нормативам: должны соблюдаться законы о сборе и хранении данных, а также нормативы о прозрачности;
- мобильное приложение: дополнительно к веб-версии, приложение для мобильных устройств (iOS и Android) должно быть разработано с использованием современных мобильных SDK и инструментов;
- безопасность данных: все данные должны храниться и передаваться с использованием шифрования. Для HTTPS-соединений рекомендуется SSL/TLS-шифрование;
- настройки: ПО должно предоставлять интерфейс для настройки процессов управления задачами, рабочих досок и рабочего процесса;
- обучение и поддержка: поставщик ПО должен предоставить детальную документацию и обучающие материалы для пользователей;
- техническая поддержка: поддержка пользователей должна включать возможность обращения в службу поддержки для решения технических вопросов и проблем.

Принято решение о выборе платформы VK MiniApps для разработки приложения. Выбор обусловлен несколькими важными факторами и преимуществами, которые предоставляет данная платформа:

- база пользователей ВКонтакте: огромное количество активных пользователей ВКонтакте, что делает данную социальную сеть ключевой для продукта. Выбор платформы VK MiniApps позволит эффективно достичь целевой аудитории и взаимодействовать с ней;

- интеграция с VK: важное преимущество в интеграции с функциональностью и данными ВКонтакте. Это позволит создать приложение, в котором пользователи смогут использовать свои профили, обмениваться сообщениями и легко взаимодействовать с другими пользователями;

- простота разработки: разработка на базе VK MiniApps осуществляется с использованием знакомых веб-технологий, таких как HTML, CSS и JavaScript, что значительно упрощает процесс разработки и позволяет использовать имеющиеся навыки разработчиков на полную мощность;

- возможности монетизации: платформа предоставляет инструменты для монетизации приложения, включая встроенную рекламу и возможность продажи товаров внутри приложения;

- кросс-платформенность: приложение будет доступно для пользователей как на мобильных устройствах, так и десктопе, что обеспечит максимальную доступность и удобство использования для аудитории;

- интеграция с другими мессенджерами: учитывая возможности взаимодействия с внешними сервисами, можно обеспечить коммуникацию с пользователями не только ВКонтакте, но и с пользователями других популярных мессенджеров, таких как Telegram. Это расширит аудиторию и предоставит более гибкие варианты коммуникации.

Поэтому, учитывая перечисленные преимущества, выбор платформы VK MiniApps стал для нас логичным шагом в разработке приложения.

Разрабатываемое ПО состоит из следующих важных элементов:

- экраны и интерфейс: главный экран (обзор активных задач, проектов) должен предоставлять пользователю обзор всех активных задач и проектов. Задачи и проекты должны быть наглядно представлены, включая их название, статус и приоритет. Пользователь должен иметь возможность быстро перейти к просмотру конкретных задач или проектов;

- экран проектов должен отображать список доступных проектов. Каждый проект должен содержать название, описание и список связанных задач. Пользователь должен иметь возможность создавать, редактировать и управлять проектами;

- экран задачи должен предоставлять детальную информацию о конкретной задаче, включая название, описание, статус выполнения, дедлайн, ответственного и другие связанные данные. Пользователь должен иметь возможность вносить изменения в задачу, добавлять комментарии и вести обсуждения;

- создание задачи должно быть интуитивным и легким для пользователя. Пользователь должен иметь возможность указать название задачи, описание, дедлайн, ответственного и другие параметры. После создания задачи она должна автоматически появляться в списке активных задач;

- редактирование задачи: пользователь должен иметь возможность редактировать параметры задачи, включая изменение статуса, дедлайна, ответственного и других данных. Изменения должны быть немедленно сохранены;

- отслеживание выполнения задач: пользователь должен иметь возможность отмечать задачи как выполненные, а также видеть процент выполнения задачи на основе установленных параметров;

- комментарии и обсуждения: для каждой задачи должен быть предусмотрен функционал комментариев и обсуждений. Пользователи могут обмениваться сообщениями, обсуждать детали задачи и вносить комментарии к работе;

- управление пользователями и доступом: администраторы должны иметь возможность управлять пользователями и их доступом к проектам и задачам. Пользовательские роли и права доступа должны быть определены и настроены согласно уровню доступа.

На рис. 1 представлена диаграмма сущность-связь разработанного ПО.

Функциональность разработанного ПО:

- 1) создание и назначение задач: пользователь должен иметь возможность легко создавать новые задачи и назначать их ответственным лицам. Назначенные пользователи должны получать уведомления о назначении задачи;

- 2) приоритизация задач: пользователь должен иметь возможность устанавливать приоритеты для задач, что поможет определить их важность и срочность выполнения;

- 3) оповещения и уведомления: приложение должно обеспечивать оповещения и уведомления для пользователей о новых задачах, комментариях, изменениях статуса и других событиях;

- 4) сортировка и фильтрация задач: пользователь должен иметь возможность сортировать и фильтровать задачи по различным параметрам, таким как статус, дедлайн, приоритет и др.;

- 5) поддержка нескольких проектов: приложение должно позволять пользователям работать над несколькими проектами одновременно с возможностью переключения между ними;

- 6) интеграция с VK и Telegram для коммуникации: приложение должно предоставлять интеграцию с социальными сетями VK и Telegram для удобной коммуникации и обмена данными;

- 7) экспорт и импорт данных: пользователь должен иметь возможность экспортировать и импортировать данные, что обеспечит резервное копирование и перенос информации между устройствами;

- 8) создание карточек:

- пользователь может создавать карточки для задач;

- каждая карточка может содержать задачи, подзадачи и чек-боксы внутри задач;

- для каждой задачи и подзадачи можно указать ожидаемое время на выполнение;

- пользователь может устанавливать приоритеты для задач;

- 9) создание разноименованных колонок под карточки:

- пользователь может создавать разноименованные колонки, которые группируют карточки;

- колонки могут использоваться для разделения задач на разные категории или этапы выполнения;

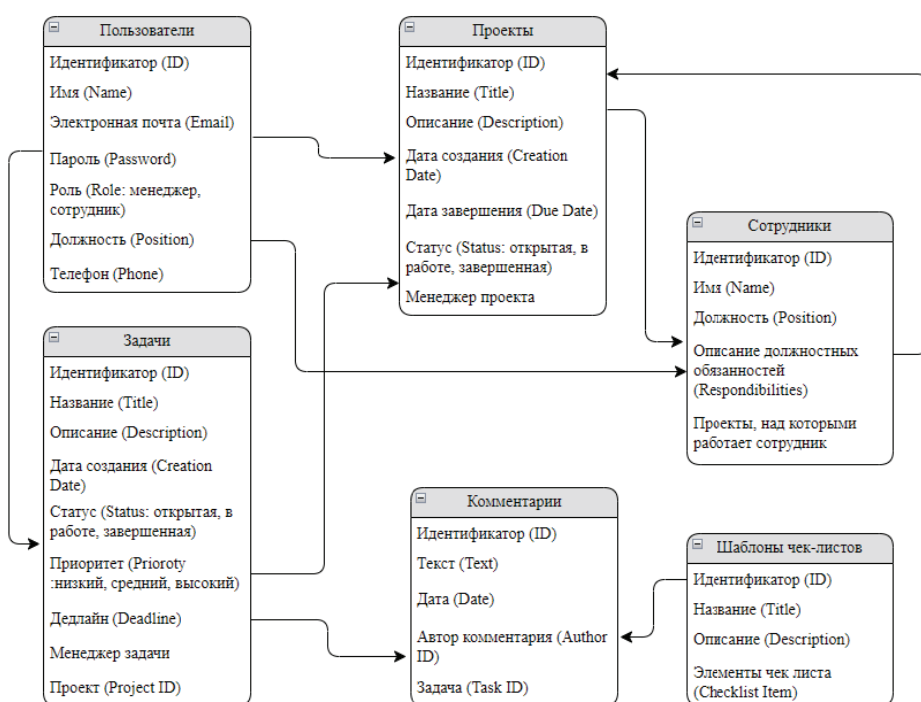


Рис. 1. Диаграмма сущность-связь разрабатываемого ПО

- 10) отправка уведомлений пользователю и сообщений о дедлайнах:
 - система должна отправлять уведомления пользователю о новых задачах, изменениях в задачах, истекающих дедлайнах и других событиях;
 - менеджер может отправлять сообщения сотрудникам о дедлайнах и требованиях;
- 11) личный кабинет менеджера и сотрудников:
 - каждый пользователь (менеджер и сотрудник) имеет личный кабинет;
 - в личном кабинете менеджера доступна функциональность для управления проектами и назначения задач сотрудникам;
 - в личных кабинетах сотрудников доступны задачи, которые им назначены, а также информация о текущих проектах;
- 12) распределение сотрудников на проекты:
 - менеджер может назначать сотрудников на конкретные проекты и задачи;
 - сотрудники видят свои задачи и проекты в личном кабинете;
- 13) создание шаблона чек-листов:
 - пользователи могут создавать шаблоны чек-листов для задач;
 - шаблоны чек-листов могут быть использованы для быстрого создания задач с предустановленными подзадачами и чек-боксами;
- 14) таймер для почасовой оплаты:
 - для задач, где оплата зависит от количества отработанных часов, пользователи могут использовать таймер для учета времени;
 - таймер автоматически фиксирует время, проведенное над задачей;
- 15) должностные обязанности в карточке сотрудника:

– в карточке каждого сотрудника можно указать его должностные обязанности;

– возможность определить, какие задачи и проекты подходят для данного сотрудника;

16) монетизация приложения (реклама, платные функции): приложение может иметь дополнительные платные функции;

17) аналитика использования приложения: приложение должно предоставлять аналитическую информацию об использовании, такую как число пользователей, активность, статистику использования функций и другие метрики.

Заключение

Выделены общие принципы и подходы, которые могут быть применены в стартапах для улучшения управления проектами. Комбинирование элементов Agile, Lean Startup и Kanban позволяет стартапу сохранить гибкость, сосредоточиться на клиенте и эффективно управлять задачами и проектами. Extreme Programming и DSDM предоставляют дополнительные инструменты для улучшения качества кода, коммуникации и управления качеством.

Таким образом, гибкие методологии управления могут быть эффективно применены в стартапах для улучшения процессов управления и достижения поставленных целей. Внедрение подходов, предложенных в статье, может способствовать повышению эффективности стартапов и укреплению их конкурентных позиций на рынке.

Список литературы

1. Agile-манифест разработки программного обеспечения / К. Beck, М. Beedle, А. van Bennekum [et al.]. – URL: <https://agilemanifesto.org/iso/ru/manifesto.html> (дата обращения: 25.10.2023).

2. Тугушев, Т. Р. Обзор современных систем управления информационно-технологическими проектами / Т. Р. Тугушев, С. А. Красников // Материалы ежегодной межвузовской студенческой научной конференции (Москва, 14 марта 2023 г.). – М., 2023. – С. 57 – 61.

3. Мухин, К. Ю. Квинтэссенция гибкости: анализ возможных проблем и эволюция ситуационных решений в проектном управлении / К. Ю. Мухин, М. А. Родина // Инициативы XXI века. – 2018. – № 3-4. – С. 8 – 12.

References

1. Beck K., Beedle M., van Bennekum A. [et al.]. Manifesto for Agile Software Development, available at: <https://agilemanifesto.org/iso/ru/manifesto.html> (accessed 25 October 2023).

2. Tugushev T.R., Krasnikov S.A. *Materialy yezhegodnoy mezhvuzovskoy studencheskoy nauchnoy konferentsii* [Materials of the annual interuniversity student scientific conference], Moskva, 14 March 2023, Moscow, 2023, pp. 57-61. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Mukhin K.Yu., Rodina M.A. [Quintessence of flexibility: analysis of possible problems and the evolution of situational decisions in project management], *Initiativy XXI veka* [Initiatives of the XXI century], 2018, no. 3-4, pp. 8-12. (In Russ., abstract in Eng.)

Research on Flexible Project Development Methodologies for IT Startups

M. A. Blyum, N. A. Inkova, A. D. Krasnov

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: adaptation of flexible management methodologies to startups; flexible project development methodologies; specialized software for startups; startup.

Abstract: Agile management methodologies such as Agile, Scrum, Lean Startup, Kanban, Extreme Programming and Dynamic Systems Development Method are seen as tools to help manage IT startups more successfully. A combined approach to the implementation of flexible project management methodologies and adaptation of flexible management methodologies to startups in the early stages of development is proposed; the main approaches to the development of a task scheduler integrated with social networks have been identified.

© М. А. Блюм, Н. А. Инькова, А. Д. Краснов, 2024

РОЛЬ ЦИФРОВОГО СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ЭКОНОМИКИ

В. В. Медведев

*Фонд поддержки проектов Национальной технологической
инициативы, Москва, Россия*

Ключевые слова: государственное регулирование; национальные и федеральные проекты; федеральные округа; цифровое стратегическое планирование; цифровая трансформация российских регионов; цифровая экономика; SWOT-анализ.

Аннотация: Эффективное государственное регулирование имеет особое значение для социально-экономического развития страны, так как оно обеспечивает его непрерывность, последовательность, логичность. Целью данного исследования является максимальная конкретизация роли цифрового стратегического планирования в развитии национальной экономики Российской Федерации. В работе обосновано, что результативность государственного регулирования обусловлена качеством стратегического планирования, которое в значительной степени зависит от уровня его цифровизации. Для подтверждения данного факта использованы методы контент-анализа, анализа статистических данных, стратегического анализа – SWOT-анализ. Проанализированы абсолютные и относительные показатели затрат на развитие цифровой экономики России, что позволило выявить факторы, позитивно и негативно влияющие на цифровую трансформацию. Особое внимание уделено региональному аспекту цифровой трансформации экономики.

Введение

Одним из механизмов, позволяющих эффективно осуществлять государственное регулирование экономики, является его составляющая – цифровое стратегическое планирование, которое позволит избежать данного недостатка и тем самым повысить эффективность и качество государственного регулирования.

Медведев Вадим Викторович – кандидат экономических наук, ректор АНО «Университет Национальной технологической инициативы 2035», генеральный директор, e-mail: info@nti.fund, Фонд поддержки проектов Национальной технологической инициативы, Москва, Россия.

Ученые и практики в области стратегического планирования отмечают динамичность развития системы стратегического планирования, сопровождающуюся огромным количеством документов [1], а также выделяют ряд присущих ей недостатков [2, 3]: несбалансированность вертикали, согласующей участие федерального центра, субъектов Федерации и органов местного самоуправления; низкую эффективность системы документов на бумажных носителях; противоречивость взглядов различных ведомств; отсутствие согласованности в целеполагании; отсутствие опыта и компетенций при работе с массивом данных; формальный подход к разработке и мониторингу документов стратегического планирования и др.

Безусловно, невозможно устранить данные недостатки только за счет механического сокращения (увеличения) количества документов стратегического планирования. В связи с этим возникла объективная необходимость использования цифровых технологий в области стратегического планирования. Так, академик РАН С. Ю. Глазьев, подчеркивает, что «цифровые технологии существенно облегчают решение задач стратегического планирования, поскольку позволяют связать в единую систему все функции государственного регулирования экономики и каждую из них ориентировать на достижение общей цели повышения благосостояния народа за счет модернизации и роста экономики на основе нового технологического уклада» [4].

Влияние цифрового стратегического планирования на государственное регулирование

Как известно, государственное регулирование экономики представляет собой целенаправленное воздействие, осуществляемое государством в сфере управления экономикой с целью придания экономическим процессам определенной направленности в соответствии с целями и задачами развития страны [2]. Вопросы становления цифрового стратегического планирования в процессе государственного регулирования экономики, достаточно широко обсуждаются российскими учеными, экспертами и практиками [5 – 8], которые сходятся во мнении об усилении ее роли за счет повышения эффективности государственного планирования на основе применения цифровых технологий. Однако следует согласиться с мнением, что нельзя игнорировать тенденцию некоторого преувеличения роли технологий и попытки полностью переложить решение проблем на «цифру», на которую обращает внимание автор работы [7].

Важный аспект, касающийся снижения затрат на государственное управление посредством внедрения цифровых технологий на стадии стратегического планирования, также рассматривается в научной литературе. В частности, в работе [6] отмечено, что применение цифровых технологий может стать «локомотивом» дальнейшего внедрения государственного управления по результатам.

Предназначение государственного регулирования заключается в первую очередь в обеспечении реализации национальных целей развития России на период до 2030 г., в число которых входит и цифровая трансформация (рис. 1).



Рис. 1. Национальные цели развития Российской Федерации на период до 2030 г.
Источник: составлено автором на основе [9]

Стратегическое планирование является одним из приоритетных направлений развития государственного регулирования и управления в Российской Федерации, нормативно-правовую основу которых составляет Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации», принятый в 2014 г. Позднее, в 2021 г., вступили в силу распоряжение Правительства Российской Федерации, Указ Президента об утверждении основ государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации, которые направлены именно на совершенствование и развитие действующей системы стратегического планирования.

Вопрос создания цифровых систем управления экономикой, в том числе регулирования, является приоритетным с точки зрения обеспечения экономической безопасности государства, а также независимости от иностранных государств, что для России особенно важно в условиях расширяющихся санкций со стороны Запада [10]. Один из механизмов обеспечения экономической безопасности страны – политика импортозамещения, эффективность которой во многом определяется скоростью восстановления нарушенных производственных и логистических цепочек, установления тесных взаимосвязей между отраслями экономики. Создание единой цифровой системы управления экономикой также позволит ускорить решение данных проблем.

Необходимо отметить, что единое определение понятия «цифровая экономика» в настоящее время не сформировалось, и основные трактовки преимущественно сводятся к созданию цифровых технологий, на которых она должна базироваться. Также отсутствуют четкие требования, предъявляемые к цифровым платформам, которые должны обеспечить эффективное управление и облегчить процесс принятия решений. В рамках государственных программ цифровая экономика преимущественно развивается в виде создания реестров и баз данных, в частности, в настоящее время создана Федеральная информационная система и сформирован реестр документов стратегического планирования [1].

Таблица 1

**SWOT-анализ роли цифрового стратегического планирования
в государственном регулировании экономики**

Сильные стороны	Слабые стороны
Повышение качества стратегических документов за счет обработки огромного массива данных, сбалансированности документов по различным критериям (по целям, целевым показателям, срокам, ресурсам), возможности учета межотраслевого аспекта	Необходимость разработки отечественного программного обеспечения, недостаточный уровень цифровой грамотности населения и цифровых компетенций сотрудников органов государственной власти
Возможности	Угрозы
Развитие экосистемы цифровой экономики, оптимизация документооборота в цифровом формате, снижение затрат	Снижения уровня технологической независимости, экономической безопасности, качества жизни населения
И с т о ч н и к : Составлено автором.	

Внедрение цифрового стратегического планирования позволит сформировать автоматизированную систему управления, которая будет не только наиболее полно отражать документооборот, но и осуществлять хозяйственные расчеты и оптимизировать их [8].

Цифровая трансформация экономики способствует ее эффективному государственному регулированию за счет реализации ряда функций [11], в том числе создания более достоверных прогнозов, являющихся основными ориентирами относительно изменения масштабов, пропорций и определения конечных целей развития экономики страны. При этом при разработке индикативных планов и прогнозов выявляются проблемы, с которыми могут столкнуться различные экономические субъекты [12].

Результаты анализа роли цифрового стратегического планирования в государственном регулировании экономики обобщены в SWOT-таблице 1.

Усиление роли цифрового стратегического планирования в государственном регулировании экономики обусловлено наличием сильных сторон цифрового стратегического планирования, которые сформировались к настоящему времени, и возможностей цифрового планирования в перспективе, а сокращение роли возможно, если слабые стороны стратегического планирования будут доминировать над сильными, а также при возрастании угроз.

Таким образом, цифровое стратегическое планирование оказывает непосредственное и серьезное влияние на государственное регулирование.

**Мировой и российский опыт цифровых трансформаций
в государственном управлении**

В настоящее время накоплен достаточно серьезный мировой опыт цифровых трансформаций государственного управления.

Так, переход от «электронного» к «цифровому правительству» отражен в рекомендациях Организации экономического сотрудничества и раз-

вития 2014 г. по разработке стратегий цифрового правительства. В данном документе цифровая трансформация в государственном управлении рассматривается именно как такой переход, в основе которого лежат внедрение и использование технологии для формирования результатов государственного управления, а не технологий для поддержки процессов в органах власти. При этом цифровое правительство функционирует в экосистеме, состоящей из субъектов, в том числе органов государственного управления и объектов, использующих совместно цифровые платформы для достижения взаимовыгодных целей [3].

Активно развивающаяся цифровая экономика в России выступает эффективной основой развития системы государственного управления. Взаимосвязь государственного регулирования и цифрового стратегического планирования реализуется с 2019 г. за счет проектов, представленных на рис. 2.

Проект «Цифровое стратегическое планирование» направлен на создание среды взаимодействия участников в сфере стратегического планирования и реализации документов стратегического планирования, функционирование которой повысит эффективность системы стратегического планирования на всех ее уровнях. Необходимо отметить, что исполнение данного проекта позволит устранить недостаток действующей системы стратегического планирования, касающийся низкой эффективности системы документов на бумажных носителях и обеспечит переход от «среды документов» к «среде данных» [13].

Важность цифровых трансформаций во всех сферах общества в полной мере осознается российскими властями и в связи с этим во всех феде-



Рис. 2 Взаимосвязь национального и федеральных проектов по развитию «цифровой» экономики Российской Федерации

И с т о ч н и к : составлено автором

ральных и региональных органах исполнительной власти назначены руководители по цифровой трансформации. Достижения цифровой трансформации активно внедряются в практику деятельности органов государственной власти, в результате чего деятельность контрольно-надзорных органов в настоящее время существенно изменилась в лучшую сторону. Так, согласно данным Аналитического центра при Правительстве РФ, в 2022 г. планировалось продолжить работу в части экспертно-методологического сопровождения цифровизации контрольно-надзорной и разрешительной деятельности в первую очередь по систематизации обязательных требований. В первом полугодии 2021 г. были пересмотрены 206 видов разрешительной деятельности и подготовлены предложения по их оптимизации, а также подготовлено 170 стандартов по лицензиям и другим разрешениям [14].

Федеральный проект направлен на достижение национальной цели «Цифровая трансформация» и включает мероприятия цифровой трансформации системы государственного управления, которые должны обеспечить новый уровень предоставления услуг, необходимых для повышения качества жизни граждан и развития бизнеса. Задачами цифровой трансформации государственного управления являются повышение качества и системность исполнения ряда государственных функций, одна из которых – государственное регулирование и выработка государственной политики в отраслях экономики и социальной сфере [15].

Ключевой целевой показатель, характеризующий достижение национальной цели – увеличение доли массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде, до 95 % к 2030 г. [10]. Статистические данные, представленные в табл. 2 свидетельствуют о положительной динамике предоставления электронных государственных услуг, в том числе населению, что позволяет предположить достижение целевого показателя в установленные сроки. Федеральный проект «Цифровое государственное управление» предполагает проведение различных мероприятий, в том числе «цифровизацию» деятельности Генеральной прокуратуры, создание цифровой платформы поддержки деятельности Президента и премьер-министра Российской Федерации со стороны Федеральной службы охраны, развитие системы государственной гражданской службы и внедрение информационных технологий (ИТ) в процесс разработки нормативных актов. Необходимо отметить, что данный федеральный проект является единственным, финансирование которого осуществляется только за счет средств федерального бюджета. Расходы на реализацию данного федерального проекта выросли в 1,7 раза за 3 года. Так, если в паспорте данного федерального проекта в редакции 2019 г. объем финансирования составлял 235 млрд руб., то в актуальной версии документа объем финансирования увеличен до 411 млрд р. [7].

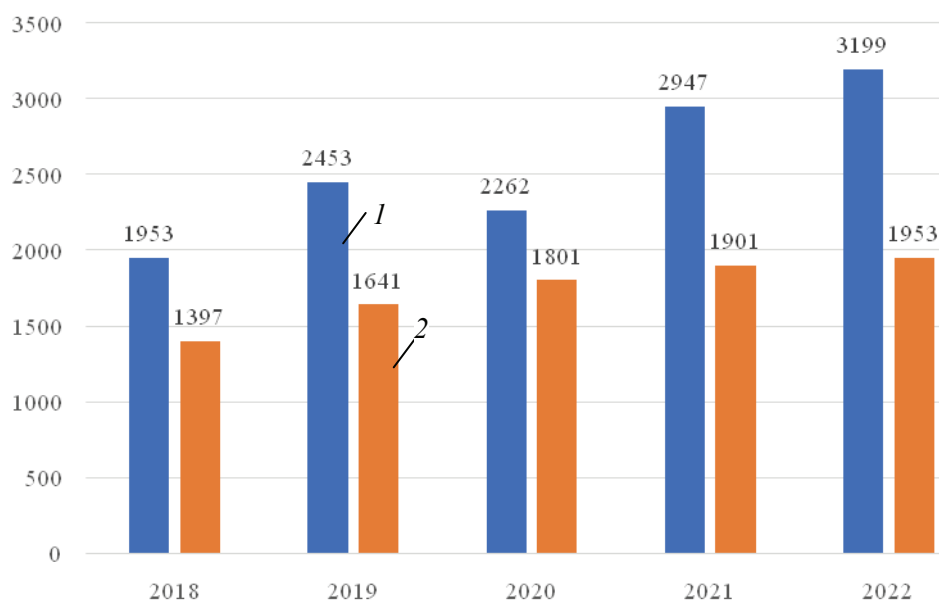
Динамика затрат на развитие цифровой экономики представлена на рис. 3 и включает внутренние затраты организаций, а также затраты населения, которое является крупнейшим потребителем цифрового контента и цифровых услуг. Статистические данные наглядно демонстрируют положительную тенденцию роста затрат на развитие цифровой экономики.

Таблица 2

Динамика предоставления электронных государственных услуг

Показатели	2019	2020	2021	2022
<i>Доля населения и организаций, использующих электронные госуслуги</i>				
Получение населением государственных и муниципальных услуг в электронной форме, %	77,4	81,1	85,1	86,6
Получение организациями государственных и муниципальных услуг в электронной форме, %	44,4	47,9	47,7	–
<i>Наиболее востребованные населением виды государственных и муниципальных услуг в электронной форме</i>				
Услуги здравоохранения и медицины	53,4	53,3	59,1	60,1
Налоги и сборы	39	37,6	42,3	50,5
Услуги МВД/ГИБДД	30,5	29,3	30,5	35,2
ЖКХ	25,1	24,3	26,9	26,3
Образование	18,2	18,3	17,5	19,7
Паспорта, регистрация	11,4	8,2	11,4	11,1
Социальное обеспечение	8,7	19,3	18,6	18,8
Культура, досуг	8,6	6,4	8,3	9,0

И с т о ч н и к : составлено автором на основе [16].

**Рис. 3. Затраты на развитие цифровой экономики, млрд р.:**

1 – внутренние затраты организаций на создание, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг;

2 – затраты домашних хозяйств на использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг (И с т о ч н и к : составлено автором на основе [17])

Исключение составляет снижение внутренних затрат организаций в объеме 191 млрд р. (7,78 %) в 2020 г. относительно 2019 г., что обусловлено введенными ограничениями, связанными с пандемией COVID-19. Затраты домашних хозяйств на использование цифровых технологий на протяжении исследуемого периода росли, в том числе и в 2020 г. Необходимо отметить, что наибольший рост затрат домашних хозяйств наблюдался в 2019 г. и составил 244 млрд р. (17,46 %). Ограничения, принятые в 2020 г., не оказали негативного влияния на спрос населения, а наоборот стимулировали его в связи с переходом на удаленный режим работы.

Динамика относительного показателя – доли затрат на развитие цифровой экономики – представлена на рис. 4.

Сопоставляя динамику показателей на рис. 3 и 4 необходимо отметить, что тенденции затрат в абсолютном и относительном выражении совпадают. Незначительный рост доли валовых внутренних затрат на развитие цифровой экономики в ВВП (+0,1 п.п.) обусловлен превышением роста доли затрат домохозяйств (+0,2 п.п.) над сокращением внутренних затрат организаций (–0,1 п.п.) в 2020 году. Однако в 2021–2022 гг. доля затрат домашних хозяйств в ВВП снизилась относительно 2020 г., данная тенденция обусловила снижение доли валовых внутренних затрат на развитие цифровой экономики в 2021–2022 гг. Изменение доли внутренних затрат организаций в 2021 г. было положительным (+0,1 п.п.), но недостаточным для того, чтобы доля валовых внутренних затрат на развитие цифровой экономики также имела положительную тенденцию.

Динамика доступа к Интернету в домашних хозяйствах представлена на рис. 5. Статистические данные, представленные на рис. 5, демонстрируют позитивную динамику роста доступности интернета в общем объеме числа домашних хозяйств. Причем данный рост обеспечивается преимущественно развитием широкополосного Интернета.

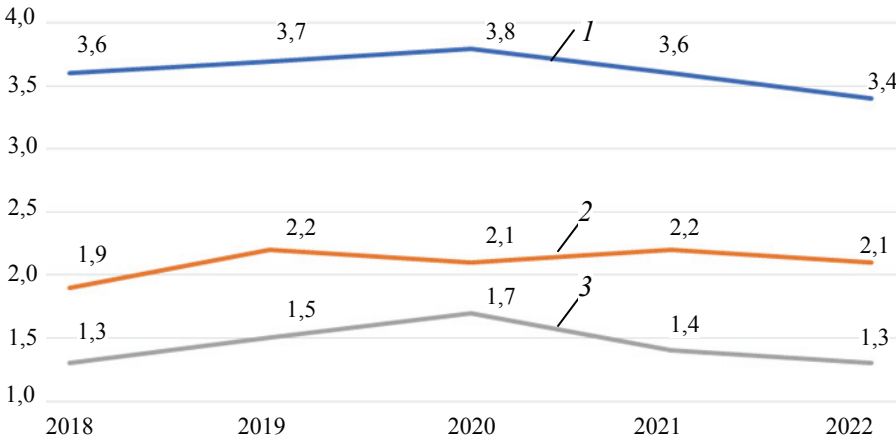
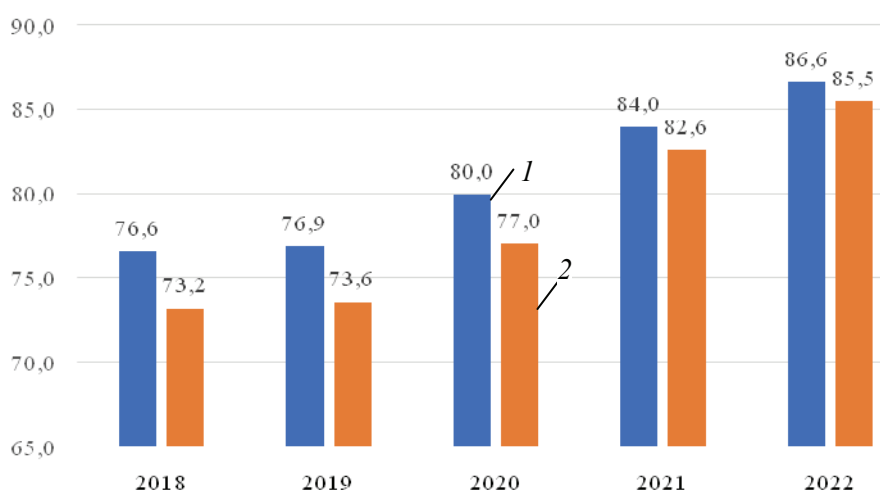


Рис. 4. Затраты на развитие цифровой экономики, % ВВП:

- 1 – валовые внутренние затраты на развитие цифровой экономики;
- 2 – внутренние затраты организаций на создание, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг;
- 3 – затраты домашних хозяйств на использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг (И с т о ч н и к : составлено автором на основе [17])



**Рис. 5 Доступ к Интернету в домашних хозяйствах,
% от общего числа домашних хозяйств:**
1 – Интернет; 2 – широкополостной Интернет
(И с т о ч н и к : составлено автором на основе [17])

В настоящее время реализуется ряд важных проектов по использованию искусственного интеллекта (ИИ) в деятельности федеральных органов исполнительной власти (Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, МВД, МЧС, Росмолодежи, Минздрава, Федерального фонда обязательного медицинского страхования, Минтранса и Минсельхоза). Данные проекты связаны с переводом государственных услуг в цифровой формат и осуществлением контрольно-надзорной деятельности и государственных функций [18].

Важно отметить, что государственное регулирование экономики осуществляется не только на национальном, но и региональном уровне, который характеризуется высокой степенью дифференциации, в том числе по уровню цифровизации экономики. В связи с этим необходимо проанализировать сложившийся уровень цифровизации в российских регионах, который обуславливает эффективность системы стратегического планирования и обеспечивает переход к системе цифрового стратегического управления.

Особенности процесса цифровизации в российских регионах

Цифровое стратегическое планирование в государственном регулировании экономики на региональном уровне также выполняет активную роль.

Цифровые трансформации на региональном уровне базируются на основе выполнения программы «Эффективный регион», которая реализуется более чем в 40 регионах при поддержке корпорации «Росатом». В основе данной программы лежит концепция управления, согласно которой максимальная ориентация на потребителя достигается за счет устранения всех видов потерь во внутренних процессах и вовлечение в их оптимизацию каждого сотрудника организации.

Региональный уровень государственного управления ориентирован в первую очередь на работу с населением, с юридическими лицами и другими участниками хозяйственной деятельности на конкретных рабочих местах. В связи с этим актуальными задачами в области цифровых трансформаций являются: обеспечение населения доступом к Интернету, обучение ИТ-специалистов, развитие единых колл-центров, автоматизированный сбор и анализ обращений граждан.

Основные показатели развития цифровой экономики в федеральных округах, представлены в табл. 3. Согласно статистическим данным наблюдается значительная дифференциация по показателям, характеризующим обеспеченность населения интернетом и его использование. Следует отметить максимальное значение размаха вариации по показателю количества абонентов мобильного широкополосного Интернета.

Лидерство по данным показателям закреплено за Центральным и Северо-Западным федеральными округами, которое обеспечивается за счет городов федерального значения Москвы и Санкт-Петербурга. Москва, Московская область и Санкт-Петербург являются лидерами в рейтинге цифровой доступности российских регионов. Сопоставимым уровнем развития сервисов обладают экономически развитые субъекты: Ленинградская и Белгородская области, Республика Татарстан и Краснодарский край.

Минимальное значение количества абонентов мобильного и фиксированного широкополосного Интернета – в Северо-Кавказском Федеральном округе (см. табл. 3), которое ниже среднероссийского показателя.

Данные значения обусловлены минимальной долей населения, использующих интернет для заказа товаров, например, возможность арендовать машину имеется только в Чеченской Республике, где эта услуга появилась в 2018 г. и в настоящее время не столь распространена как в других регионах [19]. Регионами, где больше всего домохозяйств имеют доступ к сети Интернет, стали Ямало-Ненецкий АО (98,5 %), Магаданская область (97,3 %) и Чеченская Республика (96,2 %) [20].

Высокий уровень развития цифровой инфраструктуры в Приволжском федеральном округе (ПФО), что обусловлено позитивным влиянием одного из ключевых факторов цифровизации – наличие качественного доступа в интернет. Так, в ПФО широкополосный доступ имеет 72 % семей, а государственные и муниципальные услуги в цифровой форме получает 81 % населения. Два региона ПФО вошли в число шести пилотных регионов по разработке стратегий цифровой трансформации – Республика Чувашия и Пермский край [21].

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, «Ростелеком» и «ЭР-Телеком» с 2014 г. реализуют программу по устранению цифрового неравенства среди населения. В первую очередь связь и интернет провели в те населенные пункты, где их совсем не было. В настоящее время реализуется цифровая трансформация, цель которой заключается в обеспечении доступа к таким интернет-сервисам как: телемедицина, электронные государственные услуги, онлайн-образование и др.

Таблица 3

Основные показатели развития цифровой экономики в федеральных округах, 2021 г.

Показатели	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДВО	Размах вариации
Абоненты фиксированного широкополосного интернета, ед./ на 100 чел. населения	23,7	28,9	24,9	20,3	10,8	23,5	26,7	22,0	19,0	18,1
Абоненты мобильного широкополосного интернета, ед./ на 100 чел. населения	107,5	120,2	122,7	97,9	73,4	103,2	108,4	103,6	104,2	49,3
Домашние хозяйства, имеющие широкополосный доступ (ШПД) к интернету, % от общего числа домашних хозяйств	82,6	84,7	82,4	85,3	83,2	79,7	82,4	80,4	83,1	5,6
Население, использующее интернет для заказа товаров, услуг, % от общей численности населения в возрасте 15–74 лет	46,6	57,7	55,4	43,7	35,4	40,6	45,7	37,7	37,9	22,3
Организации, использующие облачные сервисы, % от общего числа организаций	27,1	28,9	28,2	24,7	26,0	27,8	26,8	25,1	23,8	2,9
Организации, использующие технологии сбора, обработки и анализа больших данных, % от общего числа организаций	25,8	25,0	25,6	26,3	28,6	23,8	30,8	25,1	28,2	7,0
Организации, использующие цифровые платформы, % от общего числа организаций	14,7	15,5	14,9	14,0	14,6	14,1	16,3	14,4	12,6	2,2
Организации, использующие ERP-системы, % от общего числа организаций	13,8	15,5	14,6	11,6	11,8	14,1	15,4	12,2	9,7	3,9
Организации, использующие интернет вещей, % от общего числа организаций	13,7	14,2	13,5	13,1	17,2	13,0	15,4	12,1	13,3	5,1
Организации, использующие геоинформационные системы, % от общего числа организаций	12,6	11,2	13,1	12,2	13,0	12,6	14,7	13,9	13,2	3,5
Организации, использующие технологии ИИ	5,7	6,6	5,4	5,5	5,3	5,5	6,2	4,7	3,9	2,7
Источник: составлено автором на основе [16].										

Домашний доступ к Интернету отсутствует у 28,6 % российских домохозяйств. Установить Интернет при желании могли бы 23,6 % домохозяйств, но не могут – из-за недостатка средств (24,6 %) или по другим причинам (51,8 %) [22].

В октябре 2020 г. премьер-министр России М. Мишустин заявил, что до 2024 г. в России планируется обеспечить доступом к Интернету не менее 90 % домохозяйств страны [22]. К 2021 году число пользователей Интернетом в России достигло 124 млн человек или 85 % населения страны [23].

Согласно исследованию агентства «ТМТ Консалтинг», на конец 2021 г. число абонентов ШПД в сегменте частных лиц в России достигло 34,8 млн, проникновение превысило 61 %. Объем рынка составил 149,7 млрд рублей [15].

В 2021 году темп роста абонентской базы в сегменте частных лиц снизился после всплеска новых подключений в период самоизоляции 2020 г., но сохранил положительную динамику (0,8 % в 2021 году против 2,4 % в 2020 г.) [24].

Процесс цифровизации сопровождается реализацией крупных проектов, в том числе инфраструктурных, которые требуют серьезных инвестиций. Минцифры в рамках федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» принимает действенные меры по стимулированию процессов цифровой трансформации. В частности, меры господдержки предлагаются отечественным предприятиям разных сфер деятельности, выбравшим путь цифровой трансформации и внедряющим, соответственно, современные ИТ-решения. Эффективным инструментом в данном случае оказывается льготное кредитование: государство субсидирует процентную ставку банкам, кредитующим предприятия, получившие право участвовать в программе.

Развитие технологий ИИ и их практическое применение в различных сферах государственного управления и социально-экономического развития является актуальной стратегической задачей, обеспечивающей достижение целей развития Российской Федерации на перспективу до 2030 г. и суверенитет нашего государства. Существенным фактором достижения целей технологической модернизации на основе искусственного интеллекта (ИИ) является позиция органов государственной власти и местного самоуправления в регионах Российской Федерации, которые выступают и в качестве потенциальных потребителей различного рода решений на основе ИИ, а также играют решающую роль в создании необходимых условий для положительного и эффективного продвижения технологий ИИ в различные сферы жизни населения и отрасли экономики [19].

Рейтинг по уровню цифровой трансформации российских регионов представлен в табл. 4, в которой выделены регионы-лидеры и регионы-аутсайдеры по данному направлению. Максимально возможный общий балл рейтинга для каждого региона – 28, а регионами-лидерами здесь являются те, у которых уровень цифровой трансформации достигает 17 и выше баллов. Общий балл рейтинга складывается из оценки ряда факторов:

– цифровая зрелость по пяти отраслям (транспорт, образование, здравоохранение, госуправление, городское хозяйство и строительство);

Таблица 4

Рейтинг субъектов федерации по уровню цифровой трансформации

Место в рейтинге	Регионы-лидеры	Балл рейтинга	Место в рейтинге	Регионы-аутсайдеры	Балл рейтинга
1	Ямало-Ненецкий автономный округ	21,0	80	Астраханская область	9,8
2	Республика Татарстан	19,0	81	Республика Тыва	9,6
3	Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	18,7	82	Тверская область	9,1
4	Московская область	18,6	82	Республика Ингушетия	7,5
5	Челябинская область	18,6	84	Кабардино-Балкарская Республика	6,9

И с т о ч н и к : составлено автором на основе [21].

- внедрение платформы обратной связи;
- наличие тех или иных мер региональной поддержки ИТ-отрасли (установление ставки налога, снижение ставок налогов и аренды, предоставление грантов, компенсация по ипотеке);
- информационная безопасность, включающая показатели: кибербезопасность; взаимодействие с государственной системой обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак; взаимодействие с национальным координационным центром по компьютерным инцидентам);
- перевод массовых социально значимых услуг в электронный вид;
- импортозамещение.

Значения уровня цифровой трансформации свидетельствуют о значительной дифференциации между регионами (см. табл. 4). Так, разрыв между Ямало-Ненецким автономным округом и Кабардино-Балкарской Республикой составляет 3,04 раза.

Барьерами для внедрения и использования технологий ИИ в российских регионах являются: нехватка финансов и компетенций; недостаток информации и отсутствие законодательной базы.

Во всех регионах созданы штабы по борьбе с киберугрозами, а также имеется позитивный опыт оказания регионами дополнительных мер поддержки развития ИТ-отрасли, который необходимо распространять на большее число регионов (табл. 5).

Проведенный анализ статистических данных, характеризующих развитие цифровой экономики, показал, что в российских регионах активно идет процесс цифровизации, в рамках которого реализуют те же программы, что и на федеральном уровне. В регионах реализуются стратегии циф-

Таблица 5

Меры стимулирования ИТ-отрасли в регионах

Число регионов	Меры стимулирования
42	Снижение ставки по налогам для ИТ-компаний, применяющих упрощенную систему налогообложения
16	Предоставление региональных грантов
11	Сокращение не менее чем в два раза арендной платы
10	Снижение налога на имущество для объектов связи и центров обработки данных
24	Собственные уникальные меры поддержки отрасли: стипендии, региональные субсидии, списание налога на прибыль для ИТ-компаний

И с т о ч н и к : составлено автором на основе [25].

ровой трансформации, в которых выделены шесть направлений, одним из которых является государственное управление. На уровне каждого субъекта принята программа цифровизации, ключевая задача которой встроится в общефедеральную информационную структуру, организовать аналогичную систему обработки информации и протоколы взаимодействия между ведомствами и субъектами.

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования проанализирована и показана роль цифрового стратегического планирования в государственном регулировании экономики, которая заключается в возможности создания гибкой, адаптивной, высокотехнологичной системы стратегического управления, информационной базой которой для принятия управленческих решений является не бумажный документооборот, а информатизированный и автоматизированный процесс обработки цифровой информации. Мировой и отечественный опыт (на национальном и региональном уровнях) подтверждает эффективность государственного регулирования, основанного именно на цифровом стратегическом планировании. Актуализация действующих региональных стратегий цифровой трансформации, в том числе с учетом новых возможностей искусственного интеллекта, позволит повысить эффективность регионального государственного регулирования.

Роль цифрового стратегического планирования в государственном регулировании экономики на национальном и региональном уровнях определяется его преимуществами, которые дают возможность:

– за счет активного внедрения цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта, оптимизировать функции государственного регулирования;

- за счет возможности обработки большого массива данных (документов и показателей) обеспечить реализацию принципа сбалансированности документов стратегического планирования;
- позитивно влиять на социально-экономическое развитие страны и ее регионов, повысить их устойчивость за счет сокращения срока принятия управленческих решений;
- в условиях действия экономических санкций адекватно реагировать и своевременно вносить изменения в действующие нормативные документы;
- осуществлять мониторинг выполнения национальных и региональных программ и планов в рамках реализации перспективного социально-экономического развития страны и ее регионов;
- повысить конкурентоспособность страны на мировой арене, что в условиях действия санкций по отношению к России особенно актуально.

Список литературы

1. Ленчук, Е. Б. Стратегическое планирование в государственном управлении: опыт, возможности и перспективы / Е. Б. Ленчук, Ф. Г. Войтоловский, Д. Б. Кувалин // Проблемы прогнозирования. – 2020. – № 6. – С.46 – 55. doi: 10.47711/0868-6351-183-46-55
2. Бухвальд, Е. М. Основы государственной политики в сфере стратегического планирования: нерешенные проблемы / Е. М. Бухвальд // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2022. – № 1. – С. 32 – 49. doi: 10.52180/2073-6487_2022_1_32_49
3. Голубчикова, В. Ю. Назначение государственного регулирования в современной рыночной экономике / В. Ю. Голубчикова // Вестник университета. – 2016. – № 5. – С. 68 – 73.
4. Глазьев Сергей. Стратегическое планирование и инвеструбли спасут экономику РФ. – Текст: электронный. – URL : <https://zakupki-digital.ru/novosti/sergej-glazev-strategicheskoe-planirovanie-i-investrubl-spasut-jekonomiku-rf/> (дата обращения: 23.01.2024).
5. Гелисханов, И. З. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития / И. З. Гелисханов, Т. Н. Юдина, А. В. Бабкин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2018. – Т. 11, № 6. – С. 22 – 36. doi: 10.18721/JE.11602
6. Добролюбова, Е. И. Государственное управление по результатам в эпоху цифровой трансформации: обзор зарубежного опыта и перспективы для России / Е. И. Добролюбова // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2018. – № 4. – С. 70 – 93.
7. Кудряшова, Е. В. Информационные технологии для стратегического планирования в России: этапы развития и перспективы / Е. В. Кудряшова // Государственная власть и местное самоуправление. – 2021. – № 2. – С. 36 – 40. doi: 10.18572/1813-1247-2021-2-36-40
8. Принципы формирования системы цифровой отчетности о реализации документов стратегического планирования / С. А. Липина, Н. Ю. Сорокина, Л. А. Беляевская-Плотник, Л. К. Бочарова // Инновации. – 2018. – № 4(234). – С. 43 – 48.
9. Указ о национальных целях развития России до 2030 года. – Текст: электронный. – URL : <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения: 23.01.2024).

10. Цифровое государственное управление. – Текст: электронный. – URL : https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/882/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (дата обращения: 23.01.2024).
11. Стратегическое направление в области цифровой трансформации государственного управления : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.10.2021 г. № 2998-р. – Текст: электронный. – URL : <http://government.ru/docs/all/137180/> (дата обращения: 23.01.2024).
12. Матвеев, В. В. Государственное регулирование и поддержка цифровой экономики в России / В. В. Матвеев, В. А. Тарасов // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2019. – № 4(38). – С.185 – 193.
13. Цифровизация ПФО: миссия выполнима. – Текст: электронный. – URL : https://dzen.ru/a/YUKBN_9VdwQTDBVa (дата обращения: 23.01.2024).
14. Курс на цифровизацию контрольно-надзорной и разрешительной деятельности продолжается : Аналитический центр при Правительстве РФ. – 5 окт. 2021 г. – Текст: электронный. – URL : <https://ac.gov.ru/news/page/kurs-na-cifrovizaciju-kontrolnonadzornoj-i-razresitelnoj-deatelnosti-prodolzaetsa-27058> (дата обращения: 23.01.2024).
15. TMT РЕЙТИНГ. – Текст: электронный. – URL : <http://tmt-consulting.ru/wp-content/uploads/TMT-обзор-ШДП-2021.pdf> (дата обращения: 23.01.2024).
16. Индикаторы цифровой экономики: 2022 : статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, С. А. Васильковский, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг [и др.]. – М. : НИУ ВШЭ, 2023. – 332 с. doi: 10.17323/978-5-7598-2697-2
17. Цифровая экономика: 2024 : краткий статистический сборник. – Текст: электронный / В. Л. Абашкин, Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг [и др.]. – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 124 с. – URL : <https://www.hse.ru/primarydata/icekr> (дата обращения: 23.01.2024).
18. Жиряков, В. А. Цифровизация стратегического планирования в контексте изменения методологии планирования на современном этапе / В. А. Жиряков // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 6. – С. 192 – 196.
19. Перспективы и проблемы использования искусственного интеллекта в регионах Российской Федерации. – Текст: электронный. – URL : <https://www.csr.ru/upload/iblock/82f/tse64fmdsetwhhpd6e57a3wjtsud6mdx.pdf> (дата обращения: 23.01.2024)
20. Исследователи ВШЭ определили уровень цифровизации регионов России. – Текст: электронный. – URL : <https://trends.rbc.ru/trends/social/633416539a79470a8f19af1e> (дата обращения: 01.11.2023).
21. Цифровизация регионов России. – Текст: электронный. – URL : https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация_регионов_России (дата обращения: 23.01.2024).
22. Росстат: почти треть домохозяйств не имеет доступа к Интернету. – Текст: электронный. – URL : <https://www.kommersant.ru/doc/4900915> (дата обращения: 23.01.2024).
23. В Роскомнадзоре рассказали, сколько человек в России пользуются Интернетом. – Текст: электронный. – URL : <https://www.fontanka.ru/2021/10/19/70202651/> (дата обращения: 23.01.2024).
24. Домохозяйства – в онлайн. – Текст: электронный. – URL : <https://rspectr.com/infographics/domohozaystva-v-onlajn> (дата обращения: 23.01.2024).
25. IT-отрасль: состояние, проблемы, перспективы – Текст: электронный // Аналитический вестник. – 2022. – № 26(816). – 105 с. – URL : <http://council.gov.ru/media/files/A4dOj2iJSGAAkF5mFhA5BgDkCMJGBLjB.pdf> (дата обращения: 01.11.2023).

References

1. Lenchuk Ye.B., Voytolovskiy F.G., Kuvalin D.B. [Strategic planning in public administration: experience, opportunities and prospects], *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting], 2020, no. 6, pp. 46-55. doi: 10.47711/0868-6351-183-46-55 (In Russ., abstract in Eng.)
2. Bukhval'd Ye.M. [Fundamentals of state policy in the field of strategic planning: unresolved problems], *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences], 2022, no. 1, pp. 32-49. doi: 10.52180/2073-6487_2022_1_32_49 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Golubchikova V.Yu. [Purpose of state regulation in a modern market economy], *Vestnik universiteta* [Bulletin of the University], 2016, no. 5, pp. 68-73. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Available at: <https://zakupki-digital.ru/novosti/sergej-glazev-strategicheskoe-planirovanie-i-investruibl-spasut-jekonomiku-rf/> (accessed 23 January 2024).
5. Geliskhanov I.Z., Yudina T.N., Babkin A.V. [Digital platforms in economics: essence, models, development trends], *Nauchno-tehnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskkiye nauki* [Scientific and Technical Journal of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences], 2018, vol. 11, no. 6, pp. 22-36. doi: 10.18721/JE.11602 (In Russ., abstract in Eng.)
6. Dobrolyubova Ye.I. [Public management by results in the era of digital transformation: a review of foreign experience and prospects for Russia], *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya* [Issues of state and municipal administration], 2018, no. 4, pp. 70-93. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Kudryashova Ye.V. [Information technologies for strategic planning in Russia: stages of development and prospects], *Gosudarstvennaya vlast' i mestnoye samoupravleniye* [State power and local self-government], 2021, no. 2, pp. 36-40. doi: 10.18572/1813-1247-2021-2-36-40 (In Russ., abstract in Eng.)
8. Lipina S.A., Sorokina N.Yu., Belyayevskaya-Plotnik L.A., Bocharova L.K. [Principles of forming a digital reporting system on the implementation of strategic planning documents], *Innovatsii* [Innovations], 2018, no. 4(234), pp. 43-48. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728> (accessed 23 January 2024).
10. Available at: https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/882/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (accessed 23 January 2024).
11. Available at: <http://government.ru/docs/all/137180/> (accessed 23 January 2024).
12. Matveyev V.V., Tarasov V.A. [State regulation and support of the digital economy in Russia], *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya* [Innovative economy: prospects for development and improvement], 2019, no. 4(38), pp. 185-193. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Available at: https://dzen.ru/a/YYKBN_9VdwQTDBVa (accessed 23 January 2024).
14. Available at: <https://ac.gov.ru/news/page/kurs-na-cifrovizaciu-kontrolno-nadzornoj-i-razresitelnoj-deatelnosti-prodolzaetsa-27058> (accessed 23 January 2024).
15. Available at: <http://tmt-consulting.ru/wp-content/uploads/TMT-обзор-III/II-2021.pdf> (accessed 23 January 2024).
16. Abdrakhmanova G.I., Vasil'kovskiy S.A., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. [et al.], *Indikatory tsifrovoy ekonomiki: 2022: statisticheskii sbornik* [Indicators of the digital economy: 2022: statistical collection], Moscow: NIU VSHE, 2023, 332 p. doi: 10.17323/978-5-7598-2697-2 (In Russ.)
17. Available at: <https://www.hse.ru/primarydata/icekr> (accessed 23 January 2024).

18. Zhiryakov V.A. [Digitalization of strategic planning in the context of changing planning methodology at the present stage], *Innovatsii i investitsii* [Innovations and investments], 2022, no. 6, pp. 192-196. (In Russ., abstract in Eng.)
19. Available at: <https://www.csr.ru/upload/iblock/82f/tse64findsetwhhpd6e57a3wjtsud6mdx.pdf> (accessed 23 January 2024)
20. Available at: <https://trends.rbc.ru/trends/social/633416539a79470a8f19af1e> (accessed 23 November 2023).
21. Available at: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация_регионов_России (accessed 23 January 2024).
22. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4900915> (accessed 23 January 2024).
23. Available at: <https://www.fontanka.ru/2021/10/19/70202651/> (accessed 23 January 2024).
24. Available at: <https://rspectr.com/infographics/domohozyajstva-v-onlajn> (accessed 23 January 2024).
25. Available at: <http://council.gov.ru/media/files/A4dOj2iJSGAAkF5mFhA5BgDkCMJGBLjB.pdf> (accessed 23 November 2023).
-

The Role of Digital Strategic Planning in State Regulation of the Economy

V. V. Medvedev

National Technology Initiative Project Support Fund, Moscow, Russia

Keywords: government regulation; national and federal projects; federal districts; digital strategic planning; digital transformation of Russian regions; digital economy; SWOT analysis.

Abstract: Effective government regulation is of particular importance for the socio-economic development of the country, as it ensures its continuity, consistency, and logic. The purpose of this study is to maximally specify the role of digital strategic planning in the development of the national economy of the Russian Federation. The paper substantiates that the effectiveness of government regulation is determined by the quality of strategic planning, which largely depends on the level of its digitalization. To confirm this fact, the article uses methods of content analysis, statistical data analysis, and strategic analysis – SWOT analysis. The absolute and relative indicators of costs for the development of the digital economy of Russia were analyzed, which made it possible to identify factors that positively and negatively affect digital transformation. Particular attention is paid to the regional aspect of the digital transformation of the economy.

© В. В. Медведев, 2024

КЛЮЧЕВАЯ СТАВКА: АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ИНВЕСТИЦИОННЫЙ РОСТ

М. Г. Тиндова, И. М. Кублин, Р. Р. Толстяков

*НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва, Россия;
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», Саратов, Россия;
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Россия*

Ключевые слова: инвестиции; коинтеграционный анализ; ключевая ставка; сектор экономики.

Аннотация: Приведен коинтеграционный анализ влияния динамики ключевой ставки на объемы привлекаемых инвестиций в различные секторы российской экономики. Проанализированы: динамика ключевой ставки ЦБ РФ за временной период с 2013 по 2022 гг. на основе показателей динамики; корреляционная связь между ключевой ставкой и уровнем инфляции в России. Рассмотрена динамика привлечения инвестиционных средств по отраслям российской экономики за тот же период, а также смоделированы уравнения трендов, характерных для рассматриваемых инвестиций. Дан коинтеграционный анализ влияния ключевой ставки на уровень инвестиций, итогом которого является построение прогнозных моделей с использованием уравнений по отклонениям от трендов. Вместе с тем отмечено, что ошибка аппроксимации полученных моделей варьируется от 4,6 до 11,9 %.

Введение

В настоящее время экономическое пространство в мировом хозяйстве можно представить как динамично развивающиеся глобализированные процессы, которые несопоставимы с предыдущими тенденциями привле-

Тиндова Мария Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент, профессор кафедры бизнес-статистики, НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва, Россия; Кублин Игорь Михайлович – доктор экономических наук, профессор кафедры экономика и маркетинг, e-mail: ikublin@mail.ru; ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», Саратов, Россия; Толстяков Роман Рашидович – доктор экономических наук, профессор, директор Института экономики и качества жизни, ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

чения инвестиционных ресурсов в развитие промышленности и экономики. При этом экономические системы различных государств, формирующих собственный тренд развития, базируются на ключевых ставках действующих в них банковских систем.

Ключевая ставка ЦБ РФ, связанная с инвестиционной привлекательностью средств для бизнеса, в последнее время находится в непрерывной трансформации. В подобных условиях невозможно заметное оживление отраслей промышленности без влияния ключевой ставки на привлекательность предпринимательской деятельности и развитие бизнеса. Отсутствие экономической стабильности приводит к непрерывному изменению ключевой ставки и некоторой рассогласованности в функционировании субъектов экономических отношений в различных отраслях народного хозяйства. В этой связи необходимо своевременно регулировать ключевую ставку ЦБ в целях привлечения инвестиционных ресурсов в инновационное развитие отраслей отечественной экономики.

Активизация процессов привлечения инвестиционных средств на развитие субъектов экономической деятельности зависит от ключевой ставки ЦБ РФ и глубокого мониторинга показателей, влияющих на развитие и конкурентоспособность отечественной промышленности.

Цель работы – формирование объективного представления о влиянии темпов динамики ключевой ставки ЦБ РФ на объемы привлекаемых инвестиционных средств в различные секторы российской экономики.

Методика исследования

Методической основой проведенного исследования стало использование диалектического и абстрактного методов, системного и процессного подходов. С учетом области исследования применялись общенаучные и специальные методы синтеза и эмпирического анализа, методы моделирования и формальной логики с применением экономического и экспертного анализа, предоставившие возможность определить специфику изменения ключевой ставки, проанализировать динамику ее изменения и раскрыть характер воздействия на темпы инфляции и инвестиционную ситуацию.

Результаты исследования

Финансирование деятельности любого хозяйствующего субъекта осуществляется из двух источников – собственных и заемных средств, а именно кредитов [1]. Привлекательность подобных источников финансирования для субъектов экономических отношений зависит от размера ставки процента [2], которая в свою очередь изменяется под действием ключевой ставки, устанавливаемой ЦБ РФ [3].

К специфическим особенностям формирования ключевой ставки проявляется повышенный интерес теоретиков и практических работников, так как она оказывает влияние на инвестиционный климат и реакцию экономических агентов на действия ЦБ РФ. Изменение ключевой ставки дает возможность установить предельные значения воздействия данного фактора на состояние и функционирование отечественной экономики. Кроме того, ключевая ставка влияет на величину налогов по вкладам, размер пе-

ни по налогам и сборам. На основе нее проводится расчет компенсаций за несвоевременную выплату заработной платы и в некоторых других сферах¹.

С другой стороны, как отмечают аналитики, объем инвестирования физических лиц последние годы неуклонно растет и в крупных городах России, где привлечением инвестиционных средств занимается до 10 % населения. Самыми популярными сферами инвестирования частного капитала является финансовый сектор (около 15 % от общей доли инвестиций), инвестиции в потребительские товары (около 13 %), сфера IT (около 11 %), энергетика, сырьевая промышленность, связь и здравоохранение [4].

Привлекательными, с точки зрения частного инвестирования, являются те компании, которые отличаются стабильным ростом, чувствующие себя уверенно при увеличении инфляции и изменениях ключевой ставки [5].

Таким образом, ключевая ставка является одним из базовых параметров оценки привлекательности инвестиционного климата, доступности финансовых потоков для бизнеса и возможности небанковских вложений для частного капитала [6].

Выберем в качестве объектов исследования объемы инвестиций:

- x_1 – сельское и лесное хозяйство, рыболовство и рыбоводство, охоту;
- x_2 – добычу полезных ископаемых;
- x_3 – обрабатывающие производства;
- x_4 – строительную сферу;
- x_5 – оптовую и розничную торговлю;
- x_6 – транспортировку и хранение товаров различного назначения;
- x_7 – деятельность в области коммуникаций, информации и связи;
- x_8 – образовательную и профессиональную, научную и техническую деятельность;
- x_9 – прочее, куда входят услуги, предоставляемые ЖКХ, коммерческая деятельность гостиниц и предприятий общественного питания, а также различная административная деятельность².

В качестве анализируемого периода исследования рассмотрен временной интервал с 2013 по 2022 гг.

Анализ динамики ключевой ставки ЦБ

Рассмотрим показатели динамики трансформации ключевой ставки ЦБ России за анализируемый временной период (рис. 1). Следует отметить, что наблюдался период роста ключевой ставки ЦБ РФ с 2013 по 2015 гг., далее был достаточно продолжительный период снижения с 2015 по 2021 гг. и с 2022 г. снова увеличение ключевой ставки, которое продолжается и в настоящее время.

¹ Официальный сайт CALCUS.RU [Электронный ресурс]. URL: Ключевая ставка ЦБ РФ, динамика, график (calcus.ru)_(дата обращения: 12.02.2024).

² Регионы России. Социально-экономические показатели // Стат. сб. / Госкомстат России [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/sep_region.html (дата обращения: 12.02.2024).

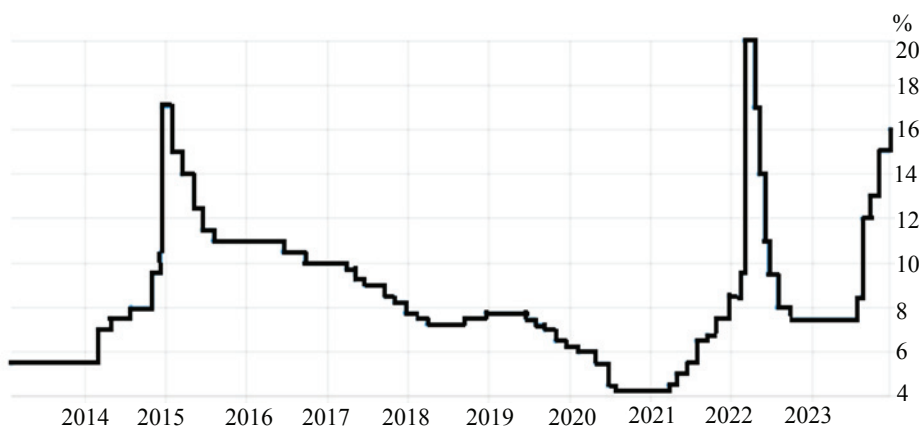


Рис. 1. Динамика изменения ключевой ставки ЦБ РФ с 2013 по 2024 гг.
 Источник: ключевая ставка ЦБ РФ, динамика, график (calculus.ru)

Аналитическая служба ЦБ России рассматривает трансформацию ключевой ставки как некоторый инструмент, влияющий на снижение инфляции. Иными словами, увеличение ключевой ставки приводит к снижению темпов динамики инфляции [7]. При расчете коэффициентов корреляции между размером ключевой ставки и уровнем инфляции видим прямую, а не обратную умеренную связь: $r_{\text{ставка, инфл}} = 0,5302$.

Предположим, что если изменение сегодня ключевой ставки уменьшит инфляцию завтра, то будет наблюдаться более интенсивная позитивная связь (рис. 2), а именно

$$r_{\text{ставка}_t, \text{инфл}_{t-1}} = 0,8425.$$

При этом величина инфляции будет напрямую связана с частотой трансформации ключевой ставки: $r_{\text{инфл., кол-во}} = 0,3465$.

Другими словами, увеличение ключевой ставки приводит к росту, а не снижению инфляции, что негативно сказывается на общем инвестиционном климате для бизнеса.

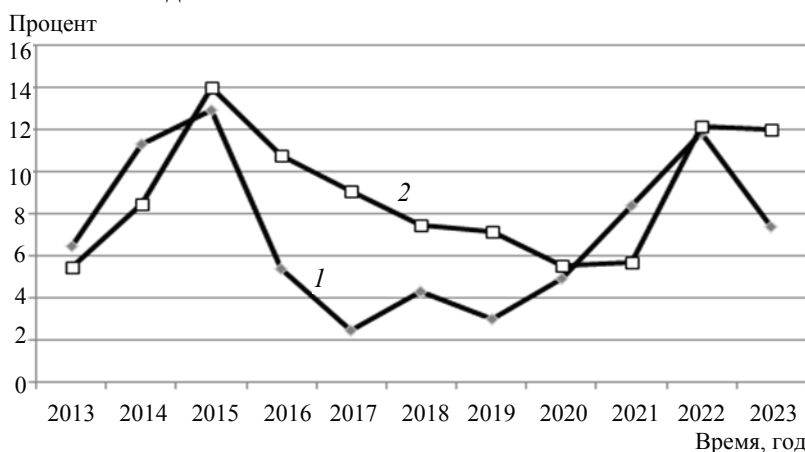


Рис. 2. Изменение ключевой ставки ЦБ РФ и уровня инфляции за 2013 – 2023 гг.:
 1 – инфляция, 2 – ставка

Анализ динамики привлечения инвестиционных средств по секторам отечественной экономики

Рассмотрим динамику привлечения инвестиционных средств по секторам отечественной экономики, демонстрирующую, что в среднем за анализируемый временной период приблизительно 19 % общего объема инвестиций приходится на добывающую отрасль, 18 % – транспортировку и хранение, 15,8 % – обрабатывающую отрасль, 4,8 % – образование (рис. 3). На прочие отрасли приходится приблизительно 3 % и около 27 % всех привлекаемых инвестиционных средств приходится на те отрасли промышленности, которые в исследовании учитываются как «прочее».

Если рассматривать отрасли отдельно, то на отрасль агропромышленного комплекса стабильно выделяется от 3 до 3,5 % общего объема привлекаемых инвестиционных средств. Проведенные исследования показали, что инвестиции в добывающую отрасль увеличивались с 2013 по 2018 гг., когда объемы привлекаемых средств изменялись с 15 до 24 %. Последние три года наблюдается спад до 17,6 % общего объема привлекаемых инвестиций, что объясняется поддержкой и развитием не сырьевых секторов отечественной экономики.

Проведенные исследования показали, что объемы привлекаемых инвестиционных средств в обрабатывающую промышленность колеблются в пределах 16 % от общего объема инвестиций. Следует отметить, что доля инвестиционных средств в строительную отрасль непрерывно увеличивается, но рост незначительный, около 0,2 % в год. Подобная ситуация складывается в торговой сфере, здесь наблюдается обратный процесс, то есть снижение объема привлекаемых инвестиций в пределах 0,3 % в год.

В сфере транспортировки и хранения с 2013 по 2016 гг. наблюдался спад объемов привлекаемых инвестиционных ресурсов с 23 до 16 %, но с 2017 г. – рост объемов инвестиций до 20 % от общего объема, что объясняется возросшими транзитными потоками товаров из Китая и стран Юго-Восточной Азии.

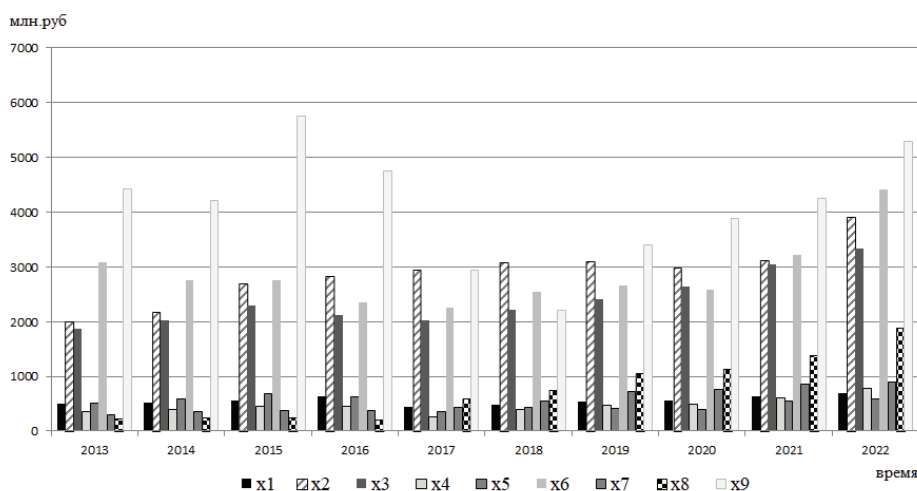


Рис. 3. Динамика инвестиций по секторам российской экономики

На основании статистических данных рассмотрим долю привлекаемых инвестиционных средств в сферу ИТ. Так, начиная с 2018 г., когда были приняты изменения в Доктрину информационной безопасности РФ, доля инвестиционных средств колебалась в пределах от 4,3 до 4,9 % от общего объема инвестиций. По нашему мнению, такой объем привлекаемых средств является недостаточным в силу устремления Правительства РФ развивать высокотехнологичные производства и цифровизировать различные производственные сферы экономики страны.

Увеличение инвестиций в сферу образовательной деятельности с 1,5 до 5 % наблюдался с 2017 г. и в последующие годы, что также можно объяснить положительной динамикой и заинтересованностью Правительства РФ в развитии высокотехнологичных производственных комплексов, которым требуются высококвалифицированные компетентные кадры.

Анализ влияния ключевой ставки на инвестиции

Проведем корреляционный анализ влияния изменения ключевой ставки на объемы инвестирования (в долях от общего объема) в различные секторы российской экономики (табл. 1). Отметим, что максимальное негативное влияние изменения ключевой ставки оказывает на обрабатывающую сферу $r_{ставка, x_3} = -0,4967$ и сферу ИТ ($r_{ставка, x_7} = -0,4434$). Данные коэффициенты значимы по критерию Стьюдента

$$t = \{2,27; 2,01\} > t_{кр} (\alpha = 5 \%, n = 10) = 1,81. \tag{1}$$

Положительное влияние характерно для сферы торговли и переменной x_9 – прочее (корреляция 35 и 39 % соответственно), то есть увеличение ключевой ставки привлекает инвестиции в те отрасли народного хозяйства, где возможен перенос возрастающих издержек на потребителя, а именно сферу торговли и ЖКХ.

Таблица 1
Корреляционное влияние ключевой ставки на инфляцию

Переменные	Размер ставки	Инфляция	Число изменений ставки за год
x_1	− 0,1608	− 0,3791	− 0,7251
x_2	− 0,0388	− 0,7014	0,1350
x_3	− 0,4967	−0,4957	0,3818
x_4	− 0,0371	0,3208	0,3086
x_5	0,3553	0,4125	− 0,4852
x_6	− 0,2519	0,1942	− 0,1531
x_7	− 0,4434	− 0,3852	0,4886
x_8	− 0,2848	− 0,2056	0,6546
x_9	0,3973	0,5111	− 0,4233

Также изменение ключевой ставки оказывает негативное влияние на инвестиционный климат в индустрии транспортировки и хранения, в образовании и сельском хозяйстве, что соответствует корреляции от 16 до 25 %. Однако для тех отраслей народного хозяйства, где размер ключевой ставки оказывает не очень сильное влияние на размер привлекаемых инвестиций, более значимым становится количество изменений ключевой ставки за год. Кроме того, проведенный корреляционный анализ показал, что динамика инфляции сильнее влияет на объемы инвестирования по сравнению с изменением ключевой ставки.

Далее проведем коинтеграционный анализ исходной базы данных в целях построения оценочных моделей зависимости размеров инвестирования от ключевой ставки по отраслям экономики. С этой целью построим уравнения, описывающие долговременное изменение рассматриваемых переменных во времени (табл. 2).

Для проверки коинтеграционных связей между выбранными переменными проведем тест Ингла–Грэнджера. Так, для переменной x_1 построим линейную регрессию между рядами x_1 и ключевой ставкой

$$\hat{x}_{1t} = 3,8 - 0,02 \text{ст}_t + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где параметр b_1 рассматриваемого уравнения незначим при показателях $\alpha = 5\%$, $R^2 = 0,035$ и он также будет незначим по критерию Фишера. Учитывая остатки по данной регрессии, построим зависимость вида

$$\Delta \varepsilon_t = a + b \varepsilon_{t-1} = 0 - 0,046 \varepsilon_{t-1}. \quad (3)$$

Таблица 2

Уравнения основной тенденции

Переменная	Уравнение тренда	Коэффициент детерминации	Значимые параметры
x_1	$\hat{x}_1 = 4,01 - 0,05t$	0,291	b_0
x_2	$\hat{x}_2 = 10,4 + 3,8t - 0,32t^2$	0,731	b_0, b_1, b_2, R^2
x_3	$\hat{x}_3 = 14,4 + 0,26t$	0,428	b_0, b_1, R^2
x_4	$\hat{x}_4 = 2,57 + 0,08t$	0,418	
x_5	$\hat{x}_5 = 4,55 - 0,19t$	0,648	
x_6	$\hat{x}_6 = 24,3 - 2,3t + 0,18t^2$	0,554	b_0, b_1, b_2
x_7	$\hat{x}_7 = 1,88 + 0,32t$	0,766	b_0, b_1, R^2
x_8	$\hat{x}_8 = -0,25 + 0,92t$	0,902	b_1, R^2
x_9	$\hat{x}_9 = 40,1 - 3,9t + 0,23t^2$	0,576	b_0, R^2
Ставка	$\hat{\text{ст}} = -3,8 + 11,1t - 2,4t^2 + 0,14t^3$	0,846	b_1, b_2, b_3, R^2
Инфляция	$\hat{\text{инф}} = -17,9 + 37,3t - 15,7t^2 + 2,7t^3 - 0,2t^4 + 0,01t^5$	0,902	b_1, R^2

Расчетное значение t -статистики для параметра b равно 0,1; критическое значение критерия Ингла–Грэнджера при $\alpha = 5 \%$ равно 1,9439 [8].

Исходя из полученных данных, сделаем вывод, что гипотеза об отсутствии коинтеграции между рядами может быть принята с вероятностью 95 %. При этом будем утверждать отсутствие связи в долговременном формировании тенденций исследуемых временных рядов.

Проведем тест для оценки совместного влияния ключевой ставки и уровня инфляции с использованием уравнения

$$\hat{x}_{1t} = 3,8 + 0,007 \text{ст}_t - 0,03 \text{инф}_t + \varepsilon_t, \quad (4)$$

где $R^2 = 0,147$ и параметры незначимы.

Далее строим зависимость

$$\Delta \varepsilon_t = 0,26 - 0,017 \varepsilon_{t-1}, \quad (5)$$

где t -статистика для параметра b равна 0,4, что говорит об отсутствии долговременной связи в тенденциях формирования инвестиций в сельское хозяйство и ключевой ставки совместно с показателем инфляции.

Аналогично для других переменных:

– для x_2 :

$$\hat{x}_{2t} = 19,5 - 0,04 \text{ст}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,151, \quad (6)$$

$$\Delta \varepsilon_t = 0,39 + 0,63 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 2,72. \quad (7)$$

Рассматриваемая гипотеза отклоняется и с вероятностью в 95 % и будем утверждать о совпадении динамики привлечения инвестиций в добывающую отрасль и ключевой ставки. При этом совместное влияние ставки и привлекаемых инвестиций будет иметь вид:

$$\hat{x}_{2t} = 20,3 + 0,53 \text{ст}_t - 0,79 \text{инф}_t + \varepsilon_t, \quad (8)$$

$$\Delta \varepsilon_t = 0,33 - 0,07 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 0,25, \quad (9)$$

гипотеза принимается и коинтеграции между рядами нет;

– для x_3 :

$$\hat{x}_{3t} = 17,6 - 0,21 \text{ст}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,246, \quad (10)$$

$$\Delta \varepsilon_t = 0,27 + 0,34 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 1,98, \quad (11)$$

гипотеза отклоняется и с вероятностью в 95 % будем говорить о совпадении динамики привлечения инвестиций в обрабатывающую отрасль и ключевой ставки.

Для совместного влияния ставки и инвестиций имеем:

$$\hat{x}_{3t} = 17,7 - 0,13 \text{ст}_t - 0,10 \text{инф}_t + \varepsilon_t, \quad (12)$$

$$\Delta \varepsilon_t = 0,25 - 0,17 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 0,75, \quad (13)$$

гипотеза принимается и коинтеграция между рядами отсутствует;

– для x_4 обе гипотезы принимаются и коинтеграции между рядами нет;

– для x_5

$$\hat{x}_{5t} = 2,68 + 0,09 \text{ст}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,126, \quad (14)$$

$$\Delta \varepsilon_t = -0,12 + 0,41 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 2,09, \quad (15)$$

гипотезу отклоним и с вероятностью в 95 % возможно говорить о совпадении динамики привлечения инвестиционных средств в сферу торговли и ключевой ставки.

Для совместного влияния ставки и инвестиций имеем:

$$\hat{x}_{5t} = 2,6 + 0,04 \text{ст}_t - 0,06 \text{инф}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,193, \quad (16)$$

$$\Delta \varepsilon_t = -0,13 + 0,51 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 2,22, \quad (17)$$

гипотеза отклоняется и коинтеграция между рядами существует;

– для x_6 : обе гипотезы принимаются и коинтеграции между рядами нет;

– для x_7 :

$$\hat{x}_{7t} = 5,11 - 0,16 \text{ст}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,196, \quad (18)$$

$$\Delta \varepsilon_t = 0,30 + 0,71 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 6,37, \quad (19)$$

гипотеза отклоняется и с вероятностью 95 % будем говорить о совпадении динамики привлекаемых инвестиций в сферу ИТ и ключевой ставки.

Для совместного влияния ставки и инвестиций имеем:

$$\hat{x}_{7t} = 5,1 - 0,12 \text{ст}_t - 0,06 \text{инф}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,224, \quad (20)$$

$$\Delta \varepsilon_t = 0,30 + 0,71 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 4,7, \quad (21)$$

гипотеза отклоняется и коинтеграция между рядами существует;

– для x_8 :

$$\hat{x}_{8t} = 7,2 - 0,28 \text{ст}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,181, \quad (22)$$

$$\Delta \varepsilon_t = 0,95 + 0,94 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 4,78, \quad (23)$$

гипотеза отклоняется и коинтеграция есть.

Для совместного влияния ключевой ставки и инвестиций имеем:

$$\hat{x}_{8t} = 7,31 - 0,24 \text{ст}_t - 0,05 \text{инф}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,184, \quad (24)$$

$$\Delta \varepsilon_t = 0,97 + 0,97 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 4,81, \quad (25)$$

гипотеза отклоняется и коинтеграция между рядами существует;

– для x_9 :

$$\hat{x}_{9t} = 20,2 + 0,81 \text{ст}_t + \varepsilon_t, \quad R^2 = 0,157, \quad (26)$$

$$\Delta \varepsilon_t = -1,33 + 0,57 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 2,20, \quad (27)$$

гипотеза отклоняется и коинтеграция есть.

Для совместного влияния ключевой ставки и привлекаемых инвестиций имеем:

$$\hat{x}_{9t} = 19,6 + 0,33 \text{ст}_t + 0,66 \text{инф}_t + \varepsilon_t, \quad (28)$$

$$\Delta \varepsilon_t = -1,2 + 0,43 \varepsilon_{t-1}, \quad t_b = 1,30, \quad (29)$$

гипотеза принимается и коинтеграции между рядами не существует.

Таким образом, коинтеграционные процессы наблюдаются между теми переменными, в которых существуют корреляционные связи, установленные в табл. 1, а именно между рядом динамики ключевой ставки и временным рядом привлекаемых инвестиций в добывающую отрасль x_2 , обрабатывающую отрасль x_3 , сферу торговли x_5 , сферу ИТ x_7 , сферу образования x_8 и переменной прочее x_9 .

Совместное коинтеграционное влияние ключевой ставки и инфляции характерно для инвестиционных средств в сферу торговли x_5 , сферу ИТ x_7 , образования x_8 .

Для прогнозирования изменения инвестиций в различные сферы российской экономики построим уравнения регрессий по отклонениям от трендов [9]. С этой целью в явном виде представим уравнение вида:

$$\varepsilon_{tx_i} = a + b \varepsilon_{t\text{ст}} \quad (\text{модель 1}) \quad (30)$$

или

$$\varepsilon_{tx_i} = a + b \varepsilon_{t\text{ст}} + c \varepsilon_{t\text{инф}} \quad (\text{модель 2}). \quad (31)$$

Так, для переменной x_2 имеем

$$\varepsilon_{tx_2} = 0 - 0,26 \varepsilon_{t\text{ст}}. \quad (32)$$

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,351$ и он значим по критерию Фишера. Коэффициент b значим по критерию Стьюдента и показывает, что случайные отклонения по ряду инвестиций в добывающую отрасль в 0,26 раза ниже случайных колебаний в ряду динамики ключевой ставки. Подставляя в последнее уравнение выражения для остатков соответствующих уравнений трендов и выполняя затем арифметические преобразования, окончательно имеем уравнение

$$x_{2t} = 9,412 + 6,686t - 0,944t^2 + 0,0364t^3 - 0,26\text{ст}_t + \varepsilon. \quad (33)$$

В данном уравнении параметр $b_1 = 6,686$ показывает, что воздействие всех факторов, кроме ключевой ставки на долю инвестиций в добывающую отрасль приводит к ее среднегодовому росту на 6,686 %.

Параметр $b_2 = -0,944$ показывает скорость данного процесса, то есть ежегодно данное влияние приводит к снижению роста инвестирования на 0,944 %.

Параметр $b_3 = 0,0364$ показывает ускорение изменения инвестирования под воздействием всех факторов, кроме ключевой ставки.

Параметр $b_4 = -0,26$ говорит о том, что если ключевая ставка в России увеличится на 1 %, то доля инвестиций в добывающую отрасль сократится на 0,26 %.

Таблица 3

**Прогноз объемов инвестирования для уравнений
по отклонениям от трендов**

Пере- менная	Уравнение	δ , %	Прогноз, %	
			2023	2024
x_2	$x_{2t} = 9,412 + 6,686t - 0,944t^2 + 0,0364t^3 - 0,26ст_t$	9,57	11,9	7,9
x_3	$x_{3t} = 13,184 + 3,812t - 0,768t^2 + 0,0448t^3 - 0,32ст_t$	4,6	15,3	15,1
x_5	$x_{5t} = 4,246 + 0,698t - 0,192t^2 + 0,0112t^3 - 0,08ст_t$	11,9	1,9	1,7
x_7	$x_{7t} = 1,69 + 0,875t - 0,12t^2 + 0,007t^3 - 0,05ст_t$	10,8	5,1	5,3
x_8	$x_{8t} = -0,098 + 0,476t + 0,09t^2 - 0,006t^3 + 0,04ст_t$	10,5	10,1	11,1
x_9	$x_{9t} = 43,672 - 14,334t + 2,486t^2 - 0,132t^3 + 0,94ст_t$	11,8	30,5	33,5

В результате прогнозные значения будут изменяться. Если ключевая ставка примет значение 20,1 %, то доля инвестиций в добывающую отрасль составит 11,9 % от общего объема инвестиций. При этом ошибка аппроксимации данной модели будет составлять $\delta = 9,57$ %. Исходя из изложенного, общие прогнозные результаты на 2023–2024 гг. можно представить в табл. 3.

Таким образом, построенные модели показывают, что в 2023–2024 гг. прогнозируется снижение инвестирования в добывающие и обрабатывающие производства, а также сферу торговли на фоне увеличения инвестирования в образование, ИТ и сектор администрирования.

Заключение

Проведенный анализ продемонстрировал, что увеличение ключевой ставки перераспределяет инвестиционные средства в российской экономике в сторону отраслей, в которых издержки могут быть переложены на потребителей. В целом на длительную перспективу такая ситуация негативно может сказаться на сбалансированном развитии экономики: будет снижаться развитие обрабатывающих, а также наукоемких отраслей отечественной промышленности, в том числе и ИТ. Однако построенные коинтеграционные модели в краткосрочной перспективе показали возможность увеличения инвестиций в отрасль отечественной ИТ-индустрии и перерабатывающие отрасли промышленности. В этой связи субъекты экономических отношений должны выстраивать стратегии своего развития с учетом динамики изменения ключевых ставок при всех критериях, установленных нормативными актами.

Список литературы

1. Воронов, А. А. Моделирование конкурентоспособности продукции / А. А. Воронов // Стандарты и качество. – 2004. – № 11. – С. 44 – 47.
2. Рубаков, С. В. Современные методы анализа данных / С. В. Рубаков // Наука. Инновации. Образование. – 2008. – Т. 3, № 4. – С. 165 – 176.
3. Отраслевые особенности цифровой трансформации основных видов экономической деятельности в Российской Федерации / И. М. Кублин, В. И. Найденков, А. Р. Пугаева, А. А. Воронов // Экономика устойчивого развития. – 2023. – № 3(55). – С. 41 – 45.
4. Артамонова, Д. Кто и как инвестировал в России в 2023 году. – Текст: электронный. – URL: Кто и как инвестировал в России в 2023 году – Ведомости (vedomosti.ru) (дата обращения: 12.02.2024).
5. Толстяков, Р. Р. Основные факторы формирования информационной экономики : дис. ... канд. экон. наук / Толстяков Роман Рашидович. – Тамбов, 2003. – 165 с.
6. Кублин, И. М. Динамический анализ перевозок железнодорожным транспортом и инфраструктурные возможности обеспечения их роста / И. М. Кублин, А. А. Воронов, М. Г. Тиндова // Транспортное дело России. – 2022. – № 1. – С. 65 – 69.
7. Попов, Е. В. Институциональные факторы развития финансовых технологий в России / Е. В. Попов, Ж. Омонов, Д. Б. Шульгин // Journal of Applied Economic Research. – 2020. – Т. 19, № 4. – С. 585 – 604.
8. Тиндова, М. Г. Аналитическое планирование / М. Г. Тиндова, О. М. Балабан. – Саратов : КУБиК, 2021. – 64 с.
9. Сажин, Ю. В. Анализ временных рядов и прогнозирование : учебник / Ю. В. Сажин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – 192 с.

References

1. Voronov A.A. [Modeling the competitiveness of products / A. A. Voronov], *Standarty i kachestvo* [Standards and quality], 2004, no. 11, pp. 44-47. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Rubakov S.V. [Modern methods of data analysis], *Nauka. Innovatsii. Obrazovaniye* [Science. Innovation. Education], 2008, vol. 3, no. 4, pp. 165-176. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Kublin I.M., Naydenkov V.I., Pugayeva A.R., Voronov A.A. [Industry features of digital transformation of the main types of economic activity in the Russian Federation], *Ekonomika ustoychivogo razvitiya* [Economics of sustainable development], 2023, no. 3(55), pp. 41-45. (In Russ., abstract in Eng.)
4. available at: Kto i kak investiroval v Rossii v 2023 godu - Vedomosti (vedomosti.ru) (accessed 12 February 2024).
5. Tolstyakov R.R. *PhD Dissertation (Economic)*, Tambov, 2003, 165 p. (In Russ.)
6. Kublin I.M., Voronov A.A., Tindova M.G. [Dynamic analysis of railway transportation and infrastructural possibilities for ensuring their growth], *Transportnoye delo Rossii* [Transport business of Russia], 2022, no. № 1, pp. 65-69. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Popov Ye.V., Omonov Zh., Shul'gin D.B. [Institutional factors in the development of financial technologies in Russia], *Journal of Applied Economic Research*, 2020, vol. 19, no. 4, pp. 585-604. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Tindova M.G., Balaban O.M. *Analiticheskoye planirovaniye* [Analytical planning], Saratov: KUBiK, 2021, 64 p. (In Russ.)
9. Sazhin Yu.V. *Analiz vremennykh ryadov i prognozirovaniye: uchebnik* [Time series analysis and forecasting: textbook], Saransk: Izdatel'stvo Mordov. universiteta, 2013, 192 p. (In Russ.)

Key Rate: Analysis of Dynamics and Assessment of the Impact on Investment Growth

M. G. Tindova, I. M. Kublin, R. R. Tolstyakov

*Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow, Russia;
Saratov State Technical University named after Yu. A. Gagarin, Saratov,
Russia; Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

Keywords: investments; co-integration analysis; key rate; economic sector.

Abstract: The article provides a co-integration analysis of the impact of the dynamics of the key rate on the volume of attracted investments in various sectors of the Russian economy. At the first step of the research, the dynamics of the key rate of the Central Bank of the Russian Federation for the time period from 2013 to 2022 was analyzed through dynamics indicators; also, the correlation between the key rate and the inflation rate in Russia was analyzed. At the next step of the research work, the dynamics of attracting investment funds by sectors of the Russian economy over the same period was analyzed, and the equations of trends characteristic of the investments in question were modeled. At the third stage, a co-integration analysis of the impact of the key rate on the level of investment was carried out, the result of which was the construction of predictive models using equations for deviations from trends. At the same time, it is noted that the approximation error of the obtained models varied from 4.6 to 11.9 %. The aim of the paper is to form an objective idea of the impact of the dynamics of the key rate of the Central Bank of the Russian Federation on the volume of attracted investment funds in various sectors of the Russian economy.

© М. Г. Тиндова, И. М. Кублин, Р. Р. Толстяков, 2024

К ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

А. А. Баламутова, Н. С. Попов, С. Г. Толстых

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

Ключевые слова: вычислительный эксперимент; исследовательские компетенции; моделирование; цифровое общество; цифровая экономика; цифровая экология.

Аннотация: Масштабное использование информационно-коммуникационных технологий в разных отраслях экономики страны предопределило ряд новых направлений по подготовке научных кадров, способных осуществлять исследования в цифровой сфере – с использованием динамических моделей объектов, систем с искусственным интеллектом, методов принятия решений в условиях неопределенности и т.д. В вузах подготовка кадров для цифровой экономики осуществляется на основе Федеральных государственных образовательных стандартов. Новизна новых требований к выпускникам вузов состоит в том, чтобы они обладали исследовательскими компетенциями, позволяющими применять знания, умения и навыки, основанные на цифровых технологиях. В работе формирование исследовательских компетенций является результатом использования деятельностного подхода к получению цифровой информации.

Введение

Общество, основанное на знаниях, – исторически закономерный этап в развитии цивилизации, на котором решающее значение имеют результаты мыслительной (информационной) деятельности человека. Это новая

Баламутова Анна Андреевна – аспирант 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; Толстых Светлана Германовна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

реальность наилучшим образом соотносится с ноосферологией академика В. И. Вернадского, проведшего анализ тенденций хозяйственной деятельности человека в биосфере и сделавшего вывод о грядущих качественных изменениях в отношениях общества с природой. В основу ответственного управления биосферными процессами он положил сознательную и созидательную силу общества, его постоянно растущие интеллектуальный и информационно-смысловой потенциалы.

В настоящее время информационные и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) являются драйверами развития экономики, науки, культуры и образования, универсальными средствами трансформации постиндустриального общества в информационное, использующее виртуальную реальность, робототехнику, цифровое управление производством, искусственный интеллект, машинное обучение, обработку больших потоков данных и многое др.

Вопросам информатизации российского общества в последнее время уделяется особое внимание. В утвержденной в России «Стратегии развития информационного общества РФ на 2017 – 2030 гг.» информационное общество рассматривается как «общество, в котором информация и уровень ее применения и доступности кардинальным образом влияют на экономические и социокультурные условия жизни граждан» [1]. В Указе Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» утверждены национальные проекты (программы) по ряду направлений, включая образование, экологию, науку, цифровую экономику и др. В частности, в сфере образования ставятся задачи модернизации профессионального образования посредством внедрения адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ. В распоряжении Правительства РФ от 28.07.2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» подчеркивается значимость формирования *исследовательских компетенций* в сфере цифровой экономики, использования отечественного программного обеспечения и оборудования. К основным целям направления, касающегося кадровой политики и образования, относится и создание ключевых условий для подготовки кадров цифровой экономики.

Вследствие этого Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) высшего образования практически по всем направлениям подготовки кадров в РФ содержат дисциплины прямо или косвенно использующие информационные технологии. В их числе: языки программирования и моделирования, электронные обучающие ресурсы, универсальные пакеты программ, электронные учебные пособия, средства мультимедиа, сайты, порталы, сервисы Web 2.0, smart-технологии, подкасты, вебинары, онлайн-курсы и многое др.

Общие требования к электронным образовательным ресурсам, используемым в процессе обучения с применением ИКТ, содержатся в национальном стандарте РФ: ГОСТ Р 53620–2009 Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные образовательные ресурсы.

Ключевыми компетенциями в сфере цифровой экономики являются:

- 1) способность обучающихся использовать цифровые средства для достижения поставленных целей;
- 2) умение генерировать новые нестандартные идеи для решения задач цифровой экономики;
- 3) способность выбора нужной информации, ее анализа и синтеза, систематизации, хранения и практического использования;
- 4) знание основ цифровой безопасности и конфиденциальности данных;
- 5) умение разрабатывать цифровые модели процессов, относящихся к профессиональной предметной деятельности.

Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2021 № 3496-р утверждает стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования. В ходе реализации данного направления должны внедряться такие технологии, как искусственный интеллект, аналитическая обработка данных, цифровой двойник, большие данные и ряд др. Для достижения «цифровой зрелости» отрасли, в числе прочего, необходимо одновременное развитие кадров «цифровой экологии» в высших учебных заведениях.

В Тамбовском государственном техническом университете (ТГТУ) на кафедре «Природопользование и защита окружающей среды» обучают бакалавров по двум направлениям: 03.05.06 – «Экология и природопользование» и 20.03.01 – «Техносферная безопасность» и двум аналогичным направлениям подготовки магистрантов: 05.04.06 и 20.04.01. Для второй категории обучающихся особую важность представляют *исследовательские компетенции* в сфере цифровизации экологии, свидетельствующие о готовности выпускника вуза работать с цифровыми технологиями в проектной и изыскательской деятельности, обработки геоинформационных данных, создания эколого-ориентированных экспертных систем, организации автоматизированного рабочего места эколога, применения нейросетевых программ диагностики проблемных ситуаций, возникающих в природо-промышленных системах [2].

Для каждого из названных видов практической деятельности магистров в период их подготовки требуются цифровые дидактические материалы, позволяющие обучающимся достичь глубокого научного понимания профессиональных качеств магистра-эколога и способствующих развитию его деятельностной сферы в направлении адаптации к новым вызовам общества и поиска путей перехода неустойчивой современной экономики на траекторию устойчивого долгосрочного развития. С учетом этого смысл *исследовательских компетенций* состоит в том, чтобы магистрант был способен:

- 1) налаживать и обобщать информацию о структуре и функциях объектов исследования;
- 2) обосновывать принадлежность исследуемого объекта к известным типовым категориям;
- 3) формулировать цели, задачи и масштабы проведения научного исследования;
- 4) знать особенности системного подхода к исследованию объекта;

- 5) выдвигать и проверять научные гипотезы в ходе проведения вычислительного эксперимента;
- 6) планировать проведение многофакторных междисциплинарных исследований на основе теории планирования эксперимента;
- 7) владеть технологией проведения вычислительных экспериментов на математической модели с применением метода проб и ошибок (Монте-Карло), теории игр, экспертных оценок и др.;
- 8) сопоставлять результаты вычислительного эксперимента с ранее известными фактами и вносить необходимые коррективы в реализуемую методику исследования;
- 9) верифицировать достоверность новых научных знаний;
- 10) использовать электронные и программные средства получения, обработки и демонстрации результатов исследования.

Цель исследования – разработка цифровых дидактических материалов подготовки магистров-экологов в сфере планирования и проведения научных исследований на основе средств имитационного моделирования.

Объект цифрового исследования

В качестве учебного объекта для проведения научного исследования выбрана очистная система канализации (**ОСК**) г. Тамбова, являющаяся базой практики бакалавров и магистров-экологов ТГТУ. Особый интерес к работе ОСК вызван и тем обстоятельством, что по постановлению городской администрации на период до 2030 г. проводится реконструкция очистных сооружений для обеспечения глубокой очистки сточных вод.

Важнейшие процессы биологической очистки в ОСК реализуются в подсистеме аэротенк-отстойник (**А-О**), сложность восприятия которых связана с их зависимостью от концентрации примесей и расхода входного потока, температуры окружающей среды, состава иловой массы, активности различных групп микроорганизмов, рН водной среды и т.п.

Для понимания особенностей технологической очистки целесообразно использовать математическую модель процессов, происходящих в аэротенке, и на ее основе проводить вычислительные эксперименты по выявлению причин и характера зависимостей процессов от внешних и внутренних факторов. Такие наглядные эксперименты могут существенно помочь в формировании исследовательских компетенций у магистрантов-экологов. Для этих целей в работе использована динамическая модель ASM1, рекомендованная Международной ассоциацией водников (*англ. International Water Association (IWA)*) для проектирования очистных сооружений [3].

Данная модель относится к категории детерминированных, построенных на основе материальных балансов органических и неорганических соединений. Биологические реакции в ней используют известную кинетику Моно. Она содержит 13 компонент (различные типы субстратов и биомасс), 8 фундаментальных процессов (скоростей роста разных групп микроорганизмов и поглощения субстратов) и 20 кинетических констант.

Определенное удобство работы с ASM1 дала ее запись в матричном виде (матрицы Петерсона), что позволяет лучше понимать структуру модели и осуществлять ее расширение на новые типы процессов. В настоящей работе акцент делается на три дифференциальных уравнения, описывающих процесс очистки легко биоразлагаемого S_s и медленно биоразлагаемого X_s субстратов гетеротрофными микроорганизмами X_{BH} .

Система трех уравнений, взятых из модели ASM1 выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{dS_s}{dt} = & -\frac{\hat{\mu}_H}{Y_H} \left(\frac{S_s}{K_s + S_s} \right) \left(\left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) + \eta_g \left(\frac{K_{OH}}{K_{OH} + S_O} \right) \left(\frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} \right) \right) X_{BH} + \\ & + k_h \left(\frac{X_{BH}}{K_x X_{BH} + X_s} \right) \left(\left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) + \eta_h \left(\frac{K_{OH}}{K_{OH} + S_O} \right) \left(\frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} \right) \right) X_s + \\ & + \frac{1}{\tau} (S_{s,in} - X_s); \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{dX_s}{dt} = & (1 - f_p) b_H X_{BH} + (1 - f_p) b_A X_{BA} - k_h \left(\frac{X_{BH}}{K_x X_{BH} + X_s} \right) \times \\ & \times \left(\left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) + \eta_h \left(\frac{K_{OH}}{K_{OH} + S_O} \right) \left(\frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} \right) \right) X_s + \frac{1}{\tau} (X_{s,in} - X_s); \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{dX_{BH}}{dt} = & \hat{\mu}_H \left(\frac{S_s}{K_s + S_s} \right) \left(\left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) + \eta_g \left(\frac{K_{OH}}{K_{OH} + S_O} \right) \left(\frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} \right) \right) X_{BH} - \\ & - b_H X_{BH} + \frac{1}{\tau} (X_{BH,in} - X_{BH}), \end{aligned} \quad (3)$$

где b_A , b_H – коэффициенты отмирания соответственно автотрофов и гетеротрофов, сут⁻¹; f_p – часть биомассы, приводящая к образованию твердых частиц; k_h – константа скорости гидролиза, сут⁻¹; K_{OH} , K_x , K_{NO} – коэффициенты полунасыщения соответственно по кислороду гетеротрофов, для дисперсного биоразлагаемого субстрата, для процесса нитрификации, мг/л; S_{NO} – концентрация нитритного и нитратного азота, мг/л; S_O – растворенный кислород, мг/л; $S_{s,in}$ – легко биоразлагаемый субстрат на входе, мг/л; t – время, сут; X_{BA} , X_{BH} – активные автотрофная и гетеротрофная биомассы соответственно, мг/л; X_s – активная биомасса, мг/л; $X_{BH,in}$ – активная гетеротрофная биомасса во входном потоке, мг/л; X_s – медленно биоразлагаемый субстрат, мг/л; $X_{s,in}$ – медленно биоразлагаемый субстрат во

входном потоке, мг/л; Y_H – скорость прироста гетеротрофной биомассы; $\hat{\mu}_H$ – максимальная удельная скорость роста гетеротрофов, сут⁻¹; τ – среднее время пребывания жидкости в аэротенке, сут; η_g , η_h – поправочные коэффициенты соответственно для $\hat{\mu}_H$ и гидролиза при анаэробических условиях.

Заметим, что $\tau = V/Q$, где V – объем аэротенка, м³; Q – входной поток сточной воды, м³/сут. Для аэротенков 1, 2 и 3 очереди Тамбовских ОСК величина τ составляет 7,363, 9,21 и 11,975 ч соответственно.

В отличие от полной модели ASM1 уравнения (1) – (3) являются ее частью, позволяющей поэтапно отрабатывать схему вычислительного эксперимента.

План проведения вычислительного эксперимента

Организация учебного эксперимента с использованием математической модели оправдана по причине того, что модель в компактном виде содержит всю необходимую информацию об объекте исследования. В данном случае речь идет о процессе биоокисления углеродосодержащих веществ гетеротрофными микроорганизмами. Смысл вычислительного эксперимента на модели (1) – (3) сводится к получению семейства решений численным методом, по которому можно определить чувствительность процессов биоокисления и возможному изменению начальных условий $X_s(0)$, $S_s(0)$ и $X_{BH}(0)$, стехиометрических коэффициентов Y_H , f_p и кинетических параметров $\hat{\mu}_H$, b_H , η_h , K_x , k_h , K_{OH} , K_{NO} , а также расхода сточной воды Q . Такая вариативность в эксперименте подчеркивает тот факт, что аэротенк относится к категории открытых систем, вследствие чего возможны колебания расхода Q , состава примесей и активности групп микроорганизмов. При этом могут меняться и параметры модели. Примеры «стандартных» наборов коэффициентов, используемых в модели процесса с активным илом при температуре 20 °С приведены в работе [3].

Программа организации вычислений на основе (1) – (3) в целях репрезентативности строилась по схеме двухуровневого полного факторного эксперимента (ПФЭ) [4]. В качестве входных варьируемых переменных выбраны: среднее время пребывания частиц жидкости $HRT \in [0,3; 0,5]$ и начальные концентрации $S_s(0) \in [100; 500]$, $X_s(0) \in [100; 400]$ и $X_{BH}(0) \in [1; 11]$. В данном вычислительном эксперименте использовались следующие значения переменных: $b_A = 0,18$; $b_H = 0,62$; $f_p = 0,08$; $k_h = 3$; $K_{OH} = 0,5$; $K_x = 0,03$; $S_{NO} = 100$; $K_{NO} = 0,5$; $S_O = 2$; $S_{s,in} = 300$; $X_{BA} = 620$; $X_{BH,in} = 5$; $X_{s,in} = 200$; $Y_H = 0,4$; $\hat{\mu}_H = 0,6$; $\tau = 0,5$; $\eta_g = 0,8$; $\eta_h = 0,4$. Переменными отклика являлись расчетные значения концентрации $S_s(t)$, $X_s(t)$ и $X_{BH}(t)$ на выходе из аэротенка. Часть полученных решений приведена на рис. 1, а – е.

Таким способом получен оригинальный цифровой материал, на основе которого в учебном процессе формируются *исследовательские компетенции*. Для этих целей преподавателями поставлены следующие дидактические задачи:

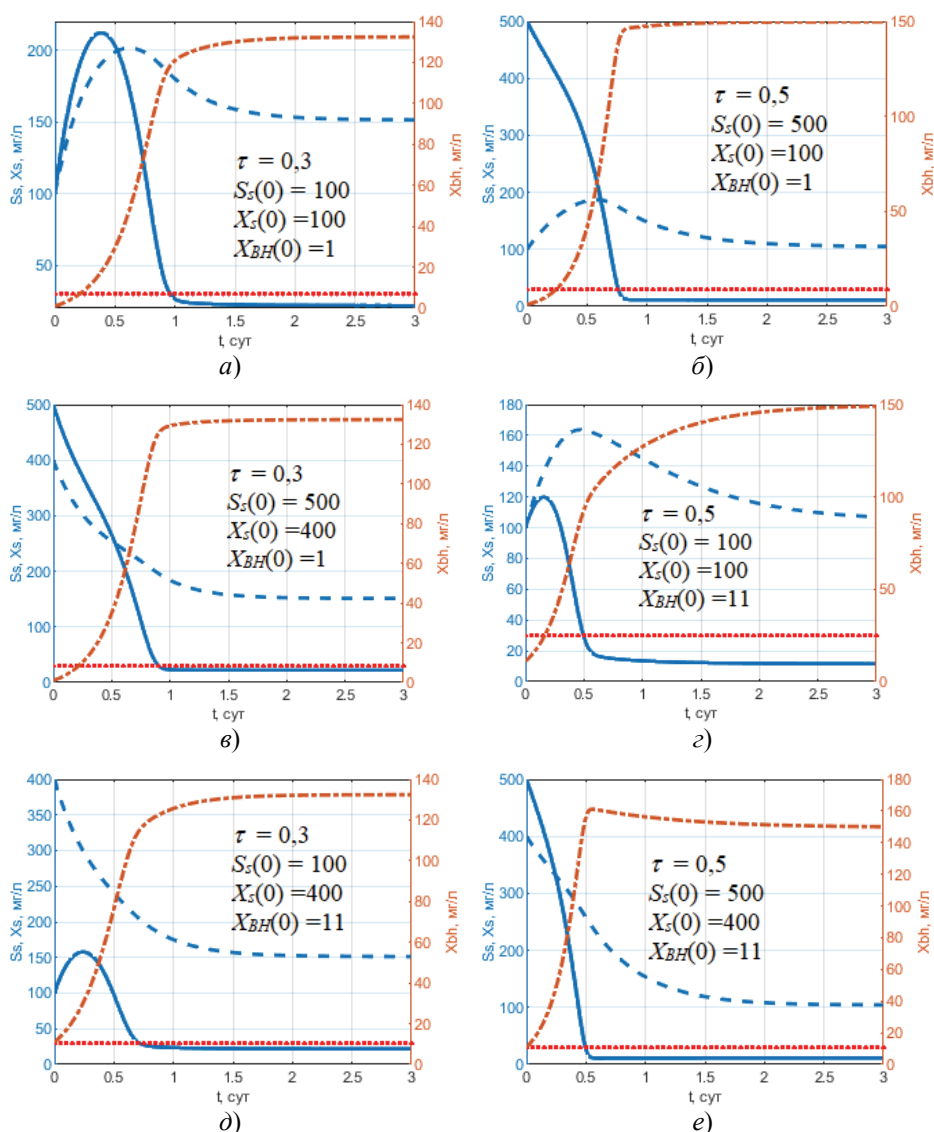


Рис. 1. Результаты вычислительного эксперимента:

— $S_s(t)$; - - $X_s(t)$; - - - $X_{bh}(t)$; * * * нормативное значение 30 мг/л

- 1) получение знаний о структуре модели, процессах гетеротрофного окисления, кинетике Моно, лимитирующих факторах и ограничениях использования модели;
- 2) приобретение навыков численного интегрирования системы дифференциальных уравнений методом Рунге–Кутты четвертого порядка с автоматическим выбором шага;
- 3) определение динамических и статических режимов работы аэротенка по результатам решения системы уравнений (1) – (3);
- 4) составление плана проведения вычислений с использованием теории организации многофакторного эксперимента;

5) анализ графических результатов в целях оценки влияния начальных значений концентрации примесей, внешних условий и параметров модели на результаты расчетов;

6) анализ качества очистки стоков при различных условиях ведения процесса биокисления;

7) дальнейшее расширение вычислительного эксперимента за счет включения в модель уравнений нитри- и динитрофикации, модели отстойника и рецикла ила из отстойника в аэротенк.

Формирование компетенций на основе вычислительного эксперимента

Формирование исследовательских компетенций у магистрантов-экологов достигается в результате их работы с цифровой моделью под контролем преподавателя. Смысловое содержание данного процесса отвечает названным выше дидактическим задачам, а сам процесс направляется тест-программой, включающей три блока вопросов из категории: «знать», «уметь» и «владеть».

В блоке «знать» магистранту необходимо самостоятельно ответить на ряд вопросов:

- по истории создания моделей серии ASM, их практическому применению с учетом содержащихся в них допущений;
- по составу и размерности переменных состояния модели;
- о нормативных требованиях, предъявляемых к очистке стоков от примесей;
- по выбору значений параметров модели и стехиометрических коэффициентов, а также по особенностям использования кинетики Моно;
- о системном планировании многофакторных вычислительных экспериментов.

Вопросы из блока «уметь» нацеливают магистранта на интерактивный режим работы с моделью, позволяя:

- формулировать промежуточные цели и задачи проводимого исследования;
- объяснять необходимость использования численных методов интегрирования уравнений модели и предлагать способы преодоления сложностей в решениях, при наличии в них «быстрых» и «медленных» компонент;
- определять на графиках динамические и статические режимы работы аэротенка и обосновывать причины непредсказуемого поведения процессов биокисления во времени;
- объяснять возможные причины неэффективной очистки сточных вод с использованием графического материала.

В блоке «владеть» вопросы тест-программы мотивируют магистранта на проведение серии вычислительных экспериментов по разработанному плану с поэтапным применением наборов параметров и стехиометрических коэффициентов. Вариативность условий проведения экспериментов позволяет закрепить навыки магистранта до определенного автоматизма в использовании пакета программ MATLAB, организации вывода графических результатов в разных масштабах, оформлении отчета о проведенных исследованиях, подготовки презентации и т.д.

Часть готовых ответов магистранта проверяется автоматически на компьютере, а часть является предметом дискуссии со студентами и преподавателем в ходе презентации результатов исследовательской работы.

Заключение

Цифровизация учебного процесса в вузах является закономерным этапом развития образовательной системы Российской Федерации. Информационно-коммуникационные технологии позволяют существенно расширить круг познавательных задач и способствуют более рациональному формированию новых профессиональных компетенций. Что касается приобретения исследовательских компетенций у магистров-экологов, в работе продемонстрирован деятельностный подход к генерации научных знаний в результате проведения вычислительных экспериментов с математической моделью азротенка. Его эффективность подтверждается очевидным интересом обучающихся к научно-исследовательской работе на компьютере. Представленный подход применим также к магистрантам других специальностей.

Список литературы

1. О стратегии Развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы : Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203. – Текст: электронный. – URL : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919v> (дата обращения: 26.04.2024).
2. Баламутова, А. А. Диагностика состояний функционирования объектов региональной экономики в проблеме устойчивого развития / А. А. Баламутова, Н. С. Попов, А. В. Андреев // Вестник Тамб. гос. техн. ун-т. – 2023. – Т. 29, № 1. – С. 75 – 90. DOI: 10.17277/vestnik.2023.01.pp.075-090
3. Очистка сточных вод : пер. с англ. / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. – М.: Мир, 2006. – 480 с.
4. Рузинов, А. П. Статистические методы оптимизации химических процессов / А. П. Рузинов. – М. : Химия, 1972. – 200 с.

References

1. available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919v> (accessed 26 April 2024).
2. Balamutova A.A., Popov N.S., Andreyev A.V. [Diagnostics of the states of functioning of regional economic objects in the problem of sustainable development], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2023, vol. 29, no. 1, pp. 75-90. DOI: 10.17277/vestnik.2023.01.pp.075-090 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Khentse M., Armoes P., Lya-Kur-Yansen Y., Arvan E. *Ochistka stochnykh vod* [Wastewater treatment], Moscow: Mir, 2006, 480 p. (In Russ.)
4. Ruzinov A.P. *Statisticheskiye metody optimizatsii khimicheskikh protsessov* [Statistical methods for optimizing chemical processes], Moscow: Khimiya, 1972, 200 p. (In Russ.)

Digitization of the Education Process at a Technical University

A. A. Balamutova, N. S. Popov, S. G. Tolstykh

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: computational experiment; research competencies; modeling; digital society; digital economy; digital ecology.

Abstract: The large-scale use of information and communication technologies in various sectors of the country's economy has predetermined a number of new directions for training scientific personnel capable of carrying out research in the digital sphere – application of dynamic models of objects, systems with artificial intelligence, decision-making methods under conditions of uncertainty and etc. In universities, training for the digital economy is carried out on the basis of the Federal Educational Standards (FSES). The novelty of the new requirements for university graduates is that they have research competencies that allow them to apply knowledge, skills and abilities based on digital technologies. In the paper, the formation of research competencies is the result of using an activity-based approach to obtaining digital information.

© А. А. Баламутова, Н. С. Попов, С. Г. Толстых, 2024

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

И. Е. Ильина, О. Н. Морозова

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

Ключевые слова: иностранный язык; коммуникативная задача; критическое мышление; невербальная информация; рефлексия; функциональная грамотность; читательская грамотность.

Аннотация: Рассмотрены понятие функциональной грамотности и ее направления. Представлены требования ФГОС СОО к предметным результатам по иностранному языку, а также их соотнесение к формированию функциональной грамотности. Изучены актуальные вопросы, касающиеся изучения английского языка в современных условиях.

Введение

Функциональная грамотность – способность человека постоянно использовать в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности. Обучая учеников иностранному языку, мы нацелены на то, чтобы сформировать и развить у них иные коммуникативные компетенции, которые потом им пригодятся в повседневной жизни [1]. Они должны быть способны и готовы осуществлять иноязычное общение в ситуации, где это потребуется. В новом стандарте, который недавно был утвержден, также есть определение функциональной грамотности, которая рассматривается, как «способность решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности. Если затронуть предметные результаты и предметные способы деятельности, то речь будет идти о той самой иноязычной коммуникативной компетенции.

Если говорить о предметных результатах и универсальных учебных действиях, то соответственно предполагается, что на уроках иностранного

Ильина Ирина Евгеньевна – кандидат педагогических 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.

языка будут развиваться предметные умения, например, логические умения работы с информацией, которая ученикам понадобится и будет полезна за пределами класса и школы.

Направления функциональной грамотности

Рассмотрим направления функциональной грамотности. Согласно исследованию Pisa, существуют следующие виды: математическая, читательская, естественнонаучная и финансовая грамотность (в первоначальных исследованиях), а позднее – глобальные компетенции и креативное мышление (рис. 1).

На уроках иностранного языка в разной степени развиваются все виды грамотности. Это зависит и от учебного материала, и от тех тем, которые рассматриваются. Тем не менее читательская грамотность формируется практически на каждом занятии: при выдаче домашнего задания, подготовке задания для урока. Чтение как вид речевой деятельности включено в иноязычную коммуникативную компетенцию, так как на уроках учитель всегда работает с текстами.

Всегда может быть развита глобальная компетенция, потому что иностранный язык беспредметный, то есть можем говорить на любую тему, в том числе и на актуальные вопросы и проблемы, которые существуют в современном мире.

Необходимо активно развивать креативное мышление с помощью разных творческих заданий, предлагаемых учащимся, где они будут проявлять фантазию. На основе этих заданий закрепляется лексико-грамматический материал.



Рис. 1. Направления функциональной грамотности

Предполагается, что, когда мы работаем над текстом, то задействуем определенные когнитивные процессы [2]. В документах, имеющих отношение к исследованию Pisa в области овладения читательской грамотностью, выделяются четыре умения. Рассмотрим каждый из них подробнее:

1) Locate information (поиск информации). Предполагается, что ученик должен уметь найти необходимую информацию не только в тексте, но и ввести, например, соответствующий поисковый запрос в интернете, найти и выбрать необходимый им текст, то есть умение выбрать тот сайт с необходимой информацией, который им нужен для выполнения коммуникативной задачи.

2) Understand (понятие информации). В данном разделе предполагается такое умение, чтобы интегрировать и понимать информацию из разных источников. Учащиеся не должны идти по пути наименьшего сопротивления: нашли первый сайт в интернете по определенной теме, взяли оттуда информацию и на этом остановились, а попытаться осмысленно обработать необходимый материал.

3) Evaluate (оценка информации). При выполнении того или иного задания, например, проектного, учащиеся должны пользоваться разными источниками, поэтому их необходимо ориентировать на это. Такими материалами могут быть интернет-сайты, какие-то печатные справочные издания. Соответственно учащиеся выбирают оттуда необходимую информацию для решения учебных задач, которую затем обрабатывают, объединяют, убирают ненужную и только потом используют в своих целях.

4) Reflect (рефлексия). При оценке информации учащиеся должны понимать, насколько эта информация актуальна и достоверна. Необходимо умение рефлексировать на полученную информацию. В данном случае речь идет о рефлексии на содержание и форму.

Формирование читательской грамотности на уроках иностранного языка предполагает способность человека к пониманию письменных текстов и рефлексии на них, использованию их содержания для достижения собственных целей, то есть студенты учатся не только просто прочитать, сосредоточиться на знаках, а получать ту информацию, которая нужна для решения конкретной задачи (рис. 2).

Рефлексия на содержание текста проявляется, когда мы работаем с вопросами (обычно они есть к текстам), разными видами заданий на этапе после прочтения, что-то обсуждаем, оцениваем (например, действие и поступки героев), формулируем основную идею, соотносим полученную информацию из текста с нашим опытом (то есть противоречит она или дополняет наши знания).

Чем конкретнее будет сформулирована цель и сформирован навык, тем легче подобрать более эффективные задания для достижения учащимися запланированных результатов.

Рефлексия на форму текста предполагает, что, во-первых, можно определить, что это за жанр, к какому стилю относится тот или иной текст, насколько сложно или наоборот легко он лингвистически оформлен. Может быть там встречается обилие незнакомых слов, которые затрудняют понимание, и учащимся нужно обращаться к словарю и словарным справочникам или, наоборот, в тексте встречаются простые, изученные грамматические структуры и не затрудняют понимание.

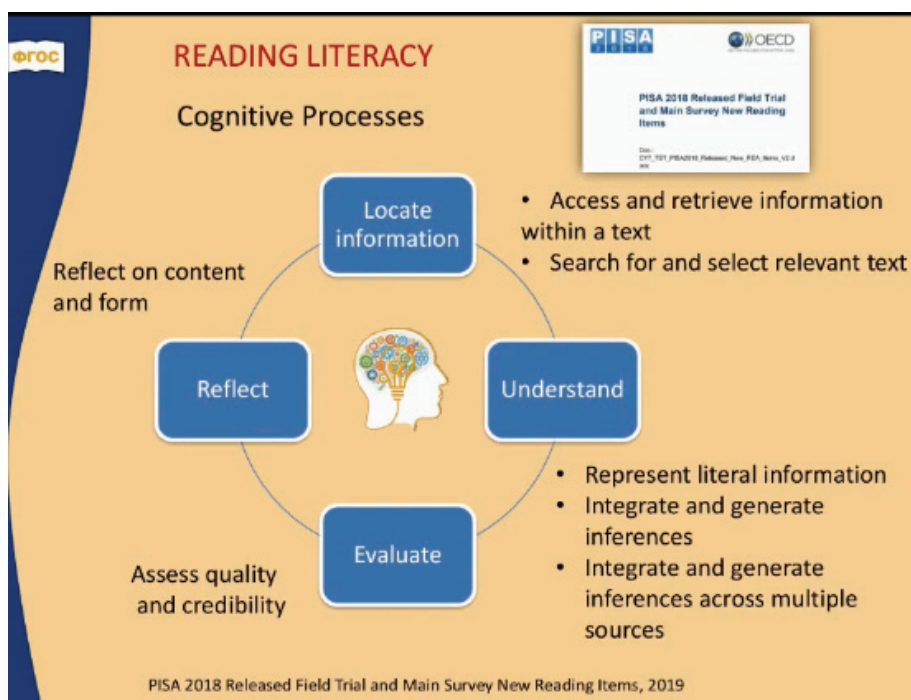


Рис. 2. Структура читательской грамотности

Какие тексты окружают нас в повседневной жизни? Когда мы работаем с учебным текстом на уроке, то у учащихся как раз развиваются необходимые умения, которые они перенесут потом в повседневную жизнь, потому что реально учебный текст, рассматриваемый на уроке, нам, возможно, в повседневной жизни не встретится, но на нем мы отрабатываем необходимые навыки критического мышления, обучаем поиску информации и ее обсуждению. Затем сформированные на уроках умения переносим уже в ситуации, которые могут случиться в повседневной жизни. Для этого необходимо знать, какие тексты нас окружают, независимо от языка. Если мы что-то изучаем на английском языке, то это умение, сформированное на примере текста на уроке, можно перенести на работу с текстом на русском языке, но который, например, встретился нам в качестве самостоятельной работы или может быть в разговоре на улице.

Каждого учащегося повседневно окружает текст, и даже самый нечитающий ученик, выйдя из школы, все равно столкнется с текстами. В таком случае формирование читательской грамотности очень актуально и нацелено на реальное практическое умение.

Многое зависит от ситуации и сферы профессиональной деятельности. По роду занятий человек может читать различные тексты, например, расписание занятий, договоров, брошюр, инструкций по подключению к той или иной платформе, справки, билеты и т.д. Те умения, которые формируются на уроках иностранного языка, конечно, им пригодятся в повседневной жизни.

На занятиях учащиеся знакомятся с разными текстовыми жанрами, несплошными текстами, которые содержат вербальные и невербальные

компоненты. Также мы используем задания для разных видов чтения и развития всевозможной деятельности.

Изучая информацию, студенты учатся интегрировать и принимать решения. На уроках можно предложить ребятам разные стратегии работы с текстовым материалом, чтобы они самостоятельно могли применить их для эффективного овладения материалом.

Таким образом, для развития читательской грамотности нужны следующие материалы:

- 1) несплошные тексты;
- 2) тексты разных жанров и стилей;
- 3) задания на развитие разных видов чтения;
- 4) приемы формирования читательских навыков
- 5) стратегии работы с текстами;
- 6) задания для разных этапов работы с текстом;
- 7) проектные задания.

На занятиях необходимо познакомить учащихся с различными видами жанров текстового материала, такими как письма, электронные письма, договоры, интервью, научные статьи, рецепты и т.д. Следует отметить, что при работе с разными текстами они могут использовать различные стратегии.

При работе с несплошными текстами учащиеся тренируются считывать информацию, которая, например, зашифрована в диаграммах или таблицах, ключевых словах, коротких подписях или надписях. Чтобы ответить на вопрос – верно или неверно утверждение, они должны сначала считать информацию, представленную невербально, найти информацию, обработать, а затем ответить на вопросы. Текст, где фигурируют только слова и цифры, а как раз диаграммы позволяют нам более нагляднее и проще предоставить информацию, чтобы она легче воспринималась, часто применяется в повседневной жизни. Например, при считывании информации с погодной карты, где есть условные обозначения, учащиеся составляют свой текст и на основе этого заполняют диаграмму. Таким образом, мы учим предоставлять информацию в разном виде и соответственно работать с информацией, которая представлена по-разному.

При формировании читательской грамотности используются различные приемы и методики. Когда учащимся необходимо соотнести заголовки с абзацами в тексте, то для этого следует пробежать глазами и понять общее содержание того или иного абзаца. Дальнейшие задания в упражнениях к тексту направлены на поиск конкретной информации, поэтому им приходится прочитать снова, но по-другому. И если до этого они пропускали какие-то детали, им нужно было сосредоточиться только, скажем на виде спорта, то сейчас им надо ответить на специальные вопросы, дать полный хороший развернутый ответ. Поэтому учащиеся уже более детально, более подробно изучают текст. Таким образом, мы одновременно учим разным видам чтения и делаем акцент на то, что в зависимости от коммуникативной задачи они по-разному используют навыки чтения.

Необходимо обратить внимание и на последовательность работы с текстовым материалом, соблюдать поэтапность работы с текстом. На начальном этапе работы важна мотивированность учащихся, чтобы у них появилось желание прочитать тот или иной текст. Можно провести предтекстовую работу, например, предложить ответить на вопрос, ответ

на который они не знают, то есть они только предполагают и прогнозируют ответ. После того как ребята прогнозируют примерные варианты ответов соответственно наверняка каждому захочется узнать, насколько он прав, и, следовательно, чтение вызовет большой интерес. Далее начинается основной этап работы с текстом. После прочтения текста переходим к этапу послетекстовых упражнений. Например, можно предложить ответить на вопросы после текста, составить свои вопросы, подготовить какой-то справочный материал, либо найти информацию в интернете из разных источников.

Немаловажным является работа со справочниками, потому что вряд ли кто-то станет читать справочный материал ради удовольствия в свободное время, если только какой-нибудь вундеркинд, который хочет много знать. Мы обращаемся к справочникам, если что-то забыли, не знаем, необходимо подготовиться к тесту, экзамену, повторить информацию, если в чем-то на сто процентов не уверены. В данном случае как раз это умение работать с текстом налицо, потому что из всех справочников учащиеся извлекают ту информацию, которая им полезна, соответственно они ее читают, интерпретируют и делают вывод о том, нужна им эта информация или какое-то грамматическое правило или нет.

Ответ по памяти является еще одним важным приемом. После прочтения текста, учащихся можно попросить закрыть учебник и без опоры на текст ответить на вопросы. Это тоже своего рода развитие памяти и внимания, потому что нужно сосредоточиться, вспомнить, что прочитали по этой теме, постараться ответить на вопросы, а потом посмотреть в тексте и сравнить, правильно ли ответили.

Заключение

Таким образом, задачей каждого современного педагога является формирование функциональной грамотности учащихся. Это непростой процесс, где от самого учителя требуется креативность и творческое мышление, использование инновационных форм и методов обучения. Успешное освоение компонентов функциональной грамотности поможет воспитать инициативную, самостоятельную, социально ответственную личность, которая способна адаптироваться и находить свое место в постоянно меняющемся мире. Функционально грамотным считается только тот, кто может принимать участие во всех видах деятельности, в которых грамотность необходима для эффективного функционирования его группы и которые дают ему также возможность продолжать пользоваться чтением, письмом и счетом для своего собственного развития и дальнейшего развития социального окружения.

Список литературы

1. Архипова, Е. В. Читательская грамотность и перифрастическая способность в аспекте речевого развития личности / Е. В. Архипова, Л. В. Лагунова // Русский язык в школе. – 2021. Т. 82, № 1. – С. 7 – 15. doi: 10.30515/0131-6141-2021-82-1-7-15
2. White, S. Understanding functional literacy: Connecting text features, task demands, respondent skills / S. White. – New York : Routledge, 2010. – 280 p.

References

1. Arkhipova Ye.V., Lagunova L.V. [Reading literacy and periphrastic ability in the aspect of speech development of the], *Russkiy yazyk v shkole* [Russian language at school], 2021, vol. 82, no. 1, pp. 7-15. doi: 10.30515/0131-6141-2021-82-1-7-15 (In Russ., abstract in Eng.)
 2. White S. Understanding functional literacy: Connecting text features, task demands, respondent skills. New York: Routledge, 2010, 280 p.
-

Development of Functional Literacy in Foreign Language Classes

I. E. Ilyina, O. N. Morozova

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: foreign language; communicative task; critical thinking; non-verbal information; reflection; functional literacy; reading competence.

Abstract: The concept of functional literacy and its directions are considered. The requirements of the Federal State Educational Standard for the subject results in a foreign language, as well as their correlation to the functional literacy formation are presented. Topical issues related to teaching English in modern conditions have been studied.

© И. Е. Ильина, О. В. Морозова, 2024

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА

А. Н. Музыкантов

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»,
Санкт-Петербург, Россия*

Ключевые слова: гражданская идентичность; личностный конструкт; структурные и функциональные компоненты гражданской идентичности личности; ядерные и периферийные конструкты.

Аннотация: Раскрывается видение содержания и структуры гражданской идентичности студентов военного учебного центра (ВУЦ) с позиций педагогических основ ее формирования в контексте способности личности обучающегося к принятию позитивного образа государства и проявляющуюся в готовности к служению интересам страны и общества. Модель конструкта базируется на теории Дж. Келли о личностных конструктах, а также на результатах исследований отечественной научной школы. Традиционная структура гражданской идентичности автором обогащается новым содержанием педагогических функциональных компонентов, отражающих специфику деятельности ВУЦ.

Введение

В современных условиях, когда Россия находится в сложной геополитической ситуации, особую важность приобретает формирование гражданской идентичности молодого поколения. В публикациях последних лет гражданская идентичность обсуждается достаточно широко: представлены философские, социологические, правовые, психологические, педагогические аспекты. Все это подтверждает актуальность проблемы.

Гражданская идентичность определяется как осознание личностью своей принадлежности к сообществу граждан определенного государства на общекультурной основе [1]; вид социальной идентичности [2]; результат самосознания всего общества и ее качество, формирующееся во взаи-

Музыкантов Алексей Николаевич – заместитель начальника военного учебного центра, e-mail: muzal@mail.ru, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», Санкт-Петербург, Россия.

мосвязанности и взаимозависимости ее членов [3]; важный компонент социальной идентичности, возникающий из восприятия индивидом своего членства в общности, формирование которого обеспечивает позитивное включение индивида в установление социальных связей, разумного отношения к ресурсам [4, 5]; базовое личностное новообразование [6]; отождествление себя с гражданами страны, представление об этом сообществе, ответственность за него, понимание интересов, а также переживаемые в связи с этим чувства [7] и др.

Анализ научных исследований, посвященных рассматриваемой тематике, показал, что несмотря на высокий интерес к проблеме, единого понимания феномена гражданской идентичности не сложилось. Авторские позиции достаточно разнообразны, зачастую противоречивы. Учитывая существующие понимания данной дефиниции, в рамках исследования рассмотрим гражданскую идентичность как *личностный многоуровневый динамичный и при этом целостный конструкт, обеспечивающий способность личности к принятию позитивного образа государства и готовности к служению его интересам*. При этом под служением понимается способность и личностная готовность к ответственному и добросовестному исполнению своих гражданских обязанностей перед обществом и государством.

Обращаясь к сущности и структуре гражданской идентичности в контексте ее особого педагогического содержания, целесообразно рассмотреть ее характеристики: *личностную, многоуровневую, динамичную, целостную*.

Дефиниция «*личностный конструкт*» (Дж. Келли) определяется как ядерное образование личности и представляется в виде внутреннего оценочного эталона при интерпретации личностью явлений окружающей действительности посредством индуктивных умозаключений, основанных на собственных представлениях и опыте. Согласно теории автора, все конструкты характеризуются определенными формальными свойствами, имеют сложную иерархию и множество подсистем, при этом целостный конструкт не усваивается извне, а всегда строится самим человеком, он всегда индивидуально определен [8]. Дж. Келли пишет, что у каждого человека имеется своя собственная система личностных конструктов, которая делится на два уровня (блока): блок «ядерных» конструктов, которыми человек пользуется наиболее часто (такие конструкты достаточно устойчивы и стабильны); блок периферийных конструктов, более динамичных, подверженных изменению под влиянием внешних условий и факторов. При этом каждый периферийный конструкт отражает ядерный.

Следуя данной логике, гражданскую идентичность, определяемую как личностный конструкт можно представить в виде устойчивого ядра (блок «ядерных» конструктов) и динамичной периферии (блок периферийных конструктов), целостные свойства которого выступают в виде совокупного эталона интерпретации человеком различных ситуаций окружающей действительности. Графически модель данного конструкта может быть представлена следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Графическая модель гражданской идентичности как личностного конструкта

Блок ядерных конструктов определяется психофизиологическими особенностями личности (физическое и психическое здоровье, тип нервной системы, адаптационные возможности, когнитивные способности), периферийный блок конструктов формируется в процессе обучения и воспитания, а также на основе личного жизненного опыта.

Дж. Келли пишет о двух типах личности: когнитивно сложной и когнитивно простой. Дж. Роттер в качестве центрального личностного конструкта называет экстернальный (внешние стимулы) и интернальный (внутренние установки) локусы контроля, как критерий оценки успешности (неуспешности) в достижении поставленной цели [9].

Проецируя данный подход на разработанную модель, можно предположить, что гражданская идентичность как личностный конструкт может быть стабильно устойчивой (при высоком уровне интернального локуса контроля) и условно устойчивой (при выраженном экстернальном локусе контроля). При этом необходимо отметить, что стабильная устойчивость может быть как положительной (осознанное позитивное принятие образа государства), так и отрицательной (осознанное негативное отношение к государству и обществу). Таким образом, можно сделать вывод, что гражданская идентичность как личностный многоуровневый динамичный и при этом целостный конструкт обладает следующими характеристиками:

– взаимосвязь и взаимовлияние ядерных и периферийных конструкторов как критерия оценки ситуаций, содержание которого определяется врожденными и приобретенными в процессе обучения, воспитания и личного жизненного опыта личности; ядерные конструкторы более устойчивы, чем периферийные;

– количество конструкторов определяется типом личности: когнитивно сложные и когнитивно простые. Когнитивно сложные личности – это личности с высокой способностью и готовностью к осмыслению окружающей действительности, с выраженным интернальным локусом контроля, то есть способные выбрать (смоделировать) подходящий для оценки того или иного события или явления личностный конструктор. Когнитивно сложные личности обладают большим количеством разнообразных конструкторов, взаимосвязанных как между собой, так и достаточно динамичных внутри. Когнитивно простые личности, напротив, обладают недостаточной способностью и готовностью к осмыслению происходящего, с выраженным экстернальным локусом контроля, то есть зависимостью от внешних стимулов. У них ограниченный набор конструкторов, а также слабо выраженные связи между ними.

Содержание и структура гражданской идентичности студентов военного учебного центра

Опираясь на исследования ученых [1, 10], по отношению к личности студента военного учебного центра (ВУЦ) в структуре гражданской идентичности рассмотрим *мотивационный, когнитивный, поведенческий и эмоционально-оценочный компоненты*.

Мотивационный компонент в структуре личности выступает как смыслообразующие мотивы в ситуации выбора; совокупность факторов, влияющих на принятие решений, формирование намерений; побуждение к освоению знаний, способов деятельности, критической оценке окружающей действительности [1] и др. Содержательное наполнение мотивационного компонента гражданской идентичности студентов ВУЦ мы определяем как наличие и устойчивость внутренней потребности личности в интересе к государству, его истории и современности; традициям, ценностям, культурно-историческому наследию; потребности в служении интересам страны.

Когнитивный компонент в структуре целостного конструктора базируется на способности и готовности студентов к восприятию, критическому анализу и осмыслению своего места в гражданской общности, профессиональном сообществе. Содержательно когнитивный компонент гражданской идентичности студентов ВУЦ представляет собой совокупность теоретических знаний и представлений об интересах страны, законах, традициях, нормах, идеалах, в том числе героическом прошлом и настоящем российского народа, а также способов служения стране и обществу.

Поведенческий компонент представляется как способ реагирования, потенциальные и актуальные поведенческие реакции, поведенческие намерения, определенным образом организованная деятельности субъекта. Поддерживая мнения исследователей о необходимости смыслового эталона

в поведении [10], индивидуализированных концептуальных схемах [4], соответствия действий общепринятым нормам и правилам [11], мы определяем содержание поведенческого компонента как ответственное и добросовестное выполнение гражданских обязанностей, толерантное отношение к представителям других национальностей, культур, недопущение дискриминации по расовым, религиозным и иным признакам, осознанное и добровольное участие в преобразовательной социально значимой деятельности (волонтерской, поисковой, проектной, исследовательской, творческой), дисциплинированность, исполнительность, инициативность в выборе способов служения интересам государства и общества.

Эмоционально-оценочный компонент, под которым принято понимать переживания, чувства, эмоции, отношение, вызываемые теми или иными событиями, деятельностью в гражданской идентичности студентов ВУЦ может проявляться в позитивной эмоциональной оценке и уважительном отношении к прошлому и настоящему российского государства и общества, принятии позитивного образа государства в эмоциональной готовности к служению интересам народа и страны.

При этом каждый структурный компонент гражданской идентичности личности студента ВУЦ несет функциональную нагрузку, демонстрирующую уровень личностной и социальной зрелости, образованности, самостоятельности мышления, понимания приоритета ценностей государства и общества, готовности к самореализации, в том числе профессиональной. Такое понимание гражданской идентичности становится фундаментом для дальнейшего служения государству и обществу на протяжении всей жизни.

В результате исследования раскрыто содержание функциональных компонентов гражданской идентичности студентов ВУЦ (*регулятивного, развивающего, информационного, защитного, деятельностного, коммуникативного, аксиологического (ценностного), рефлексивного*) и проведено их соотношение со структурными компонентами (табл. 1).

Следуя логике исследования, можно предположить, что обеспечение формирования в структуре гражданской идентичности студентов ВУЦ выделенных выше функциональных компонентов позволит студенту наращивать и оценивать собственные ресурсы и возможности, обеспечивающие позитивное восприятие образа государства и общества, осознанный выбор способов служения интересам российского народа и страны в целом. Анализ теоретических источников и опыт научного осмысления показывает, что гражданская идентичность личности имеют собственную иерархическую зависимость и, следовательно, может быть рассмотрена в двух плоскостях: уровни внутри самого личностного конструкта (как соподчиненность ядерных и периферических конструктов – *психологический аспект*), который представлен выше и как объективный результат взаимодействия с социумом (результат целенаправленного формирования – *педагогический аспект*), которые, безусловно, являются частями целого.

Педагогический аспект имеет более широкое значение, что позволяет выделить три уровня гражданской идентичности: *личностный, профессиональный и социальный*. *Личностный уровень* гражданской идентичности определяется как ядро, основа в общей структуре личности студентов ВУЦ

Таблица 1

**Соотношение структурных и функциональных компонентов
гражданской идентичности студентов ВУЦ**

Структурный компонент	Функциональный компонент (функция)	Параметры (критерии)
1	2	3
Мотивационный	Регулятивный	Мотивация к идентификации себя как гражданина России; интерес и готовность к самоанализу; понимание собственных мыслей, чувств, действий; позитивная оценка принимаемых решений; самоконтроль; стимулы для положительных оценок; нравственные нормы; отторжение и устранение негативных проявлений в собственном поведении
	Развивающий	Потребность в саморазвитии и самореализации на протяжении всей жизни; интерес к служению интересам государства и общества. Внутренняя готовность к самовыражению; осознание позитивной роли государства в жизни общества, отдельных граждан; готовность к профессиональной деятельности и профессиональному развитию; готовность к участию с преобразовательной социально-значимой деятельности (волонтерской, проектной, поисковой); готовность к выбору способов служения государству и обществу
Когнитивный	Информационный	Представления о культурно-историческом и объективном настоящем собственной страны; представления о национальных и государственных интересах; представления о государственном устройстве; знание государственных, национальных, культурных и профессиональных законов и традиций; понимание правовых и нравственных информационных границ; критическое оценивание информации из различных источников, в том числе глобальном интернет-пространстве
	Защитный	Понимание роли граждан в сохранении суверенитета и целостности государства; правовых и этических основ социально одобряемого и безопасного поведения; представления о способах и средствах защиты государственных и общественных интересов, интересов отдельных граждан при угрозе их нарушения; способах предотвращения посягательств на суверенитет и целостность страны, в том числе информационной пропаганды, кибератак и т.п.; понимание профессиональных требований и ограничений в обеспечении интересов развития государства и общества
Поведенческий	Деятельностный	Соблюдение правовых норм и законом страны; участие в государственных и общественных акциях и мероприятиях, направленных на формирование единства и целостности общества

1	2	3
Поведенческий	Деятельностный	Владение способами служения государству и обществу; ответственное и добросовестное отношение к гражданским и профессиональным обязанностям; лидерство, инициативность, активность в социально-значимой, волонтерской, поисковой, проектной и творческой деятельности
	Коммуникативный	Эффективное взаимодействие с гражданским обществом, в том числе студенческим и профессиональным сообществом; толерантное отношение к представителям иных государств и культур, чье поведение не противоречит правовым нормам и национальным традициям; недопущение геноцида и дискриминации в отношении групп и отдельных граждан
Эмоционально-оценочный	Аксиологический	Позитивная эмоциональная оценка исторических, политических, социальных событий и явлений в российском обществе и государстве; наличие личностных смыслов в служении государству и обществу; наличие просоциальной гражданской позиции; позитивная оценка своих личностных и профессиональных возможностей
	Рефлексивный	Объективная оценка своих личностных и профессиональных ресурсов, способностей, достижений и эффективное управление ими. Определение причинно-следственных связей в ситуации неуспеха и поиск путей оптимизации собственной учебной, профессиональной и иной деятельности

и включает в себя степень сформированности внутренней положительной мотивации, знания и представления, способы деятельности (служения интересам общества и государства), а также готовность и способность к положительной оценке прошлого и настоящего России. *Профессиональный уровень* проявляется в готовности к осознанному выбору траектории профессиональной самореализации и саморазвития, принятии ценностей и традиций профессионального сообщества, готовности к ответственному и добросовестному труду на благо российского общества и государства. В данном контексте целесообразно говорить о профессиональной идентичности, в которой исследователи выделяют: отношение к себе как к профессионалу, к выбранной профессии, профессиональному сообществу, осознание себя и других в качестве единой общности – «мы» [10]. *Социальный уровень* предполагает осознанное принятие различных социальных ролей; правовых, политических, национальных, культурных и иных государственных норм, традиций, ценностей; готовность к служению интересам определенного сообщества, социальной группы, в частности российскому обществу, во всем его многообразии и поликультурности.

Графически взаимное логико-смысловое расположение уровней гражданской идентичности студента ВУЦ в общей плоскости структуры гражданской идентичности личности представлено в виде иерархически обусловленных замкнутых множеств, включающих *личностный, социальный и профессиональный уровни* (рис. 2).



Рис. 2. Уровни гражданской идентичности студентов ВУЦ

Графическое изображение позволяет показать, что *личностный уровень гражданской идентичности студентов ВУЦ* выступает в виде смыслового ядра (ядерного конструкта) и определяет уровень личностной готовности к принятию позитивного образа государства и способности к осознанному выбору способов служения стране и обществу; *профессиональный уровень* – выступает в виде набора периферийных конструктов, более гибких и динамичных, подверженных влиянию множества факторов и условий в которых студент осуществляет выбор способов служения стране и обществу, сферу профессиональной деятельности (гражданская, либо военная специальность); *социальный уровень*, выступает как целостный конструкт, включающий ядерный и определенную совокупность периферийных конструктов, обуславливающих отношение молодых людей к стране и обществу.

Заключение

Таким образом, исследование и опыт практической деятельности позволяют сделать следующие выводы:

- сущность гражданской идентичности студентов военного учебного центра заключается в принятии ими позитивного образа государства и готовности к служению интересам народа и страны;
- гражданская идентичность может быть определена как личностный многоуровневый, динамичный и при этом целостный конструкт, который выступает оценочным эталоном при интерпретации студентами военного учебного центра явлений и событий окружающей действительности;
- личностный конструкт включает ядерный (устойчивый, обусловленный психофизиологическими и психологическими особенностями личности студента) и определенный набор динамичных и подверженных влиянию множества факторов периферийных конструктов, отражающихся на личностном, профессиональном и социальном уровнях принятия образа государства и готовности к служению его интересам;
- в структуру гражданской идентичности личности студента входят мотивационный, когнитивный, поведенческий и эмоционально-оценочный компоненты, отражающиеся в их функциональном содержании (регулятивный, развивающий, информационный, защитный, деятельностный, коммуникативный, аксиологический (ценностный), рефлексивный).

Результаты данного научного исследования подтверждают многогранность и сложность феномена гражданской идентичности и требуют его дальнейшего научного осмысления, а также поиска способов ее формирования у молодежи и, в частности, у студентов военного учебного центра.

Список литературы

1. Асмолов, А. Г. Психология личности: культурно-историческое понимание развития человека / А. Г. Асмолов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Смысл: Академия, 2007. – 526 с.
2. Щербакова, В. В. Социально-психологическое исследование гражданской идентичности современной молодежи / В. В. Щербакова // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Педагогика и психология. – 2017. – № 4. – С. 251 – 257.
3. Водолажская, Т. Идентичность гражданская / Т. Водолажская // Образовательная политика. – 2010. – № 5-6(43-44). – С. 140 – 141.
4. Иванова, Н. Л. Профессиональная идентичность и профессиональное пространство / Н. Л. Иванова, Е. В. Конева // Мир психологии. – 2004. – № 2(38). – С. 148 – 157.
5. Мазилова, Г. Б. Динамика социальной идентичности личности в современном обществе : автореф. дис. ... канд. псих. наук : 19.00.05 / Г. Б. Мазилова. – Ярославль, 2006. – 22 с.
6. Леонтьев, Д. А. Симбиоз и адаптация или автономия и трансценденция: выбор личности в непредсказуемом мире / Д. А. Леонтьев // Личность в современном мире: от стратегии выживания к стратегии жизнетворчества / под ред. Е. И. Яцуты. – Кемерово : Графика, 2002. – С. 3 – 34.
7. Дробижева, Л. М. Гражданская идентичность как условие ослабления этнического негативизма / Л. М. Дробижева // Мир России. Социология. Этнология. – 2017. – Т. 26, № 1. – С. 7 – 31.
8. Келли, Дж. А. Теория личности : Психология личностных конструктов / Дж. А. Келли ; пер. с англ. и науч. ред. А. А. Алексеева. – СПб. : Речь, 2000. – 248 с.
9. Rotter J. B. Internal Versus External Control of Reinforcement: A Case History of a Variable // American Psychologist. – 1990. – Vol. 45, No. 1. – P. 489 – 493. doi: 10.1037/0003-066X.45.4.489
10. Шнейдер, Л. Б. Профессиональная идентичность: опыт теоретико-экспериментального исследования : монография / Л. Б. Шнейдер. – М. : Прометей, 2004. – 334 с.
11. Бехтер, А. А. Профессиональная идентичность будущих специальных психологов: эмпирическое исследование / А. А. Бехтер, А. А. Гречко, С. В. Чебаева // Акмеология. – 2016. – № 4(60). – С. 89 – 95.

References

1. Asmolov A.G. *Psikhologiya lichnosti: kul'turno-istoricheskoye ponimaniye razvitiya cheloveka* [Personality psychology: cultural and historical understanding of human development], Moscow: Smysl: Akademiya, 2007, 526 p. (In Russ.)
2. Shcherbakova V.V. [Socio-psychological study of the civil identity of modern youth], *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika i psikhologiya* [Bulletin of Tver State University. Series: Pedagogy and psychology], 2017, no. 4, pp. 251-257. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Vodolazhskaya T. [Civil identity], *Obrazovatel'naya politika* [Educational policy], 2010, no. 5-6(43-44), pp. 140-141. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Ivanova N.L., Koneva Ye.V. [Professional identity and professional space], *Mir psikhologii* [World of Psychology], 2004, no. 2(38), pp. 148-157. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Mazilova G.B. *Extended abstract of candidate's of psychological. thesis.* Yaroslavl', 2006, 22 p. (In Russ.)
6. Leont'yev D.A.; Yatsuta Ye.I. (Ed.) *Lichnost' v sovremennom mire: ot strategii vyzhivaniya k strategii zhiznetvorchestva* [Personality in the modern world: from survival strategy to life creation strategy], Kemerovo: Grafika, 2002, pp. 3-34. (In Russ.)
7. Drobizheva L.M. [Civil identity as a condition for weakening ethnic negativism], *Mir Rossii. Sotsiologiya. Ethnologiya* [World of Russia. Sociology. Ethnology], 2017, vol. 26, no. 1, pp. 7-31. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Kelly G. *A theory of personality: the psychology of personal constructs*, New York ; London : W.W. Norton, 1963. 190 p.
9. Rotter J. B. Internal Versus External Control of Reinforcement: A Case History of a Variable, *American Psychologist*, 1990, vol. 45, no. 1, pp. 489-493. doi: 10.1037/0003-066X.45.4.489
10. Shneyder L.B. *Professional'naya identichnost': opyt teoretiko-eksperimental'nogo issledovaniya : monografiya* [Professional identity: experience of theoretical and experimental research: monograph], Moscow: Prometey, 2004, 334 p. (In Russ.)
11. Bekhter A.A., Grechko A.A., Chebarykova S.V. [Professional identity of future special psychologists: an empirical study], *Akmeologiya* [Acmeology], 2016, no. 4(60), pp. 89-95. (In Russ., abstract in Eng.)

The Pedagogical Content and Structure of the Civic Identity of Students of the Military Training Center

A. N. Musikantov

*Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University
of Telecommunications, St. Petersburg, Russia*

Keywords: civil identity; personal construct; structural and functional components of a person's civil identity; nuclear and peripheral constructs.

Abstract: The vision of the content and structure of the civil identity of students at a military training center is revealed from the perspective of the pedagogical foundations of its formation in the context of the student's individual ability to accept a positive image of the state and manifested in readiness to serve the interests of the country and society. The construct model is based on J. Kelly's theory of personal constructs, as well as on the results of research by the Russian scientific school. The author enriches the traditional structure of civil identity with new content of pedagogical functional components that reflect the specifics of the activities of military training centers.

© А. Н. Музыкантов, 2024

ЯЗЫК МАТЕМАТИКИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕНИЯ С ИНОСТРАННЫМИ СТУДЕНТАМИ

Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова

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

Ключевые слова: иностранные студенты; качество обучения; математические формулы; эстетика математики; язык общения.

Аннотация: Рассмотрены возможности языка математики для информационного общения преподавателя вуза и иностранных студентов, повышающие качество обучения последних. Показаны характер, особенности и достоинства математического языка, его значимость при изучении многих учебных дисциплин. Особое внимание уделено эстетическому воспитанию при овладении языком математических формул. Выделены основные разделы вузовского курса математики, содержание которых способствует формированию структуры математического языка у иностранных студентов. Представлены методика организации соответствующих учебных занятий и результаты проведенного исследования.

Введение

Овладение иностранными студентами вузовскими специальностями сопряжено, по крайней мере, с двумя сложностями: недостаточным знанием языка преподавания и непониманием его национальной специфики. Зачастую дословный перевод не имеет адекватного смысла из-за различия культур. Возникающее при этом ограничение возможностей информационного общения преподавателя и студента заметно снижает качество образования. Наличие различных уровней владения языком общения требует их сближения до ситуации взаимной однозначности. В России это возможно или путем более глубокого изучения иностранными абитуриентами русского языка или овладения преподавателем языком, известного студенту (например, английского). В общем, необходимо наличие дополнительного информационного воздействия, поиска его механизмов, содержания и ме-

Пучков Николай Петрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры «Высшая математика», e-mail: puchkov_matematika@mail.ru; Забавникова Татьяна Юрьевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Высшая математика», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

тодики исполнения. Такая возможность существует – особый универсальный язык международного общения – математический, который помогает иностранным студентам не только адаптироваться в вузе, но и повысить качество своего профессионального образования в процессе освоения практически всех изучаемых дисциплин. Известный английский натуралист Чарльз Галтон Дарвин (1887 – 1962) отметил, что «У людей, усвоивших великие принципы математики, одним органом чувств больше, чем у простых смертных» [1].

Цель работы – исследование возможностей языка математики, математических дисциплин в разрешении проблемы расширения канала взаимодействия российского преподавателя и иностранного студента в целях повышения качества обучения последнего. Представление обсуждаемых здесь вопросов следует рассматривать не как некий «рекламный материал математической науки, а, в большей степени, как рекомендуемые факторы воздействия преподавателя на обучающихся в целях формирования более глубокого восприятия сущности языка математики. Данные факторы должны не просто описываться преподавателями, а, по возможности, доказываться, обогащаться различными практическими примерами, конкретизируемыми для реальной аудитории обучаемых студентов.

Математика как язык общения

Впервые о математике как о языке науки сказал четыреста лет назад великий физик и математик прошлого Галилео Галилей (1564 – 1642): «Философия написана в грандиозной книге, которая всегда открыта для всех и каждого, – я говорю о природе. Но понять ее может лишь тот, кто научился понимать ее язык и знаки, которыми она написана. Написана же она на математическом языке, а знаки ее – математические формулы» [2, с. 15]. В свою очередь, известный химик прошлого века, датчанин Нильс Бор (1885 – 1962) говорил, что «Математика – это строгий язык, служащий для перехода от одних опытных суждений к другим» [3, с. 2]. Наш соотечественник, создатель неевклидовой геометрии Николай Иванович Лобачевский (1792 – 1856) отмечал, что «...своими блистательными успехами <...> науки обязаны <...> искусственному языку своему, ибо как назвать все сии знаки различных исчислений, как не особенным весьма сжатым языком, который, не утомляя напрасно нашего внимания, одной чертой выражает обширные понятия» [4, с. 3]. Значимость языка математики, как языка общения, рассматривалась и во многих других публикациях [4, 6 – 10].

Язык – словесная система выражения мыслей и служит средством общения людей. Математика является универсальным языком по той причине, что символы и обозначения для составления уравнений одинаковы во всех странах мира. Фраза или формула имеет одно и то же значение независимо от языка, который ее сопровождает. Математика помогает людям учиться и общаться, даже если существуют и другие способы коммуникации. Язык математики активно используется как школьниками, так и студентами. Поскольку математика является частью начального образования почти во всех странах, то все образованные люди знакомы с чистой

математикой. В современной математике очень мало культурных зависимостей или барьеров. Существуют международные математические соревнования (олимпиады, конкурсы, конференции), участники которых прекрасно общаются. Сила математики заключается в экономии средств выражения идей, часто служащих науке. Краткость математики как таковой очень велика. Математическая система обозначений ассимилировала символы из многих различных алфавитов (например, греческого, иврита, латиницы). Математические обозначения являются центральным элементом современной математики. Иногда формулы невозможно понять без письменного или устного объяснения, но часто их достаточно и самих по себе. Словарь математики также имеет свои визуальные элементы (например, диаграммы, графики). Многие математические записи вообще можно читать как предложения русского языка, например, если в равенстве $5 + 6 = 11$ считать числа 5, 6 и 11 существительными, а знаки «+» и «=» – глаголами.

Язык математики – это система, используемая математиками для общения между собой, которая отличается от естественных языков тем, что направлена на передачу абстрактных, логических идей с точностью и однозначностью и состоит из субстрата некоторых естественных языков, технических терминов и грамматических соглашений.

Сущность математического языка стимулирует необходимость его глубокого изучения. Не только физик и химик, но и биолог должен уметь читать математические статьи, чтобы не быть оторванным от понимания важных коммуникаций в своей области науки. И это важнее, чем простое знание иностранного языка, с которого можно переводить. В то же время во многих случаях невозможно выразить с помощью символов обычного языка содержание математической статьи таким образом, чтобы передать сущность логического процесса, посредством которого были сделаны выводы.

Следовательно, язык математики можно рассматривать как универсальное средство, способствующее профессиональному образованию студентов и, в значительной степени, иностранных. Однако это будет эффективным лишь при хорошем знании самой математики, ее основных принципов. Математика для обучающихся должна быть привлекательной. Здесь уместно вспомнить известное выражение «красота спасет мир» [5] и показать читателям влияние математических знаний на эстетическое воспитание личности обучающегося, так как при этом эстетическая простота математики ляжет в основу ее изучения, овладения ее языком.

Ошибочно предполагать, что из-за абстрактности предмета, математическая наука не может дать обучающимся тех непосредственных впечатлений, какими располагают гуманитарные науки. По этому поводу Российский педагог А. Г. Мордкович сформулировал мысль о том, что «Математика – это самая главная гуманитарная наука, которая позволяет упорядочить свои мысли, разложить по полочкам нужную информацию» [6]. Математика – единственный учебный предмет, который учит систематизации мышления, точности излагаемого, яркости определения. Именно на занятиях по математике применяется такой опыт, как запись условий задачи математическим языком. Решение математической задачи, как пра-

вило, предполагает изобретение специально ведущего к поставленной цели рассуждения и поэтому становится творческим актом. Такой творческий исследовательский характер математических заданий более чем что-либо другое влечет молодые силы растущего и крепнущего интеллекта обучающегося. «Математика владеет не только истиной, но и высшей красотой – красотой отточенной и строгой, возвышенно чистой и стремящейся к подлинному совершенству, которое свойственно только лишь величайшим образцам искусства» – Бертран Рассел (1872 – 1970) – британский философ, математик, общественный деятель [7]. Математика раскрывает перед человеком красоту внутренних связей, существующих в природе, и указывает на внутреннее единство мира. Преимущество математического языка в его краткости, точности; именно в математическом языке претворяется один из основных принципов красоты в науке: сведение сложности – к простоте. Язык математики – это язык других наук, язык единый, универсальный, точный простой и красивый. Как сказал советский математик С. Л. Соболев (1908 – 1989): «Есть одна наука, без которой невозможна никакая другая. Это математика. Ее понятия, представления и символы служат языком, на котором говорят, пишут и думают другие науки. Она объясняет закономерности сложных явлений, сводя их к простым, элементарным явлениям природы» [8]. Не зная иностранного языка, вы легко поймете задание по математике в школе и можете решить соответствующие задачи. Более того, можно легко прочесть тетрадь по физике, химии и некоторым другим предметам, потому что многое там выражено на языке математики.

Методика преподавания математики как языка общения

При разрешении проблем повышения эффективности информационного общения преподавателя и иностранного студента средствами математического языка возникают, по крайней мере, две задачи:

1. Одна из них – усиление интереса к математике за счет содержательной компоненты.

Какое же содержание можно включать в программу преподавания математики, чтобы продемонстрировать ее красоту, стройность, закономерность, как связать это с искусством и живописью?

Герман Вейль (1885 – 1955) – известный немецкий математик, отмечал, что «симметрия является той идеей, посредством которой человек на протяжении веков пытался постичь и создать порядок, красоту и совершенство» [9]. Целесообразность симметрических форм была осознана человечеством в доисторические времена, а в сознании древних греков симметрия стала олицетворением закономерности и красоты [10].

Пропорция в искусстве определяет соотношение величин элементов художественного произведения. В эстетике – пропорция, как и симметрия, является составными элементами категории меры и выражает закономерность структуры эстетического образа. Золотое сечение – особая пропорция – присутствует в прикладном и изобразительном искусстве, в архитектуре, музыке и литературе, в предметах быта и машинах. Физика элементарных частиц во многом обязана существованию в природе принципа

симметрии (электрон-позитрон, и т.п.). Можно сказать, что пропорция – это формула природы [11].

Особый эстетический интерес представляют математические модели процессов и явлений окружающего мира. 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. Язык математических формул, как самый эстетичный и универсальный, – прекрасная модель технологических процессов.

Самостоятельный интерес представляют геометрические модели, имеющие, в большей степени, глубокое зрительное восприятие и более наглядные решения, понятные для студента и легко комментируемые преподавателем.

Математическая логика – особая разновидность математического языка. Построенные на ее принципах математические доказательства имеют однозначное восприятие как обучающими, так и обучающимися и поэтому являются действенным средством расширения информационного канала их взаимодействия.

Опираясь на перечисленные факторы-обстоятельства, можно рекомендовать соответственный пересмотр как относительного объема, так и содержания занятий по математике на подготовительных факультетах вузов в первую очередь их методического обеспечения в направлении более глубокого освоения математического языка. Изучение языка математики должно быть опережающим. Можно сформулировать новый принцип обучения: овладение русским языком и профессиональными знаниями через эстетическое воспитание на занятиях по математике. Опыт такой работы в ФГБОУ ВО «ТГТУ» демонстрирует результаты повышения академической успеваемости иностранных студентов – первокурсников [12, 14, 15]. Кроме того, на подготовительном факультете ТГТУ проводятся семинары и конференции, тематикой которых являются вопросы эстетики математики, междисциплинарного сотрудничества, формирования навыков учебно-познавательной деятельности средствами национального языка, изучения и применения научного стиля речи как основы языка выбранной специальности и др. Целью подобных мероприятий выступает популяризация математики, скорейшая адаптация иностранных студентов к условиям обучения в России, воспитание, в том числе эстетических качеств студентов средствами математической науки. Во время обучения на подготовительном факультете следует больше практиковать решение наглядных геометрических задач и задач математического моделирования, развивать способности угадывать и читать математические модели, доказывать их универсальность.

2. Вторая задача – использование инновационных форм проведения занятий.

Совершенствование математического языка общения следует осуществлять не только путем изменения содержания обучения, но и его форм.

В частности, практикой проведения (наряду с традиционными) интегрированных занятий, занятий, предполагающих формирование интегрированных компетенций, а также активные формы обучения [13].

Интегрированное, междисциплинарное занятие позволяет реализовать профессионально-ориентированное изучение математического языка, повышает мотивацию студентов, демонстрируя возможности студентов в профессии. Такое занятие сочетает возможности отработки навыков и умений использования специальной лексики, построения самостоятельного высказывания и прослушивания русской речи.

Проведенное исследование предусматривало интеграцию материала двух дисциплин: русского языка и математики в условиях доминирования терминологии будущей профессии обучаемого. Структура занятия представляет собой последовательное чередование этапов, включает получение порций теоретического материала и практических занятий по математике, направленных на отработку использования русскоязычной профессиональной терминологии, диалогов и минимальных монологов. Подготовка и проведение интегрированного занятия осуществлялось в несколько этапов, включающих планирование, подбор группы преподавателей, проектирование и проведение занятия, а также его анализ. Планирование заключалось в выборе темы занятия для интеграции, условий его проведения. В частности, ситуация, когда русский язык и математика соседствуют в действующем расписании занятий, выглядит наиболее предпочтительным.

При создании группы педагогов учитывались следующие условия. В ходе совместной работы преподаватель математики знакомит своего коллегу, ведущего русский язык, с планом занятия, планом-конспектом и отвечает на возможные вопросы. В дальнейшем в ходе занятия определенная его часть представляется в виде заданий на русском языке, связанных с решением математических задач в форме диалогов, заполнением пропусков в тексте, деловых игр или кейсов. Практико-ориентированный характер проводимых интегрированных занятий требует от преподавателя русского языка грамотно ориентироваться в основных понятиях математики. Повышению эффективности совместной работы способствует соавторство преподавателей в написании учебных пособий (например, [14]). Только реальная слаженная команда преподавателей обеспечивает успех реализации сложного, но, как правило, интересного интегрированного занятия.

Структуру интегрированного занятия можно представить в виде последовательного чередования этапов, включающих получение порций теоретического материала и практическое формирование умений и навыков у студентов в виде упражнений по обучению использования профессиональной терминологии и терминологии математики [16]. Возможные формулировки включают, например, следующие задания:

- заполните пропуски в тексте подходящими по смыслу словами из предложенных и воспроизведите высказывание;
- найдите в тексте ответ на поставленный вопрос;
- замените подчеркнутые слова / словосочетания их синонимами и воспроизведите полученное;

- придумайте ответы в предложенном диалоге и воспроизведите его;
- прочитайте математическую формулу, решение задачи;
- переведите условие задачи на математический язык (запишите математическую модель);
- составьте краткий рассказ по изучаемой теме, выделив главную мысль;
- какими свойствами обладает представленная на рисунке линия / фигура, и т.п.

Практическая часть исследования завершилась предметным тестированием и компьютерным анкетным опросом студентов, принимавшим участие в интегрированных занятиях. Анализ результатов позволяет говорить о достаточно высоком уровне мотивации студентов (более 80 % опрошенных считают такие занятия интересными и полезными), более 70 % продемонстрировали более высокий уровень знаний (точнее сказать наличие прироста знаний) как по русскому языку, так и по математике.

В итоге можно отметить, что интегрированное занятие по русскому языку и математике позволяет построить курс обучения с возможностью переноса в дальнейшем умений и навыков, сформированных в процессе овладения коммуникативной компетенцией, в учебную профессиональную деятельность по специальным дисциплинам. В то же время такие занятия повышают мотивацию обучающихся, развивают навыки совместной работы и требуют высокой квалификации преподавателей русского языка, которые должны знать базовую математическую лексику, уметь ориентироваться в терминологии, понимать основной теоретический материал.

Заключение

Процесс укрепления международных связей Российской Федерации предполагает подготовку иностранных студентов в России на конкурентном уровне качества, которое осложняется трудностями языкового барьера. Такой барьер следует преодолевать не только путем более глубокого изучения русского языка на подготовительном факультете, но и освоением универсального международного языка – языка математических формул.

В основе значимости и полезности математического языка лежит то обстоятельство, что язык математики отличается от естественных языков тем, что он нацелен на передачу абстрактных, логических идей с точностью и однозначностью и состоит из субстрата некоторых естественных языков, технических терминов и грамматических соглашений. Математическая система отношений ассимилирована символами из многих различных алфавитов. Все это позволяет сделать вывод о том, что язык математики можно рассматривать как универсальное средство, способствующее профессиональному образованию студентов.

Одним из факторов, стимулирующих изучение математики и овладение ее языком, служит эстетическая красота – красота отточенности и строгости возвышенной чистоты и стремления к совершенству [17].

На занятиях по математике следует изучать такие разделы, которые предвещают красоту, стройность и закономерность. Ими могут быть раз-

делу, связанные с изучением симметрии, пропорции, геометрических моделей, разного рода доказательств. В результате – демонстрируемая 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 профессиональные знания и успешность в скорости их усвоения.

Учебные занятия по математике – наиболее комфортная среда для обучения иностранных студентов ввиду наличия минимальных языковых барьеров. Поэтому они должны практиковаться при обучении на подготовительных отделениях.

Таким образом, в работе показано, что язык математики, математических дисциплин является действенным средством в разрешении проблемы расширения канала информационного взаимодействия российского преподавателя и иностранного студента в целях повышения качества его обучения.

Список литературы

1. Thomson, G. P. Charles Galton Darwin (1887 – 1962) / G. P. Thomson // Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society. – 1963. – Vol. 9. – 85 p.
2. Галилей, Галилео. Пробирных дел мастер / Галилео Галилей ; пер. Ю. А. Данилова. – М. : Наука, 1987. – 270 с. – URL: <https://ru.citaty.net/tsitaty/2048011-galileo-galilei-filosofiia/> (дата обращения: 12.02.2024)
3. Пайс, А. Гении науки / А. Пайс ; пер. с англ. Е. И. Фукаловой ; под ред. С. Г. Новокшенова. – М. : Ин-т компьютерных исследований, 2002. – 448 с.
4. Лобачевский, Н. И. Научно-педагогическое наследие ; Руководство Казанским университетом. Фрагменты. Письма / Н. И. Лобачевский ; под общ. ред. П. С. Александрова [и др.] ; отв. ред. П. С. Александров, Б. Л. Лаптев. – М. : Наука, 1976. – 663 с.
5. Достоевский, Ф. М. Идиот / Ф. М. Достоевский. – М. : Эксмо, 2020. – 640 с.
6. Мордкович, А. Г. О некоторых проблемах школьного математического образования / А. Г. Мордкович // Математика в школе. – 2012. – № 10. – С. 35 – 43.
7. Russell, Bertrand. My Philosophical Development / Bertrand Russell. – London : Allen and Unwin, 1959. – 279 p.
8. Сергей Львович Соболев (1908 – 1989) : биобиблиографический указатель / под ред. С. С. Кутателадзе. – Изд. 4-е доп. – Новосибирск : Изд-во Института математики, 2013. – 156 с.
9. Вейль, Г. Симметрия / Г. Вейль ; под ред. Б. А. Розенфельда ; пер. с англ. Б. В. Бирюкова и Ю. А. Данилова ; вступ. ст. И. М. Яглома ; заключительная ст. Б. В. Бирюкова. – Изд. 3-е. – М. : USSR, 2007. – 190 с.
10. Симметрия, пропорция, гармония – слагаемые прекрасного. – Текст: электронный / Библиотека по математике. – URL: <http://mathemlib.ru/books/item/f00/s00/z0000011/st006.shtml> (дата обращения: 12.02.2024)
11. Ливио, Марио. ϕ – число Бога. Золотое сечение – формула мироздания / Марио Ливио. – М. : АСТ, Прайм, 2015. – 425 с.
12. Толстяков, Р. Р. Управленческие мероприятия, направленные на повышение лояльности иностранных учащихся довузовской формы обучения / Р. Р. Толстяков, М. А. Промтов // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Проблемы социально-гуманитарного знания. – 2013. – Т. 12, № 2(105). – С. 19 – 25.

13. Пучков, Н. П. Интеграция компетенций в условиях цифровизации образования / Н. П. Пучков, А. И. Попов, С. И. Тормасин // *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. – 2020. – № 1(17) – С. 36 – 43. doi: 10.24888/2500-1957-2020-17-1-36-43

14. Пучков, Н. П. Изучение математики иностранными студентами в вузе. В 4-х частях. Часть 1 [Электронный ресурс, мультимедиа] : учеб. пособие / Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова, Т. В. Губанова. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2021. – 106 с.

15. 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

16. Хайдарова, М. Важность обучения математике и ее роль в образовании / М. Хайдарова, О. Хайдарова // *Вестник науки*. – 2023. – Т. 3, № 2(59). – С. 188 – 191.

17. Пучков, Н. П. Эстетическое воспитание как средство гуманитаризации математической подготовки инженерных кадров / Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова // *Современные технологии в науке и образовании, СТНО-2019* : сб. тр. II Междунар. науч.-техн. форума : в 10 томах. Т. 9 (Рязань, 27 февраля – 01 марта 2019 г.). – Рязань, 2019. – С. 215 – 219.

References

1. Thomson G.P. Charles Galton Darwin (1887-1962), *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, 1963, vol. 9, 85 p.

2. Galilei Galileo. *Probirnykh del master* [Assay master], Moscow: Nauka, 1987, 270 p. available at: <https://ru.citaty.net/tsitaty/2048011-galileo-galilei-filosofiia/> (accessed 12 February 2024)

3. Pays A.; Novokshenov S.G. (Ed.) *Genii nauki* [Geniuses of science], Moscow: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2002, 448 p. (In Russ.)

4. Lobachevskiy N.I.; Aleksandrov P.S. [et al.] (Eds.). *Nauchno-pedagogicheskoye naslediyе; Rukovodstvo Kazanskim universitetom. Fragmenty. Pis'ma* [Scientific and pedagogical heritage; Management of Kazan University. Fragments. Letters], Moscow: Nauka, 1976, 663 p. (In Russ.)

5. Dostoyevskiy F.M. *Idiot* [Idiot], Moscow: Eksmo, 2020, 640 p. (In Russ.)

6. Mordkovich A.G. [About some problems of school mathematical education], *Matematika v shkole* [Mathematics at school], 2012, no. 10, pp. 35-43. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Russell Bertrand. *My Philosophical Development*, London: Allen and Unwin, 1959, 279 p.

8. Kutateladze S.S. (Ed.). *Sergey L'vovich Sobolev (1908-1989): biobibliograficheskiy ukazatel'* [Sergei Lvovich Sobolev (1908-1989): biobibliographic index], Novosibirsk: Izdstel'stvo Instituta matematiki, 2013, 156 p. (In Russ.)

9. Veyl' G.; Rozenfel'd B.A. (Ed.). *Simmetriya* [Symmetry], Moscow: USSR, 2007, 190 p. (In Russ.)

10. Available at: <http://mathemlib.ru/books/item/f00/s00/z0000011/st006.shtml> (accessed 12 February 2024)

11. Livio Mario. ϕ – *chislo Boga. Zolotoye secheniye – formula mirozdaniya* [ϕ the number of God. Golden ratio - the formula of the universe], Moscow: AST, Praym, 2015, 425 p. (In Russ.)

12. Tolstyakov R.R., Promtov M.A. [Management activities aimed at increasing the loyalty of foreign students of pre-university education], *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Problemy sotsial'no-gumanitarnogo znaniya* [News of the Volgograd State Technical University. Series:

Problems of social and humanitarian knowledge], 2013, vol. 12, no. 2(105), pp. 19-25. (In Russ., abstract in Eng.)

13. Puchkov N.P., Popov A.I., Tormasin S.I. [Integration of competencies in the conditions of digitalization of education], *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovaniye* [Continuum. Mathematics. Computer science. Education], 2020, no. 1(17), pp. 36-43. doi: 10.24888/2500-1957-2020-17-1-36-43 (In Russ., abstract in Eng.)

14. Puchkov N.P., Zabavnikova T.Yu., Gubanova T.V. *Izucheniye matematiki inostrannymi studentami v vuze. V 4-kh chastyakh. Chast' I: ucheb. posobiye* [Studying mathematics by foreign students at university. In 4 parts. Part 1: textbook. allowance], Tambov : Izdatel'stvo TSTU, 2021, 106 p. (In Russ.)

15. 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.)

16. Khaydarova M., Khaydarova O. [The importance of teaching mathematics and its role in education], *Vestnik nauki* [Bulletin of Science], 2023, vol. 3, no. 2(59), pp. 188-191. (In Russ., abstract in Eng.)

17. Puchkov N.P., Zabavnikova T.Yu. *Sovremennyye tekhnologii v nauke i obrazovanii, STNO-2019: sbornik trudov II Mezhdunar. nauch.-tekhn. foruma* [Modern technologies in science and education, STNO-2019: collection tr. II International scientific-technical forum]: in 10 vols., vol. 9. (Ryazan', 27 February – 01 March 2019), Ryazan', 2019, pp. 215-219. (In Russ., abstract in Eng.)

The Language of Mathematics as a Factor in Improving the Quality of Information Communication with Foreign Students

N. P. Puchkov, T. Yu. Zabavnikova

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: foreign students; quality of education; mathematical formulas; aesthetics of mathematics; language of communication.

Abstract: The possibilities of the language of mathematics for information communication between university teachers and foreign students, which improves the quality of education for the latter, are considered. The nature, features and advantages of the mathematical language, its significance in the study of many academic disciplines are shown. Particular attention is paid to aesthetic education when mastering the language of mathematical formulas. The main sections of the university mathematics course are identified, the content of which contributes to the formation of the structure of the mathematical language of foreign students. The methodology for conducting relevant training sessions and the results of the research are described.

© Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова, 2024

ПРОБЛЕМА ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ОБУЧЕНИЯ В ЯЗЫКОВЫХ ШКОЛАХ

А. Ю. Ряховская

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского», Брянск, Россия*

Ключевые слова: виртуальные технологии; информационно-коммуникационные технологии; интеллектуальные образовательные платформы; психофизиологические особенности учащихся; репрезентативные системы; системы искусственного интеллекта; цифровая безопасность; этапы обучения.

Аннотация: Обусловлена необходимость использовать информационные и цифровые ресурсы в целях повышения эффективности языкового обучения, развития навыков самостоятельной работы учащихся и самообразования преподавателей. Проведен анализ существующих образовательных информационных ресурсов, способных повысить практическую ценность урока иностранного языка, поддержать мотивацию учащихся, развить их интеллектуальные и творческие способности. Настоящее исследование рассматривает информационно-коммуникационные технологии в контексте организации языковой подготовки учащихся разных возрастных групп, что позволит преподавателю самостоятельно планировать урок иностранного языка в условиях постоянно обновляющейся базы информационных технологий.

Введение

Одним из приоритетных направлений развития системы образования на 2018 – 2025 годы становится внедрение в учебные заведения современной и безопасной цифровой информационной среды. Роль центров создания и развития инновационных образовательных технологий закрепляется не только за высшими учебными заведениями, средними образовательными учреждениями, но и организациями дополнительного образования.

Актуальность данного исследования обусловлена противоречием между объективной необходимостью использования информационно-комму-

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.

никационных технологий (ИКТ) в образовательном процессе и недостаточным или неуместным использованием современных технологий в процессе языковой подготовки учащихся разных возрастных групп. Преподаватели языковых школ должны быть не только осведомлены о существующих ИКТ, обладающих дидактическим потенциалом, но и уметь грамотно применять их, учитывая возрастные и индивидуальные особенности учащихся.

Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в описании условий совершенствования всех видов речевой деятельности учащихся языковых школ за счет обновления информационно-коммуникационной инфраструктуры. Для реализации поставленной цели следует решить следующие задачи:

1. Исследовать сферу применения информационных технологий в языковом образовании на разных этапах обучения.
2. Изучить современные подходы к организации языкового образования в языковых школах.
3. Составить перечень информационных технологий и описать условия их внедрения для создания языковой среды, способствующей повышению коммуникативной и информационной компетенции учащихся языковых школ.

Материалы и методы исследования

В соответствии с намеченными целями и задачами использован комплекс методов исследования: теоретические – теоретический анализ педагогической, психологической литературы по проблеме исследования, обобщение, сравнительный анализ, моделирование; эмпирические – наблюдение, метод экспертной оценки.

С целью сбора материала для исследования проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий проведен анализ существующих программ, ресурсов и технологий в сфере языкового образования, оценивалась их дидактическая эффективность исходя из потребностей и психофизиологических особенностей слушателей разных возрастных групп. Перечень предлагаемых ресурсов сопровождается комментариями относительно дидактических условий применения технологий при условии наличия разновозрастных групп в языковых школах.

Частные лингвистические центры или языковые школы обладают рядом преимуществ для обучающихся: индивидуальные программы обучения, малокомплектные группы и современное техническое оснащение. Сегодня уже не стоит вопрос, использовать ли современные образовательные информационные ресурсы. Современные технические средства способны восполнить недостатки коммуникации с реальными носителями языка, создать искусственную языковую среду. Вопрос заключается в том, какие именно ИКТ, на каком этапе урока целесообразно применять.

Результаты

Вопросы использования ИКТ в образовательном процессе исследовали многие российские ученые. Зарубежные исследователи рассматривают ИКТ как средство формирования у обучающихся навыков XXI века [1]. Некоторые авторы считают, что ИКТ – неотъемлемая часть стабильно развивающегося общества. [2]. С точки зрения данных авторов, широкое внедрение ИКТ в учебный процесс позволит расширить возможности уже существующих образовательных технологий.

Обобщая вышеуказанные подходы к толкованию ИКТ в образовательном процессе, следует рассматривать их как совокупность цифровых технологий, обеспечивающих доступ к учебной информации, ее обработку и распространение, а также осуществляющих дистанционную коммуникацию между субъектами учебного процесса [3, 4].

Услугами частных языковых школ пользуются дети разных возрастов и взрослые с разным уровнем языковой подготовки. Следовательно, преподаватель должен иметь в арсенале разнообразные технологии, повышающие эффективность языкового обучения детей младшего, среднего и старшего школьного возраста, а также взрослых. В таблицах 1 – 3 представлены информационные ресурсы для совершенствования различных видов речевой деятельности на разных этапах обучения.

Возраст младшего школьного возраста благоприятен для изучения иностранного языка в силу следующих причин: у детей 1 – 4 классов хорошая память, дети не испытывают стеснения при имитации иностранной речи, легко перестраивают свою речь, используя новые конструкции, у детей преобладает наглядно-образный характер деятельности. Вместе с тем у младших школьников ограничены возможности волевого регулирования внимания. Преобладающим видом внимания младшего школьника является непроизвольное. В этом возрасте наблюдается сильная реакция на все новое, яркое, непривычное. В этой связи целесообразным является ознакомление с зарубежным песенным, стихотворным и сказочным фольклором. Соответственно, на младшем этапе обучения разнообразить процесс обучения способны аутентичные мультипликационные образовательные сериалы, детские английские песенки и рифмовки.

Из большого разнообразия мультипликационных образовательных ресурсов стоит выделить сериал *Muzzy in Gondoland*, обучающий телекурс, который сопровождается повторением ключевых лексических единиц и наиболее трудных моментов языка в игровой форме (см. табл. 1). *Disney Magic English* – это коллекция знакомых детям и взрослым эпизодов из диснеевских мультфильмов, где фразы из диалогов группируются по темам и поясняются. Курс включает 55 уроков и охватывает различные темы, необходимые для повседневного общения – приветствие, еда, семья, счет, животные, распорядок дня и т.д. Фрагментами этого ресурса можно дополнять изучение лексики по темам. На ресурсе *Multimedia-English* (<https://multimedia-english.com/>) представлены разнообразные видеоролики и современные мультсериалы. В разделе *Cartoons* и *Songs* можно найти популярные мультфильмы на английском (e.g. *Peppa Pig*), которые снабжены субтитрами в отдельном окне.

Таблица 1

Информационные ресурсы для совершенствования разных видов речевой деятельности на младшем этапе обучения

Ресурсы для организации учебных игр	Мультипликационные курсы	Ресурсы для организации физкультурминутки	Ресурсы для овладения навыками		Ресурсы для создания мультимедийных презентаций
			чтения	письма	
English for Kids, Starfall Education, Fun English Games for Kids, Starfall Education, Learn English Kids (British council), Learningapps, Word wall	Muzzy in Gondoland, Disney Magic English, Multimedia-English	kenglish.ru agendaweb.org (songs, nursery rhymes) speakenglishwell.ru Learn English Kids (songs)	Children's Books Online, Starfall Education, Fun English Games for Kids (reading games), Learn English Kids (read and write)	Fun English Games for Kids (writing games), Learn English kids (fun and games)	Prezi.com Learningapps, Wordwall Quizlet Active Inspire

Таблица 2

Информационные ресурсы для совершенствования разных видов речевой деятельности на среднем этапе обучения

Ресурсы для совершенствования навыков аудирования	Виртуальные ресурсы сети Интернет	Ресурсы для совершенствования навыков		Ресурсы для создания мультимедийных презентаций	Ресурсы для совершенствования грамматических навыков
		чтения	письма		
ESL Fast – English Teaching and Learning Resources, Audioenglish, British Council Learn English Teens (Skills-Listening)	Window Swap, Virtual College Tours, Google Art & Culture, Geo Guess Kitchen Tour (en.islcollective.com)	Children's Books Online, British Council Learn English Teens (Skills-Reading)	Engnovate, British Council Learn English Teens (Skills-Writing)	Prezi.com Learningapps, Word wall Quizlet Active Inspire	Grammar monster Agendaweb.org British Council Learn English Teens (Grammar) Grammar bank.com English-4U Learningapps, Wordwall Quizlet

Таблица 3

Информационные ресурсы для совершенствования разных видов речевой деятельности на старшем этапе обучения

Ресурсы для совершенствования навыков аудирования	Аутентичные видеоресурсы	Ресурсы подготовки к экзаменам	Ресурсы для совершенствования навыков чтения и письма	Ресурсы с элементами искусственного интеллекта
ESL Fast - English Teaching and Learning Resources, Audioenglish, British Council Learn English Adults (Skills-Listening) ESL Brains	Lessons Worth Sharing (TEDed), British Council Learn English (Video zone), Show English club, Engnovate (Learn English through videos) ESL Brains	ФИПИ, Langart, Сдам ГИА – пишу ЕГЭ, One stop English, Duolingo, Exam English, Engnovate (IELTS preparation)	Engnovate (Learn English through dictation) British Council Learn English Teens (Skills-Writing) Online Books Page	Duolingo, Lingo Leo AI Engnovate, EWA, EFHello, Голосовые помощники Siri, Andy

В младшем школьном возрасте ведущими видами деятельности являются игра и учение. На уроке иностранного языка игровая ситуация выступает как средство повышения мотивации, дает возможность незаметного усваивания языкового материала. Ресурсов, предлагающих грамматические, лексические игры огромное количество. На вкладках Games представлены десятки разнообразных красочные онлайн-игры, которые помогут ребенку закрепить полученные знания в увлекательной игровой форме. Разделы Worksheets содержат множество учебных материалов, которые доступны для печати.

Исследования сотрудников московского центра НЛП в образовании доказали, что среди детей младшего школьного возраста преобладают кинестетики [5]. Это дети, память которых включается во время движения. Поэтому для детей первых-четвертых классов полезно использовать подвижные виды деятельности, проводить физкультминутки, не просто заучивать, а инсценировать микро-диалоги, использовать для работы с лексикой лото и карточки.

Учителя английского языка знают, насколько сложным бывает для ребенка путь овладения навыками чтения. В помощь учителю есть ряд ресурсов. К примеру, сайт Starfall Education (<https://www.starfall.com/h/>) предлагает упражнения для изучения алфавита: ребенок повторяет за диктором буквы и простые слова, которые начинаются на эти буквы. В разделе Grades, Learntoread – упражнения для изучения правил чтения: ребенок научится правильно читать различные сочетания букв. Есть и короткие иллюстрированные тексты для чтения. Все буквы, слова и словосочетания сопровождаются яркими анимированными картинками. Если класс оснащен интерактивной доской, обучение чтению может стать увлекательным и запоминающимся.

Для практики и совершенствования уже сформировавшихся навыков чтения можно использовать ресурс Children's Books Online: the Rosetta Project, Inc. (<http://childrensbooksonline.org/>), где представлены отсканированные книги и аудиокниги. На вкладке Books with Audio можно почитать и одновременно послушать книгу. На начальном этапе можно использовать вкладки Pre-Reader and Very Early Readers, где представлены совсем простые книги с минимумом текста.

Реализовать игровые методы в разных видах речевой деятельности поможет коллекция материалов на сайте Fun English Games for Kids (<https://funenglishgames.com/>). Ресурс позволяет совершенствовать навыки во всех видах речевой деятельности в игровой форме с помощью упражнений из раздела Reading Games, Grammar Games, Writing Games, Word Games и Spelling Games.

Грамотное и своевременное включение интерактивных заданий, красочных плакатов в канву урока делает урок запоминающимся для детей, а процесс заучивания новых слов – увлекательным. Наиболее полное собрание мультимедийных презентаций и заданий можно найти на сайтах Learningapps (<https://learningapps.org/>), Wordwall (<https://wordwall.net/>), Quizlet (<https://quizlet.com/latest>). Такие ресурсы являются также сервисами для создания собственных заданий, тестов, грамматических и лексических

игр. Большое пространство для творчества представляет платформа для создания интерактивных плакатов Prezi (<https://prezi.com/>). Она позволяет в рамках одной мультимедийной презентации разместить большой объем информации – графической, текстовой, видео и аудио. Программное обеспечение Active Inspire позволяет создавать игровые флипчарты типа «Волшебный сундучок». Доступная инструкция по созданию уроков в программе Active Inspire есть на сайте <https://www.youtube.com/watch?v=WHL8trc9w6Q>. Интерактивная доска Smart Board поможет перемещать и группировать объекты у доски, распределяя слова по группам. Польза от этих упражнений очевидна и для визуалов, и для кинестетиков.

Не менее важно воздействовать на разные каналы восприятия и учитывать ведущие репрезентативные системы у учащихся и на среднем этапе обучения.

Обучение детей среднего школьного возраста имеет свою специфику. Наряду с элементарными иноязычными коммуникативными умениями в четырех видах речевой деятельности у подростков сформированы основные общеучебные умения, накоплены некоторые знания о правилах речевого поведения. В то же время, наблюдаемая в начальной школе выраженная мотивация и интерес к иностранному языку начинают постепенно ослабевать, поскольку учащиеся не ощущают быстрого продвижения в овладении языком и начинают осознавать трудоемкость процесса обучения. Кроме того, речевые потребности учащихся пятых-девярых классов существенно выше и разнообразней, чем у младших школьников, но средств для выражения своих речевых потребностей на иностранном языке у подростков еще не хватает. Становится очевидным процесс забывания изученного материала и необходимость постоянного повторения для поддержания уже достигнутого уровня владения иностранным языком. В этой связи большую роль играет не только языковая компетентность преподавателя, но и искусное владение интерактивными методами обучения с привлечением информационных технологий, обеспечивающих зрительную и слуховую наглядность.

Рассмотрим примеры образовательных ресурсов для совершенствования коммуникативных навыков учащихся на среднем этапе обучения (см. табл. 2).

По объективному мнению Солововой Е. Н., аудирование является одним из самых сложных видов речевой деятельности [6, с. 125]. Для совершенствования аудитивных навыков полезно на каждом уроке дополнять изучаемые темы заданиями по аудированию, используя аутентичные ресурсы. На сайтах, представленных в табл. 2, легко осуществлять поиск по темам и дополнить любой урок курса английского языка. Специфика заданий по аудированию в том, что они позволяют тренировать разные виды речевой деятельности одновременно. Так, к примеру, во многих упражнениях на сайте British Council есть дискуссионные доски, где можно обсудить материал, написать эссе, составить диалог по ключевым словам из аудирования. На сайте Engnovate.com в разделе Dictations собрана коллекция диктантов на разные темы и уровни, что позволяет тренировать орфографические и аудитивные навыки.

Качественно новый уровень иноязычного информационного взаимодействия на всех этапах обучения реализует технология виртуальной реальности. Технология «виртуальная реальность» означает технологию неконтактного информационного взаимодействия, реализация которого создает с помощью комплексных мультимедиа-операционных сред иллюзию непосредственного присутствия в виртуальном мире.

Ресурс, который не требует использования VR-очков, но является интересной иллюстрацией быта и реалий иноязычной культуры, – Window Swap (<https://windowswap.com>). Функция “Open a new window some where in the world” позволяет оценить вид из окна в любой точке мира. Страну и город программа выбирает случайно. Пользователь может наблюдать, что происходит за окном владельца дома или помещения, где установлена камера. Использование этого ресурса на уроке позволит актуализировать лексику по темам «Путешествие», «Погода», «Города и страны мира» и т.д. Описание вида за окном также будет занимательной практикой в области отработки грамматики, в частности, правила использования времени Present Continuous.

Красивой иллюстрацией для темы «Образование» на среднем и старшем этапе обучения послужит виртуальная платформа Virtual College Tours на сайте <https://www.thoughtco.com/>. Она позволяет совершить виртуальный тур по колледжам и университетам. Прогулка сопровождается комментариями гидов, многие из которых озвучены.

Расширение Google Art & Culture открывает доступ к коллекциям музеев мира, что позволяет не только практиковать обсуждение увиденного на английском языке, но и расширять горизонты познания, наслаждаясь мировыми шедеврами искусства.

Виртуальная игра GeoGuess (<https://www.geoguessr.com/>) позволяет тренировать навыки коллективной работы, совершенствовать не только языковые навыки, но и знание географии. Игрок оказывается в какой-то точке мира и должен за отведенное время, двигаясь в разных направлениях, угадать в какой стране он очутился. Ресурс способствует актуализации лексики по теме «Путешествие», «В городе», «Как спросить дорогу» и т.д.

Психофизиологические особенности юношеского возраста (15 – 18 лет) связаны с процессами взросления. Воля и волевые процессы становятся произвольными, повышается значимость эмоциональных контактов, обостряется критическое мышление. Основное значение приобретает ценностно-ориентационная активность. Необходимость профессионального самоопределения вызывает повышенную тревожность у многих подростков. Выбор будущей профессии необходимо сделать в довольно короткий срок, что вызывает внутреннее напряжение, приводит к конфликтам. Очень важно в этот период научиться правильно распределять время, собственные силы и оценивать свои возможности.

Занятия иностранного языка на старшем этапе должны быть построены так, чтобы ученики могли максимально проявить свои способности, совершенствовать коммуникативные и рефлексивные навыки, иметь достаточную информацию о надежных средствах совершенствования языковых навыков самостоятельно.

Разберем информационные образовательные ресурсы, которые способствуют повышению языковой компетентности как для учащихся старших классов, так и взрослых слушателей (см. табл. 3).

К эффективным аутентичным ресурсам, способствующим повышению языковой компетентности можно отнести аутентичные видеоресурсы, среди которых наиболее популярным является сайт Lessons Worth Sharing (TEDed) (<https://ed.ted.com/>). Сайт содержит коллекцию англоязычных видеоуроков различной тематики. Видеоряд снабжен русскими субтитрами, созданными переводчиком, которые по желанию можно отключить. ESL Brains (<https://eslbrains.com/>) предлагает подробные разработки уроков для студентов и преподавателей. Контент видеороликов может послужить отправной точкой для дискуссий, диалогов, эссе.

Созданные на основе нейронных сетей программы и платформы стали популярными в сфере языкового образования. Широкое распространение получили мобильные приложения платформ с интегрированным искусственным интеллектом. Они удобны для самостоятельного совершенствования языковых навыков. Это и ресурсы, позволяющие расширить словарный запас, и голосовые помощники для практики диалогов.

EF Hello – продукт инженеров из Стэнфордского университета и лингвистов из Кембриджа, позволяющий оценить уровень языка пользователя. После определения уровня нейросеть предлагает виртуального собеседника для практики. На основе данных об ошибках обучающегося алгоритм способен предложить индивидуальные задания для дополнительной работы над слабыми местами.

Попыткой соединить достижения искусственного интеллекта и человеческий педагогический опыт также является платформа Duolingo. Алгоритм отслеживает прогресс каждого учащегося и предлагает персональную подборку заданий, адаптируясь под меняющийся уровень, запоминает и накапливает пройденный материал и периодически предлагает его для повторения в новой сессии. Действует опция определения уровня языка в соответствии с международными стандартами.

В языковую школу зачастую обращаются, чтобы подготовиться к сдаче государственного экзамена по английскому языку. В сети существует множество образовательных платформ в помощь тем, кто сдает или готовит к сдаче внутренних или международных экзаменов по английскому языку. Правильный выбор ресурсов во многом может определить то, насколько качественной будет подготовка учащихся.

Среди сайтов, которые стоит рекомендовать для подготовки к ГИА, – ФИПИ (<https://fipi.ru/>), официальный федеральный ресурс, где содержатся методические материалы, правовые документы и демоверсии экзаменов; «Сдам ГИА – решу ЕГЭ» (<https://ege.sdamgia.ru/>), включающий коллекцию тестов-тренажеров с ответами для самоподготовки к экзамену; Langart (<https://langart.ru/>), красочный, постоянно обновляющийся ресурс с вариантами ответов для устной и письменной части.

Сайт One Stop English (<https://www.onestopenglish.com/>) содержит огромную коллекцию тематических разделов с планами уроков, видео- и аудиоресурсами, упражнениями на закрепление грамматического материала. Здесь также есть материалы для подготовки к международным экзаменам TOEFL, IELTS, TOEIC, Cambridge ESOL exams.

Заключение

Потенциалом, необходимым для перехода к новой образовательной среде, обладают современные средства ИКТ. Роль и дидактический потенциал ИКТ на уроке английского языка наиболее емко отражены в формулировке Н. В. Талызиной, согласно которой современные образовательные технологии – наиболее рациональные способы организации образовательного процесса, при которых цель обучения достигается за минимум времени, сил и средств [7]. Среда, построенная на их основе, позволяет обеспечить индивидуализацию обучения, адаптивность к способностям, возможностям и интересам учащихся. Современному педагогу необходимо не только владеть коммуникативной компетенцией, знаниями в области технологий и современных методик преподавания, но уметь создавать и применять новые образовательные инструменты самостоятельно, грамотно использовать их в целях совершенствования процесса обучения и для повышения собственной компетентности. Помимо обеспечения качества и доступности образования, языковые школы должны продемонстрировать готовность внедрять информационно-коммуникационные технологии в соответствии с целями и задачами образовательного процесса и требованиями пользователей образовательных услуг.

Список литературы

1. Herrington, J. A Practical Guide to Authentic e-Learning / J. Herrington, T. C. Reeves, R. Oliver. – New York : Routeledge, 2009. – 232 p.
2. Carrión-Martínez, J. J. Information and Communications Technologies (ICTs) in Education for Sustainable Development: A Bibliographic Review / J. J. Carrión-Martínez, A. Luque-de la Rosa, J. Fernández-Cerero, M. Montenegro-Rueda // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, No. 8. – P. 3288. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/340843110>. doi: 10.3390/su12083288 (дата обращения: 30.10.2023).
3. Ryakhovskaya, A. Yu. Selection of Information and Communication Technologies to Improve Language Training of University Students / A. Yu. Ryakhovskaya, N. N. Obraz, A. V. Gracheva // Proceedings of the II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-II 2021). (Krasnoyarsk, 28 October 2021). Krasnoyarsk, 2022. – Vol. 2647, No. 1. – P. 040095. doi: 10.1063/5.0106823
4. Попов, Н. С. Методика разработки мультимедийных учебных пособий / Н. С. Попов, Р. П. Мильруд, Л. Н. Чуксина. – М. : Машиностроение-1, 2002. – 128 с.
5. Плигин, А. А. Исследование закономерностей развития репрезентативных систем школьников. – Текст: электронный / А. А. Плигин, А. В. Герасимов. – URL: <https://trenings.ru/materialy/stati/732-statya-issledovanie-zakonornostej-razvitiya-reprezentativnykh-sistem-shkolnikov.html> (дата обращения: 28.10.2023).
6. Соловова, Е. Н. Методика обучения иностранным языкам: базовый курс лекций : пособие для студентов пед. вузов и учителей / Е. Н. Соловова. – М. : Просвещение, 2002. – 239 с.
7. Талызина, Н. Ф. Деятельностный подход к механизмам обобщений / Н. Ф. Талызина // Вопросы психологии. – 2001. – № 3. – С. 3 – 16.

References

1. Herrington J., Reeves T.C., Oliver R. *A Practical Guide to Authentic e-Learning*, New York: Routeledge, 2009, 232 p.

2. Carrión-Martínez J. J., Luque-de la Rosa A., Fernández-Cerero J., Montenegro-Rueda M. Information and Communications Technologies (ICTs) in Education for Sustainable Development: A Bibliographic Review, *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 8, pp. 3288. available at: <https://www.researchgate.net/publication/340843110>. doi: 10.3390/su12083288 (accessed 30 October 2023).

3. Ryakhovskaya A.Yu., Obraz N.N., Gracheva A.V. Selection of Information and Communication Technologies to Improve Language Training of University Students, *Proceedings of the II International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-II 2021)*. (Krasnoyarsk, 28 October 2021). Krasnoyarsk, 2022, vol. 2647, no. 1, pp. 040095. doi: 10.1063/5.0106823

4. Popov N.S., Mil'rud R.P., Chuksina L.N. *Metodika razrabotki mul'timednykh uchebnykh posobiy* [Methodology for developing multimedia teaching aids], Moscow: Mashinostroyeniye-1, 2002, 128 p. (In Russ.)

5. Available at: <https://trenings.ru/materialy/stati/732-statya-issledovanie-zakonomernostej-razvitiya-reprezentativnykh-sistem-shkolnikov.html> (accessed 28 October 2023).

6. Solovova Ye.N. *Metodika obucheniya inostrannym yazykam: bazovyy kurs lektsiy: posobiye dlya studentov ped. vuzov i uchiteley* [Methods of teaching foreign languages: a basic course of lectures: a manual for student teachers. universities and teachers], Moscow: Prosveshcheniye, 2002, 239 p. (In Russ.)

7. Talyzina N.F. [Activity approach to generalization mechanisms], *Voprosy psikhologii* [Questions of psychology], 2001, no. 3, pp. 3-16. (In Russ., abstract in Eng.)

The Problem of Introducing Information and Communication Technologies at Different Stages of Education in Language Schools

A. Yu. Ryakhovskaya

Bryansk State Academician I.G. Petrovski University, Bryansk, Russia

Keywords: virtual technologies; information and communication technologies; intelligent educational platforms; psychophysiological features of students; representative systems; artificial intelligence systems; digital security; stages of education.

Abstract: The article determines the necessity to use information and digital resources in order to improve the effectiveness of language learning, develop the skills of independent students' work and self-education of teachers. This study analyzes the existing educational information resources that can increase the practical value of a foreign language lesson, support the motivation of students, and develop intellectual and creative abilities. This study examines information and communication technologies in terms of the peculiarities of language training of students of different age groups, which will allow the teacher to independently plan a foreign language lesson in the conditions of a constantly updating database.

© А. Ю. Ряховская, 2024