

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

**№ 4(98). 2025**

**ВОПРОСЫ  
СОВРЕМЕННОЙ  
НАУКИ И ПРАКТИКИ.**

Университет им. В.И. Вернадского

Ассоциация  
«Объединенный университет  
имени В.И. Вернадского»

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

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

*Основан в 2006 году  
Выходит 4 раза в год*

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

**Ассоциированные члены:**

Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского

**Главный редактор**

д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов

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

Регистрационный номер СМИ ПИ № ФС77-23504 от 28.02.2006

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

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

---

**ИЗДАТЕЛЬ ФГБОУ ВО «ПГТУ»**

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

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

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

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

Подписано в печать 20.11.2025. Дата выхода в свет 05.12.2025.  
Формат журнала 70×108/16. Усл. п. л. 15,75. Уч.-изд. л. 16,20. Тираж 100 экз. Цена свободная. Заказ 039.

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «ПГТУ».  
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», 2025  
© Неправительственный экологический фонд  
имени В.И. Вернадского, 2025  
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
университет инженерных технологий», 2025  
© ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, 2025  
© ФГБОУ ВО «ПГТУ», 2025

## СОВЕТ РЕДАКТОРОВ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>Экология</b> .....	7
<b>Власенко В. С., Слесаренко В. В., Автомонов Е. Г., Гулевич А. И., Горошко С. Д.</b> Термостатирование адсорберов с применением вихревой трубы в системах очистки углеводородных выбросов.....	7
<b>Серазеева Е. В., Исмаилова Р. Н., Гармонов С. Ю.</b> Возможность применения алюмосодержащего шлака металлургического производства в очистке сточных вод и водоподготовке.....	20
<b>Федюк Р. С., Левкина Е. В., Гусев Е. Г.</b> Оценка влияния экологических факторов на экономическую и экологическую безопасность на мезоуровне: эконометрическое моделирование на примере Приморского края.....	37
<b>Региональная и отраслевая экономика</b> .....	50
<b>Ерофтеев Е. В., Тхориков Б. А.</b> Иншоринг промышленных предприятий: классификация факторов экономической эффективности бизнес-процессов.....	50
<b>Попов Н. С., Баламутова А. А., Толстых С. Г.</b> Энтропийный подход к оценке рисков социально-экологической напряженности в проектах территориального развития.....	63
<b>Сахарова Н. В., Быковская Е. В., Дмитриева Е. И., Попова В. В.</b> Анализ трансформации регионального банковского сектора в условиях ускоренной цифровизации.....	75
<b>Солопов В. А., Мищенко Е. С., Злобина Н. В., Карамнова Н. В., Белоусов В. М.</b> Приоритетные направления социально ориентированного развития сельских территорий.....	82
<b>Толстяков Р. Р., Злобина Н. В., Кучерявенко С. А.</b> Методика расчета индекса экономической устойчивости регионов ЦФО на основе факторного анализа.....	102
<b>Черкашнев Р. Ю., Ашурбекова М. К.</b> Экономическая оценка влияния налоговых стимулов на инвестиционную активность промышленного сектора Тамбовской области.....	115
<b>Педагогика</b> .....	127
<i><b>Теория и методика обучения и воспитания</b></i> .....	127
<b>Григорьева В. С.</b> О роли аудиовизуальных текстов в изучении иностранных языков.....	127
<b>Нахман А. Д.</b> Обратные вероятностные задачи.....	138
<b>Пучков Н. П., Забавникова Т. Ю.</b> Использование исторических знаний в процессе преподавания математики иностранным студентам.....	148
<b>Симакова Ю. В.</b> Методика физической реабилитации детей 5-6 лет со стертой дизартрией.....	159
<b>Хабарова Л. П., Белоусова Е. Е.</b> Развитие регулятивных универсальных учебных действий учащихся 8 – 11 классов с помощью цифрового помощника.....	172

## CONTENTS

---

<b>Ecology</b> .....	7
<b>Vlasenko V. S., Slesarenko V. V., Avtomonov E. G., Gulevich A. I., Goroshko S. D.</b> Thermostating of Adsorbers Using a Vortex Tube in Hydrocarbon Emissions Cleaning Systems.....	7
<b>Serazeeva E. V., Ismailova R. N., Garmonov S. Yu.</b> Possibility of Using Aluminum-Containing Slag from Metallurgical Industrial Production in Wastewater Treatment and Water Treatment.....	20
<b>Fedyuk R. S., Levkina E. V., Gusev E. G.</b> Assessing the Impact of Environmental Factors on Economic and Environmental Security at the Meso-Level: Econometric Modeling Using the Case of Primorsky Krai .....	37
<b>Regional and Sectoral Economy</b> .....	50
<b>Erofteev E. V., Tkhorikov B. A.</b> Inshoring Industrial Enterprises: Classification of Business Process Efficiency Factors .....	50
<b>Popov N. S., Balamutova A. A., Tolstykh S. G.</b> An Entropy Approach to Assessing Social and Environmental Stress Risks in Territorial Development Projects.....	63
<b>Sakharova N. V., Bykovskaya E. V., Dmitrieva E. I., Popova V. V.</b> Analysis of Regional Banking Sector Transformation in the Context of Accelerated Digitalization.....	75
<b>Solopov V. A., Mishchenko E. S., Zlobina N. V., Karamnova N. V., Belousov V. M.</b> Priority Directions for Socially-Oriented Development of Rural Areas.....	82
<b>Tolstyakov R. R., Zlobina N. V., Kucheryavenko S. A.</b> A Method for Calculating the Economic Stability Index of Central Federal District Regions Based on Factor Analysis .....	102
<b>Cherkashnev R. Yu., Ashurbekova M. K.</b> Economic Assessment of the Impact of Tax Incentives on Investment Activity in the Industrial Sector of the Tambov Region .....	115
<b>Pedagogy</b> .....	127
<b>Theory and Methodology of Teaching and Education</b> .....	127
<b>Grigorieva V. S.</b> On the Role of Audiovisual Texts in Learning Foreign Languages.....	127
<b>Nakhman A. D</b> Inverse Probabilistic Problems .....	138
<b>Puchkov N. P., Zabavnikova T. Yu.</b> Using Historical Knowledge in Teaching Mathematics to Foreign Students .....	148
<b>Simakova Yu. V.</b> Physical Rehabilitation Methodology for 5-6-Year-Old Children with Mild Dysarthria .....	159
<b>Khabarova L. P., Belousova E. E.</b> Developing Regulatory Universal Learning Activities for Students in Grades 8 – 11 Using a Digital Assistant.....	172

УДК 661.741

DOI: 10.17277/voprosy.2025.04.pp.007-019

### ТЕРМОСТАТИРОВАНИЕ АДСОРБЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ВЫБРОСОВ

**В. С. Власенко, В. В. Слесаренко, Е. Г. Автомонов,  
А. И. Гулевич, С. Д. Горошко**

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

**Ключевые слова:** абсорбция; адсорбция; вихревая труба; рекуперация паров; термостатирование; углеводородные выбросы.

**Аннотация:** Исследованы технологии термостатирования на основе применения вихревых труб для повышения эффективности процессов очистки парогазовых смесей от углеводородов и предотвращения углеводородных выбросов в атмосферу. Рассмотрены проблемы выбросов летучих органических соединений при сливо-наливных операциях на нефтяных терминалах, где интенсивное испарение углеводородов приводит к загрязнению окружающей среды. Приведены расчеты эффективности применения комбинированной адсорбционно-абсорбционной установки. Представлены данные по изменению концентрации углеводородов в очищаемой паровоздушной смеси при различной температуре.

#### Введение

Выбросы летучих органических соединений (ЛОС) представляют собой одну из наиболее серьезных экологических проблем нефтяной и перерабатывающей промышленности. Исследования показывают, что при максимальных объемах сливо-наливных операций на нефтебазах значительное количество углеводородов выбрасывается в атмосферу. В результате «больших и малых дыханий» при хранении нефти и нефтепродуктов ежегодно теряется от 50 до 90 млн т углеводородов из паровоздушных смесей (ПВС).

---

Власенко Виктор Сергеевич – доцент департамента нефтегазовых технологий и нефтехимии; Слесаренко Вячеслав Владимирович – доктор технических наук, доцент, профессор департамента нефтегазовых технологий и нефтехимии, e-mail: slesarenko.vv@dvfu.ru; Автомонов Евгений Геннадьевич – доцент департамента нефтегазовых технологий и нефтехимии; Гулевич Александр Игоревич – студент; Горошко Сергей Дмитриевич – студент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

Выбросы ЛОС строго регулируются в различных странах мира. Например, в стандартах качества воздуха, разработанных Агентством по охране окружающей среды США, максимальная допустимая концентрация углеводородов за трехчасовой период составляет  $1,6 \cdot 10^{-4}$  кг/м<sup>3</sup>, которая не должна превышать более одного раза в год. Аналогичный предел выбросов установлен Европейским сообществом.

Особое внимание уделяется выбросам паров углеводородов при погрузке нефти и нефтепродуктов. По данным [1], во время погрузки интенсивное испарение углеводородов приводит к увеличению избыточного давления в танках, что при недостаточной пропускной способности газоотводных систем может привести к выбросу газозооной смеси в атмосферу. Масштабы выбросов углеводородов по морским терминалам могут быть значительными: от 0,8 % и более от общего объема транспортируемого продукта. В России существует более 70 морских терминалов для перевалки жидких углеводородов. В целом максимальная пропускная способность портов по перевалке жидких углеводородов достигает более 600 млн т в год.

Операции на нефтяных терминалах, такие как хранение, погрузка и разгрузка, являются основными источниками выбросов ЛОС в окружающую среду. Во время погрузки нефти в танкеры легкие углеводороды испаряются, занимая пространство между поверхностью нефти и крышей резервуара. Эти пары вытесняются через вентиляционные системы танкера и выбрасываются в атмосферу.

Для сокращения выбросов ЛОС применяются различные технологические процессы, включая адсорбцию, криогенную конденсацию, абсорбцию, термическое и каталитическое окисление, а также мембранное разделение [2]. В ряде случаев применяются различные технологии восстановления или уничтожения углеводородов, при этом необходимо учитывать два ключевых аспекта [3]. Первый – величина потерь углеводородов при испарении, которая может быть рассчитана с использованием корреляций и уравнений при математическом моделировании. Второй аспект должен учитывать состав и динамику вентиляционного потока, варьирующиеся в зависимости от назначения терминала. Методы извлечения или разрушения ЛОС могут существенно отличаться в зависимости от свойств выделяемых газов и объема выбросов.

Например, внедрение проекта CCUS Porthos (порт Роттердам) для рекуперации паров позволило минимизировать выбросы углеводородов в атмосферу на 97 %, что значительно улучшило экологическую обстановку в регионе [4, 5]. Внедрение системы OPW Total Vapour Solution для рекуперации паров в порту Хьюстон [6] стало важным этапом в решении экологических проблем, связанных с выбросами летучих органических соединений в атмосферу.

### **Постановка задачи**

В таблице 1 представлен анализ методов рекуперации паров и видов установок рекуперации паров (УРП), применяющихся на морских терминалах по перегрузке нефти и нефтепродуктов.

Таблица 1

## Анализ методов рекуперации паров [8]

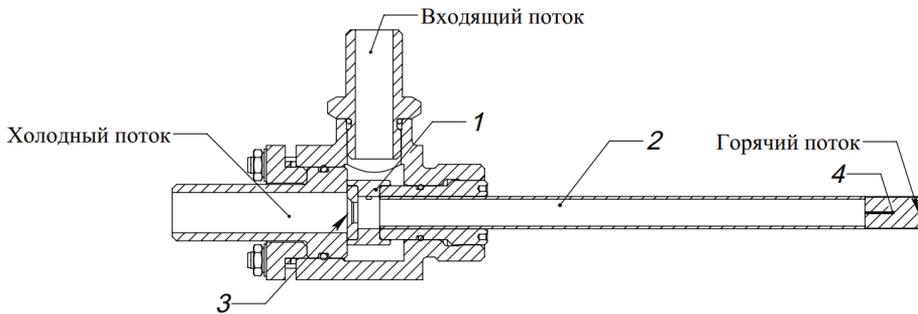
Метод рекуперации паров	Преимущества	Недостатки
Комбинированный	Высокая пропускная способность, степень очистки до 98 %, непрерывность процесса очистки, замкнутый цикл очистки	Работоспособность зависит от погодных условий, высокие капитальные затраты, снижение эффективности при повышении температуры адсорбента
Абсорбционный	Высокая пропускная способность, степень очистки до 98 %, непрерывность процесса очистки	Значительные габариты, работоспособность зависит от погодных условий, высокие материальные затраты
Адсорбционный	Высокая пропускная способность, степень очистки до 98 %, работоспособность не зависит от погодных условий, непрерывность процесса очистки	Работоспособность зависит от состава ПВС, затраты на очистку адсорберов, снижение эффективности при повышении температуры адсорбента
Мембранный	Безопасность, высокая степень очистки ПВС	Низкая пропускная способность, чувствительность к условиям эксплуатации, длительный процесс очистки мембран, дороговизна оборудования
Криогенный	Простота конструкции, степень очистки до 80 %, непрерывность процесса очистки	Необходимость дополнительных материалов, низкая пропускная способность, высокие капитальные затраты

Мировой опыт и практическое применение передовых технологий крупными нефтяными компаниями демонстрируют высокую эффективность использования абсорбционных и адсорбционных методов, которые позволяют достигать высоких показателей эффективности улавливания паров, в то время как технологии регенерации адсорбентов обеспечивают устойчивость и долговечность работы оборудования.

Однако эффективность работы современных УРП адсорбционного типа снижается за счет эффекта перегрева угольной загрузки фильтров. При адсорбции углеводородов в массе загруженного угля выделяется значительное количество теплоты. Так, теплота, высвобождаемая при адсорбции паров бензина равна приблизительно 450 кДж/кг. Температура в фильтре во время первой загрузки может достигать 130 °С [7]. Также следует отметить некоторые из недостатков, отмеченных при эксплуата-

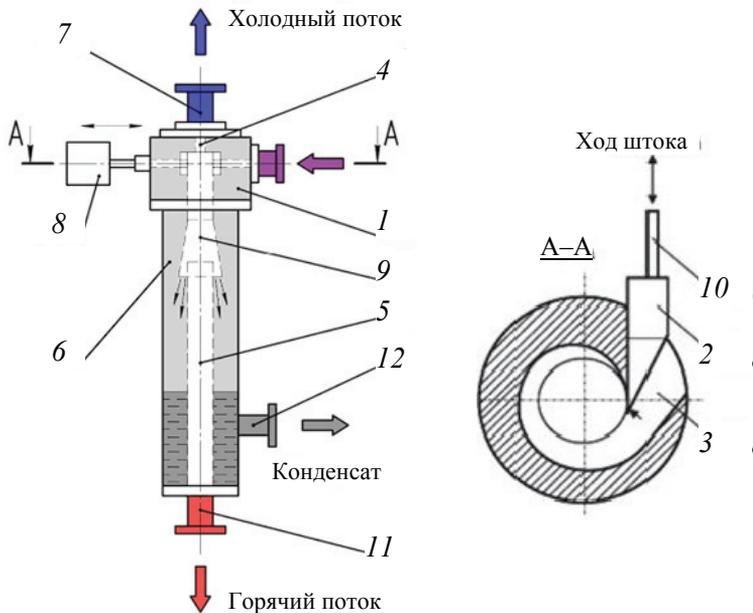
ции адсорбционных УРП: отказы контрольно-измерительных приборов в результате перегрева, снижение требуемых свойств адсорбента из-за непостоянства температурного режима и обилия продуктов окисления.

Одним из наиболее эффективных решений для совершенствования УРП адсорбционного типа является применение установок на основе вихревой трубы (ВТ) Ранка–Хилша [9]. Суть вихревого эффекта заключается в разделении газа при закручивании в цилиндрической или конической камере на две фракции [10]. На периферии образуется закрученный поток с большей температурой, а в центре – закрученный охлажденный поток (рис. 1). Главные преимущества вихревых труб следующие: отсутствие необходимости в хладагентах и теплоносителях, простота конструкции,



**Рис. 1. Схема вихревой трубы:**

1 – сопловый ввод; 2 – камера энергоразделения; 3 – диффузор холодного потока; 4 – регулирующий вентиль



**Рис. 2. Принципиальная схема регулируемой трехпоточной вихревой трубы [12]:**

1 – корпус; 2 – регулирующий клин; 3 – сопловый ввод; 4 – диафрагма; 5 – вихревая камера; 6 – конденсатор; 7 – отвод холодного потока; 8 – приводной механизм; 9 – конус; 10 – шток для присоединения привода; 11 – отвод горячего потока; 12 – отвод конденсата

компактность, дешевизна изготовления, простота обслуживания и ремонта, отсутствие подвижных узлов и, как следствие, высокая надежность; высокая скорость выхода на рабочий режим, возможность осуществления нескольких процессов одновременно – охлаждение, нагрев и фазоотделение [11].

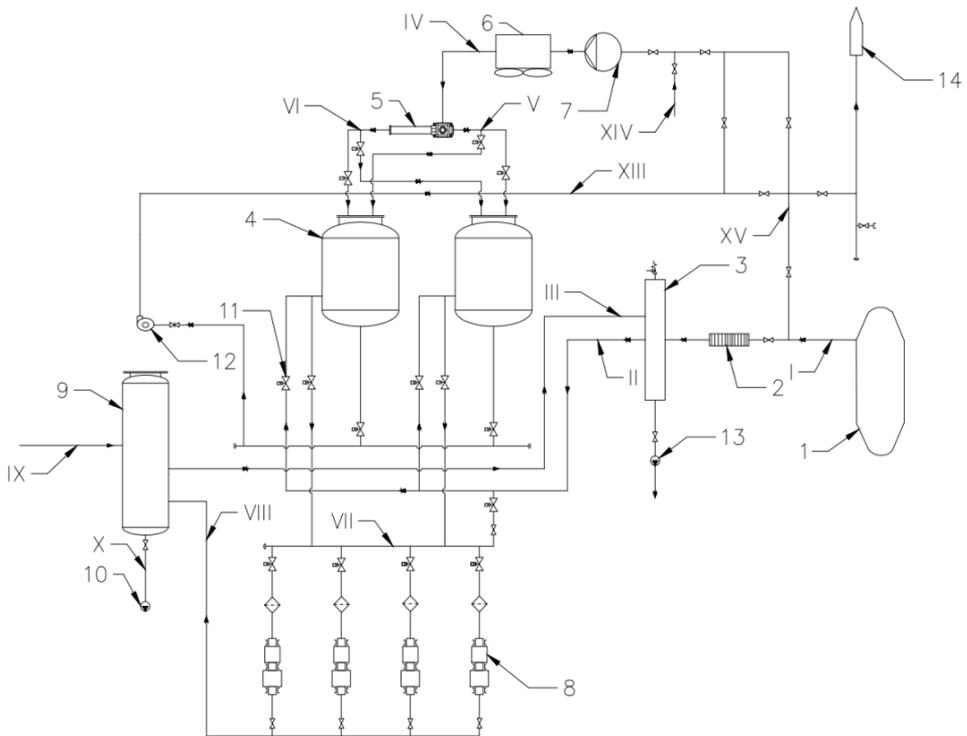
В качестве дополнительного вида ВТ на УРП может быть применена трехпоточная вихревая труба (рис. 2), обеспечивающая не только терморегуляцию процессов, но и сепарацию конденсирующихся компонентов (третий поток обеспечивает вывод конденсата).

Внедрение вихревых труб имеет потенциал для значительного уменьшения экологической нагрузки на портовую инфраструктуру и повышения экологической устойчивости эксплуатации портов.

### Материалы и методы

Нефтеналивной порт в Козьмино (Находка) оснащен современной установкой по рекуперации паров нефти. Установка имеет производительность 14 500 м<sup>3</sup>/ч и включает восемь адсорберов с загрузочным объемом по 84 м<sup>3</sup> каждый, заполненных активированным углем, колонну-абсорбер объемом 75 м<sup>3</sup>, заполненный металлической набивкой, 18 вакуумных насосов, каждый производительностью 2 500 м<sup>3</sup>/ч; насос откачки абсорбента производительностью 400 м<sup>3</sup>/ч; вентилятор производительностью 17 500 м<sup>3</sup>/ч; систему автоматики [7]. Адсорберы в Козьмино заполнены активированным углем, через которые проходят нефтяные пары из цистерн танкеров, заполняя их до определенного предела. Затем с помощью вакуумных насосов начнется обратный процесс: уголь отдает нефтяные пары (углеводороды) в абсорбер. С помощью абсорбента углеводороды возвращаются в цистерны.

Модернизация УРП на нефтеналивном порте Козьмино может быть основана на включении в техническую схему вихревых аппаратов (рис. 3). Технологическая схема с вихревой трубой для термостатирования адсорберов УРП подразумевает следующий принцип работы. Парогазовая смесь (ПГС) из танкера 1 поступает по линии I через огнепреградитель 2 и конденсатосборник 3 на адсорберы 4. Вихревая труба 5 работает как термостатирующее устройство и осуществляет охлаждение угольной загрузки адсорбера в режиме адсорбции по линии V с использованием ПГС из танкера через линию XV, либо очищенной ПГС через линию XIII, либо азотом через линию XIV. В то же время ВТ осуществляет подогрев угольной загрузки адсорбера в режиме регенерации по линии VI. Рабочий газ подается в ВТ при помощи компрессора 7 с последующим охлаждением на АВО 6. Десорбция углеводородов осуществляется по линии VII с помощью вакуумных насосов 8, которые подают ПГС на абсорбер 9. В абсорбере ПГС орошается жидкими углеводородами, которые подаются по линии IX. Уровень абсорбента контролируется с помощью линии X и насоса 10. Остаточные выбросы выходят через верх абсорбционной колонны и переносятся в работающий адсорбер для полного восстановления остатков углеводородов через линию III и с помощью воздуходувки 12 по линии XIII отводятся на свечу рассеивания 14. Для откачки конденсата при-



**Рис. 3. Технологическая схема УРП на нефтеналивном порте Козьмино с вихревой трубой для термостатирования адсорберов:**

I – ПГС с танкера на УРП; II – ПГС с танкера на адсорберы; III – возврат ПГС из абсорбера; IV – подача рабочего газа на ВТ; V – холодный поток после ВТ; VI – подогретый поток после ВТ; VII – ПГС на вакуумные насосы; VIII – ПГС на абсорбер; IX – линия подачи абсорбента; X – линия откачки абсорбента; XI – газ на свечу рассеивания; XII – линия подачи азота; XIII – линия подачи ПГС на ВТ

меняется насос 13. Задвижки II обеспечивают автоматическое изменение режима работы УРП.

Для обеспечения постоянного процесса адсорбции паров в установке адсорберы работают парами в группах на разных режимах. Для представленной схемы рассмотрим УРП с восьмью адсорберами и четырьмя циклами.

Активированный уголь, как один из наиболее эффективных адсорбентов, находит широкое применение в процессах очистки газов и жидкостей от загрязняющих веществ. В контексте адсорбции паровоздушной углеводородной смеси, активированный уголь демонстрирует способность поглощать компоненты с различным процентным соотношением, что обусловлено их физико-химическими характеристиками.

Для расчета конечной концентрации с термостатированием воспользуемся уравнением Дубинина–Астахова

$$C_k = C_n - e^{\left(\frac{\mu_a}{\beta E_0}\right)^n}, \quad (1)$$

где  $n$  – параметр, характеризующий свойства адсорбента, для микропористых углей  $n = 1$ ;  $\mu_a$  – адсорбционный потенциал;  $\beta$  – коэффициент афинности, численно равный отношению параметров исследуемого и стандартного адсорбатов;  $E_0$  – средняя характеристическая энергия адсорбции для данного адсорбента.

Для расчета адсорбционного потенциала воспользуемся формулой

$$\mu_a = RT \ln \left( \frac{P}{P_0} \right), \quad (2)$$

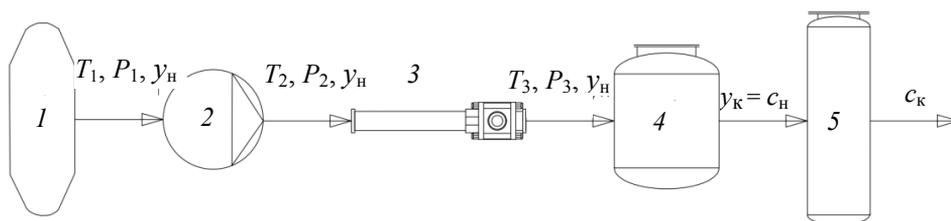
где  $R$  – универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  – температура, при которой происходит адсорбция, К;  $P$  и  $P_0$  – соответственно конечное и начальное давление при процессе адсорбции.

С помощью уравнения (2) возможен пересчет температурной инвариантности на разные условия работы УРП. Для данного расчета предполагается, что в составе ПГС сера и губительные для активированного угля сернистые соединения отсутствуют.

Расчетная блок-схема состоит из адсорбера, абсорбера и вихревой трубы (рис. 4). Для начала расчета необходимо задаться следующими параметрами: начальной и конечной температурами ПГС. Для адсорбера определяются элементарный состав ПГС и адсорбционный потенциал; для абсорбера – начальная концентрация ПГС, равная конечной концентрации после процесса адсорбции, коэффициент распределения (растворимости). На выходе из абсорбера получаем итоговую концентрацию ПГС.

Для расчета процесса адсорбции и определения зависимости конечной концентрации от температуры взяты следующие температуры: для начальной концентрации ПГС 20 °С, для конечных –27,5 °С и –40 °С.

При расчете абсорбера с жидким поглотителем массовые (или мольные) расходы поглотителя и инертного, не растворяющегося в жидкости газа будут постоянными по высоте абсорбера. Выражая концентрации поглощаемого компонента в газе и жидкости в относительных массовых



**Рис. 4. Блок-схема для расчета УРП с узлом термостатирования и ВТ:**

$I$  – танкер; 2 – компрессор; 3 – вихревая труба; 4 – адсорбер; 5 – абсорбер;  $T_1, T_2, T_3$  – температура ПГС на выходе из танкера, компрессора, вихревой трубы соответственно;  $P_1, P_2, P_3$  – давление ПГС на выходе из танкера, компрессора, вихревой трубы соответственно;  $y_n$  – начальный состав и концентрация компонентов ПГС из танкера;  $y_k$  – конечный состав и концентрация компонентов после адсорбера;  $c_n$  – начальный состав и концентрация компонентов ПГС на входе в абсорбер;  $c_k$  – конечный состав и концентрация компонентов ПГС на выходе из абсорбера

(или мольных) единицах, получим уравнение материального баланса (3). Расчет выполнен с помощью методики технологического расчета абсорбционной колонны [13]

$$M = G_y (\bar{Y}_n - \bar{Y}_k) = L (\bar{X}_k - \bar{X}_n), \quad (3)$$

где  $M$  – расход поглощаемого компонента, кг/с;  $G_y$  и  $L$  – расходы инертного газа и жидкого поглотителя соответственно, кг/с;  $\bar{Y}_n, \bar{Y}_k$  – концентрации поглощаемого компонента в газе на входе и выходе абсорбера соответственно, кг/кг инертного газа;  $\bar{X}_k, \bar{X}_n$  – концентрации поглощаемого компонента в жидкости соответственно на верху и внизу абсорбера, кг/кг жидкого поглотителя.

Из уравнения материального баланса (3) получаем формулу

$$L = M = G_y \frac{\bar{Y}_n - \bar{Y}_k}{\bar{X}_k - \bar{X}_n}. \quad (4)$$

Концентрацию  $\bar{X}_k$  находят в зависимости от равновесной концентрации  $\bar{X}_k^*$  и коэффициента избытка абсорбента  $\varepsilon$  по выражению

$$\bar{X}_k = \frac{\bar{X}_k^*}{\varepsilon}, \quad (5)$$

где  $\bar{X}_k^*$  связана с начальной концентрацией газа  $\bar{Y}_k$  по закону Генри или задается в табличной форме при нелинейной связи  $\bar{X}^* = f(\bar{Y})$ .

Закон Генри выражается по формуле

$$m = \frac{E \mu}{p \cdot 1}, \quad (6)$$

где  $E$  – коэффициент Генри;  $\mu$  – молярная масса абсорбента.

Также конечную концентрацию можно рассчитать через коэффициент растворимости по формуле

$$\bar{Y}_k = \bar{Y}_n (1 - K). \quad (7)$$

Коэффициент растворимости  $K$  показывает, насколько компонента углеводорода распределяется между газовой и жидкой фазой. Он зависит от различных факторов, таких как температура и давление. Для большинства углеводородов в нефти коэффициент распределения  $K$  можно найти в справочниках.

### Результаты исследования

Результаты расчета адсорбционной установки для порта Козьмино до и после термостатирования показаны в табл. 2.

Применение метода термостатирования с ВТ в схеме УРП позволяет разделять поток ПГС на холодный и горячий за счет внутреннего перерас-

Таблица 2

## Расчет концентрации ПГС при адсорбции

Компонент	Начальная концентрация ПГС, г/м <sup>3</sup>	Конечная концентрация ПГС, г/м <sup>3</sup> , при температуре, °С		
		–26	4,9	19
CH <sub>4</sub>	9	9	9	9
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	34	30,87	31,46	31,46
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	104	42,9	46,88	96,19
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	37	1,73	1,82	5,21
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	77	3,58	3,77	10,81
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	24	0,46	0,48	11,85
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	29	0,23	0,24	8,36
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	32	0,1	0,11	4,44
Итого	346	88,87	93,76	177,32

пределения кинетической энергии молекул. Основным эффектом является обеспечение температурного перепада на холодном потоке от 0 до 60 °С (в зависимости от обеспечиваемого перепада давления и режима работы ВТ) без использования дополнительных источников охлаждения. Это приводит к улучшению термодинамических условий для таких процессов, как адсорбция и теплообмен, что в итоге повышает КПД системы на 10 – 15 %.

Предполагается, что ПГС будет поступать в вихревую трубу с температурой, равной температуре окружающего воздуха. Температуры выбраны по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» для Владивостока: температура воздуха наиболее холодных суток –26 °С, среднегодовая – 4,9 °С и средняя температура воздуха в летний период 19 °С [14].

В порту Козьмино предусмотрена комбинированная система УРП для понижения концентрации ПГС на выходе (международные нормы выбросов составляют 35 г/м<sup>3</sup>). Для достижения необходимых показателей на УРП применен процесс адсорбции. Режим работы абсорбера также изменяется при применении ВТ для термостатирования.

Результаты расчета абсорбционной установки для порта Козьмино до и после термостатирования показаны в табл. 3, где начальные концентрации ПГС при адсорбции совпадают с конечными концентрациями адсорбции при таких же температурах (см. табл. 2).

Установлено, что абсорбционная установка показывает высокую эффективность для удаления тяжелых углеводородов из газовой смеси. Проведенные расчеты подтверждают эффективность применения ВТ в схеме УРП; КПД абсорбционной установки не изменился, но конечная концентрация ПГС на выходе с абсорбционной установки снизилась из-за изменения ее режима работы за счет внедрения вихревой трубы.

Таблица 3

**Расчет концентрации ПГС при абсорбции**

Компонент	Концентрация, г/м <sup>3</sup> , при температуре, °С					
	–26		4,9		19	
	начальная	конечная	начальная	конечная	начальная	конечная
СН <sub>4</sub>	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub>	30,87	14,03	31,46	14,30	31,46	26,22
С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub>	42,9	14,30	46,88	15,63	96,19	53,44
С <sub>4</sub> Н <sub>8</sub>	1,73	0,87	1,82	0,91	5,21	2,08
С <sub>4</sub> Н <sub>10</sub>	3,58	1,30	3,77	1,37	10,81	3,09
С <sub>5</sub> Н <sub>10</sub>	0,46	0,13	0,48	0,14	11,85	2,63
С <sub>5</sub> Н <sub>12</sub>	0,23	0,06	0,24	0,06	8,36	1,67
С <sub>6</sub> Н <sub>14</sub>	0,1	0,02	0,11	0,02	4,44	0,63
Итого	88,87	39,7	93,76	41,43	177,32	98,76

Расчеты подтверждают, что в результате понижения температуры в технологических процессах степень рекуперации паров ПГС на УРП для нефти повысилась на 78 % при внедрении предлагаемой технологической схемы с термостатированием.

**Заключение**

В ходе исследования разработана и проанализирована технология термостатирования адсорберов с применением вихревых труб для повышения эффективности процессов рекуперации паров углеводородов. Проведенные расчеты и эксперименты (ранее проведенные испытания ВТ) подтвердили, что использование ВТ способствует снижению температуры адсорбента, что увеличивает его способность к поглощению углеводородов. Это в свою очередь позволяет значительно уменьшить концентрацию углеводородов в выбросах, повысить степень очистки парогазовых смесей.

Кроме того, применение вихревых труб способствует снижению эксплуатационных потерь углеводородов и повышению экологической безопасности нефтяных терминалов. По данным расчетов в результате внедрения предложенной технологии эффективность системы рекуперации паров увеличивается на 78 %. Это не только снижает негативное воздействие на окружающую среду, но и повышает экономическую эффективность за счет возврата улавливаемых углеводородов в технологический процесс.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют перспективность внедрения вихревых труб в системы рекуперации паров на нефтена-

ливных терминалах. Дальнейшие исследования могут быть направлены на автоматизацию процессов управления технологией.

Для более точного обоснования эффективности модернизации УРП с использованием рассмотренной технологии необходимы экспериментальные исследования на объекте внедрения.

#### *Список литературы*

1. Invernizzi, M. Odour Emission Rate Estimation Methods for Hydrocarbon Storage Tanks / M. Invernizzi, S. Sironi // *Chemical Engineering Transactions*. – 2021. – Vol. 85. – P. 67 – 72. doi: 10.3303/CET2185012
2. ПНСТ 817-2023 (ISO/TR 27912:2016). Улавливание, транспортирование и хранение углекислого газа. Системы, технологии и процессы улавливания диоксида углерода = Carbon dioxide capture, transportation and storage. Carbon dioxide capture systems, technologies and processes. – Введ. 2023-07-01. – 34 с. – URL : [https://czbt.ru/wp-content/uploads/2023/07/PNST-817-2023-ISOTR-279122016-Ulavlivanie-transportirovanie-i-hranenie-uglekislogo-gaza....\\_Tekst.pdf](https://czbt.ru/wp-content/uploads/2023/07/PNST-817-2023-ISOTR-279122016-Ulavlivanie-transportirovanie-i-hranenie-uglekislogo-gaza...._Tekst.pdf) (дата обращения: 30.09.2025).
3. Коршак, А. А. Оценка области применения установок рекуперации паров нефтепродуктов по зарубежным данным / А. А. Коршак, А. А. Зябкин, А. В. Захарченко // *Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов*. – 2023. – № 3(13). – С. 252 – 260. doi: 10.28999/2541-9595-2023-13-3-252-260
4. Kok, M. V. Application of Vapor Extraction (VAPEX) Process on Carbonate Reservoirs / M. V. Kok, Yu. Yildirim, S. Akin // *Energy Sources*. – 2009. – Part A, No. 5. – P. 377 – 386. doi: 10.1080/15567030701468076
5. Porthos project CO<sub>2</sub> reduction through storage beneath the North Sea. – 14 p. – URL : <https://www.porthosco2.nl/wp-content/uploads/2020/03/Brochure-ENG-2019-2.pdf> (дата обращения: 23.01.2025).
6. Environmental // Port Houston. – URL : <https://porthouston.com/> (дата обращения: 23.01.2025).
7. Слесаренко, В. В. Совершенствование установок рекуперации паров нефти для снижения вредных выбросов в атмосферу / В. В. Слесаренко, В. Д. Лапшин, П. А. Соколова // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2013. – № S3. – С. 182 – 189.
8. Шестаков, Р. А., Установки рекуперации паров нефти и нефтепродуктов: анализ и особенности применения / Р. А. Шестаков, А. А. Комягин, И. Ф. Дяченко // *Neftegaz.RU*. – URL : <https://magazine.neftegaz.ru/articles/transportirovka/813763-ustanovki-rekuperatsii-parov-nefti-i-nefteproduktov-analiz-i-osobennosti-primeneniya/> (дата обращения: 26.01.2025).
9. Three-Flow Vortex Tube: The Effect of Swirling Method and Separation Insert Gap on Operational Efficiency / A. A. Yudakov, V. S. Vlasenko, V. V. Slesarenko, A. N. Gulkov, K. I. Bashirov // *International Journal of Thermal Sciences*. – 2022. – Vol. 173. – P. 107399. doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2021.107399
10. Анализ теплофизических процессов в вихревых трубах / Ш. А. Пиралишвили, С. В. Веретенников, Г. Ш. Пиралишвили, О. В. Василюк // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника*. – 2017. – № 49. – С. 127 – 141. doi: 10.15593/2224-9982/2017.49.12
11. Белоусов, А. М. Вихревая труба Ранка-Хилша как перспективное устройство получения низких температур / А. М. Белоусов, И. Х. Исрафилов, С. И. Хар-

чук // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия Холодильная техника и кондиционирование. – 2014. – № 2. – С. 36 – 44.

12. Жидков, Д. А. Разработка и исследование высокорасходных трехпоточных вихревых труб с целью повышения эффективности низкотемпературной очистки углеводородных газов : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.03 / Жидков Дмитрий Алексеевич. – М., 2020. – 157 с.

13. Технологические расчеты абсорбционной колонны // Stoodwood. – URL : [https://studwood.net/1602489/tovarovedenie/tehnologicheskie\\_raschety\\_absorbtsionny\\_kolonny?utm\\_so](https://studwood.net/1602489/tovarovedenie/tehnologicheskie_raschety_absorbtsionny_kolonny?utm_so) (дата обращения: 19.01.2025).

14. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/573659358> (дата обращения: 15.01.2025).

### References

1. Invernizzi M., Sironi S. Odour Emission Rate Estimation Methods for Hydrocarbon Storage Tanks, *Chemical Engineering Transactions*, 2021, vol. 85, pp. 67-72. doi: 10.3303/CET2185012

2. Available at: [https://czbt.ru/wp-content/uploads/2023/07/PNST-817-2023-ISOTR-279122016-Ulavlivanie-transportirovanie-i-hranenie-uglekislogo-gaza....\\_Tekst.pdf](https://czbt.ru/wp-content/uploads/2023/07/PNST-817-2023-ISOTR-279122016-Ulavlivanie-transportirovanie-i-hranenie-uglekislogo-gaza...._Tekst.pdf) (accessed 30 September 2025).

3. Korshak A.A., Zhabkin A.A., Zakharchenko A.V. [Assessment of the field of application of petroleum product vapor recovery units based on foreign data], *Nauka i tekhnologii truboprovodnogo transporta nefi i nefteproduktov* [Science and technology of pipeline transportation of oil and oil products], 2023, no. 3(13), pp. 252-260. doi: 10.28999/2541-9595-2023-13-3-252-260

4. Kok M.V., Yildirim Yu., Akin S. Application of Vapor Extraction (VAPEX) Process on Carbonate Reservoirs, *Energy Sources*, 2009, part A, no. 5, pp. 377-386. doi: 10.1080/15567030701468076

5. Porthos project CO<sub>2</sub> reduction through storage beneath the North Sea, 14 p., available at: <https://www.porthosco2.nl/wp-content/uploads/2020/03/Brochure-ENG-2019-2.pdf> (accessed 23 January 2025).

6. Available at: <https://porthouston.com/> (accessed 23 January 2025).

7. Slesarenko V.V., Lapshin V.D., Sokolova P.A. [Improvement of oil vapor recovery units to reduce harmful emissions into the atmosphere], *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* [Mining Information and Analytical Bulletin], 2013, no. S3, pp. 182-189. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Available at: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/transportirovka/813763-ustanovki-rekuperatsii-parov-nefti-i-nefteproduktov-analiz-i-osobennosti-primeneniya/> (accessed 26 January 2025).

9. Yudakov A.A., Vlasenko V.S., Slesarenko V.V., Gulkov A.N., Bashirov K.I., Three-Flow Vortex Tube: The Effect of Swirling Method and Separation Insert Gap on Operational Efficiency, *International Journal of Thermal Sciences*, 2022, vol. 173, pp. 107399. doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2021.107399

10. Piralishvili Sh.A., Veretennikov S.V., Piralishvili G.Sh., Vasilyuk O.V. [Analysis of thermophysical processes in vortex tubes], *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Aerokosmicheskaya tekhnika* [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Aerospace engineering], 2017, no. 49, pp. 127-141. doi: 10.15593/2224-9982/2017.49.12 (In Russ., abstract in Eng.)

11. Belousov A.M., Israfilov I.Kh., Kharchuk S.I. [Ranque-Hilsch vortex tube as a promising device for obtaining low temperatures], *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya*

*Kholodil'naya tekhnika i konditsionirovaniye* [Scientific journal of NRU ITMO. Series: Refrigeration and air conditioning], 2014, no. 2, pp. 36-44. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Zhidkov D.A. *PhD of Candidate's thesis (Engineering)*, Moscow, 2020, 157 p. (In Russ.)

13. Available at: [https://studwood.net/1602489/tovarovedenie/tehnologicheskie\\_raschety\\_absorbtsionnoy\\_kolonny?utm\\_so](https://studwood.net/1602489/tovarovedenie/tehnologicheskie_raschety_absorbtsionnoy_kolonny?utm_so) (accessed 19 January 2025).

14. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573659358> (accessed 15 January 2025).

---

## **Thermostating of Adsorbers Using a Vortex Tube in Hydrocarbon Emissions Cleaning Systems**

**V. S. Vlasenko, V. V. Slesarenko, E. G. Avtomonov,  
A. I. Gulevich, S. D. Goroshko**

*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia*

**Keywords:** absorption; adsorption; vortex tube; vapor recovery; thermostating; hydrocarbon emissions.

**Abstract:** This paper examines thermostating technologies using vortex tubes to improve the efficiency of hydrocarbon removal processes from steam-gas mixtures and prevent hydrocarbon emissions into the atmosphere. This article examines the emissions of volatile organic compounds during loading and unloading operations at oil terminals, where intense hydrocarbon evaporation leads to environmental pollution. Calculations of the efficiency of a combined adsorption-absorption unit are presented. Data on changes in hydrocarbon concentrations in the purified vapor-air mixture at various temperatures are presented.

---

© В. С. Власенко, В. В. Слесаренко, Е. Г. Автомонов,  
А. И. Гулевич, С. Д. Горошко, 2025

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЮМОСОДЕРЖАЩЕГО ШЛАКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД И ВОДОПОДГОТОВКЕ**

**Е. В. Серазеева, Р. Н. Исмаилова, С. Ю. Гармонов**

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, Россия; ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия; ООО «УкуЛаб», Казань, Россия*

**Ключевые слова:** алюминий; вторичное сырье; металлосодержащие отходы; синтезированный коагулянт; солевые шлаки; утилизация отходов; флюс.

**Аннотация:** При создании экологически безопасного производства необходимо учитывать такие критерии, как сокращение загрязнения окружающей среды отходами и экономию природных ресурсов за счет максимально возможного вторичного вовлечения отходов в хозяйственный оборот предприятия. Рассмотрена возможность рециклинга металлосодержащих отходов металлургического производства, при этом проанализированы способы вторичного использования шлаковых отходов, а также проведены исследования в области применения алюминиевых шлаков в качестве реагента для очистки сточных вод и в водоподготовке. Показан процесс получения синтезированного коагулянта. Дано описание экспериментов по его применению в технологии процесса очистки сточных вод предприятия молочной промышленности, а также в водоподготовке методом пробного коагулирования. Определены оптимальные дозы и рабочий диапазон синтезированного коагулянта, подтверждающие наибольшую эффективность его применения для достижения критериев качества очистки воды.

### **Введение**

По данным Росприроднадзора в последние годы на российских предприятиях образуется порядка 9,3 млрд т отходов ежегодно. Основную массу отходов производят добывающие отрасли. Четвертое место среди от-

---

Серазеева Елена Владимировна – старший преподаватель кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», аспирант кафедры «Инженерная экология», e-mail: elen-vs00@mail.ru, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия; Исмаилова Румия Няжиповна – кандидат химических наук, доцент, представитель руководства по качеству, ООО «УкуЛаб», Казань, Россия; Гармонов Сергей Юрьевич – доктор химических наук, профессор кафедры «Инженерная экология», ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия.

дельных отраслей промышленности по техногенным отходам занимает металлургическое производство (195,5 млн т, или 2,1 %) [1]. Несмотря на то что в целом по стране утилизируется более 40 % отходов предприятий, большая часть до сих пор, подлежит захоронению и не утилизируется.

Цветная металлургия – одна из отраслей металлургического комплекса, характеризующаяся значительным расходом материальных и энергетических ресурсов, которые в свою очередь приводят к достаточному росту образования отходов [2].

Одним из ключевых производств в металлургии легких металлов является алюминиевая промышленность – крупнейшая по объему выпуска продукции. На предприятиях после основного технологического процесса образуется огромное количество побочных продуктов, которые практически не используются и представляют собой отходы производства. Но в то же время они потенциально обладают определенной материальной ценностью, так как имеют в своем составе компоненты, которые могут непосредственно использоваться в производстве другой продукции, то есть являются вторичным материальным ресурсом.

В настоящее время масштаб мирового производства алюминия превышает 60 млн т, при переработке которого в образующихся шлаках содержится значительное количество металлического алюминия [3]. Переработка вторичного алюминия из отходов и лома путем плавления – один из самых распространенных методов получения сырья. Сопутствующим отходом в результате такой плавки являются солевые шлаки, в которых также присутствует достаточно металлического алюминия [4, 5].

Для производства металлов и сплавов используют значительное количество вспомогательных материалов – флюсов, топлива и огнеупорных материалов. Флюсы при введении их в шихту способствуют повышению производительности извлечения металла в плавильных печах. Во вторичной металлургии алюминия также используют флюсы (рис. 1) [6].

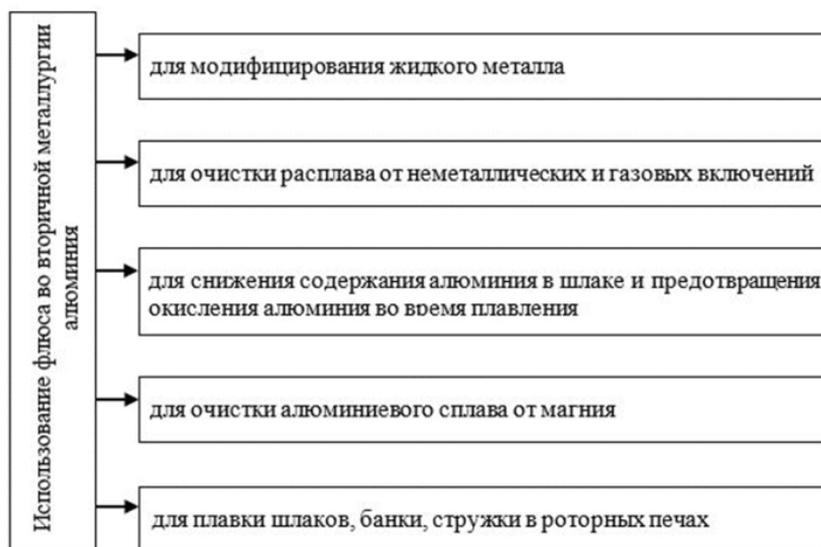


Рис. 1. Использование флюса во вторичной металлургии алюминия

Патентный анализ в области металлургии показывает множество изобретений использования алюминиевого шлака в различных технологических операциях. Известны способы применения шлака, такие как модифицирование и легирование стали, рафинирование, раскисление, где он используется как самостоятельное сырье. В работе [7] шлаки алюминиевого производства используются в кусковом виде фракцией 10...500 мм или в виде брикета с размерами 10...120 мм, полученного прессованием или спеканием отсевов шлака; шлакообразующая смесь представлена как раскислитель для стали используемого для ее производства в сталеплавильных печах [8, 9]; также во внепечной обработке стали алюмооксидную смесь используют для разжижения металлургических шлаков при производстве стали и сплавов [10]. В работе [11] молотый солевой шлак вторичного производства алюминия используется как сырьевая смесь для ячеистого бетона в качестве газообразователя.

Другие направления исследований включают в себя технологии глубокой переработки и модификации шлака с последующим осаждением, концентрированием, кристаллизацией алюмосодержащих компонентов. В работе [12] шлак подвергается измельчению, выщелачиванию в воде, выпариванию или обогащению рассола с помощью ионообменной или мембранной технологий с последующей сушкой выделяющихся солей и сушки нерастворимой в воде оксидной составляющей, из которой выделяют небольшое количество корольков алюминия; в [13] показан способ воздействия на расплавленный алюминиевый шлак скрещенными электрическими и магнитными полями, разработанный для извлечения металлического алюминия из шлака. Рассмотренные методы переработки шлаков характеризуются высокой степенью сложности и комплексности. Наиболее перспективными оказались методы, требующие наименьших затрат ресурсов, использующие алюмосодержащие отходы в качестве сырья для получения коагулянтов в очистке воды. В работе [14] показан способ получения алюмосодержащего коагулянта на основе сульфата алюминия из отходов производства (шлаки плавильного производства алюминиевых сплавов), который включает обработку суспензии отходов концентрированной серной кислотой, фильтрацию, нейтрализацию фильтрата аммиаком, охлаждение нейтрализованного фильтрата с выделением из него кристаллов, промывку кристаллов смесью воды и ацетона.

В результате проведенного анализа и обобщения данных из литературных и патентных источников, посвященных возможности применения флюсов, можно сделать вывод, что, несмотря на большое количество исследований, посвященных вторичному использованию отходов производства алюминия, большинство из них сосредоточено на развитии технологий в металлургической отрасли. В то же время работы, направленные на создание технологий производства алюмосодержащих коагулянтов, занимают гораздо меньшую долю. Таким образом, это свидетельствует об отсутствии рациональных технологий их комплексного использования.

*Цель работы* – определение области применения алюмосодержащих шлаков в качестве реагента в водоподготовке и очистке сточных вод.

Качество реагента для очистки воды может быть объективно оценено через его способность эффективно удалять загрязнители в соответствии

с установленными нормативными требованиями безопасности, согласно [15], где приведены критерии качества очищенных сточных вод, а также [16] при водоподготовке, где приводятся обобщенные критерии качества воды, как источника питьевого водоснабжения. Критерии качества воды включают физические, химические и биологические показатели воды, которые оценивают ее пригодность использования.

Для реализации поставленной цели выполнен комплексный подход, включающий решение ряда задач, которые представляли подбор оптимальных доз реагента и условий коагулирования для достижения требуемых показателей согласно [17], предназначенных для обработки воды в хозяйственно-питьевом водоснабжении и устанавливающих общие требования к коагулянтам и методам определения эффективности коагулянтов на модельных суспензиях мутности и модельных растворах цветности.

В качестве объекта исследования выбран отход шлака (флюса) алюминиевого производства предприятия, занимающегося переработкой ломов и отходов цветных металлов, а также производством литейных алюминиевых сплавов, которые образуются в результате основного производства (рис. 2). Проведенная ранее экспертная оценка экологического воздействия на окружающую среду (ОС) данного предприятия показала, что значительную территорию организации занимают площадки под складирование отхода.

Флюс алюминиевого производства – это фракция сероватого оттенка, сыпучая, относится к 4 классу по степени негативного воздействия на окружающую среду (согласно расчету класса опасности отхода).

Образование шлака печей переплава алюминиевого производства представляет собой следующий процесс: в роторную печь загружаются солевой флюс и вспомогательные технологические материалы – смесь солей натрия хлорида и калия хлорида в соотношении 60 и 40 %. Процесс плавления происходит при рабочей температуре печи 900 °С. По завершению процесса плавки сначала из печи через летки в изложницы сливается расплавленный металл, затем жидкий конечный шлак – в шлаковни, где



**Рис. 2. Шлак алюминиевого производства**

остается до полного остывания, после чего перевозится ковшовым автопогрузчиком из производственного корпуса на открытый склад для хранения навалом.

### Материалы и методы

Проведены лабораторные исследования химического состава алюмосодержащего отхода с применением аттестованных методик, включенных в перечень ФЗ № 102 (используемые аккредитованными лабораториями в национальной системе аккредитации), по определению массовой доли алюминия, железа, марганца и меди по ПНД Ф 16.3.85-17 «Методика измерений массовой доли алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, лития, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, свинца, стронция, титана, хрома, цинка в пробах отходов производства и потребления атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционных спектрометров модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД и МГА-1000»; исследование на содержание аммонийного азота по ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.30-02 «Методика выполнения измерений содержания азота аммонийного в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях фотометрическим методом», основанное на способности ионов аммония образовывать с щелочным раствором йодида ртути (I) (реактивом Несслера) окрашенные в желтый цвет соединения йодида меркураммония и измерении оптической плотности полученного комплекса при  $X = (400 \pm 0,5)$  нм; исследование проб на содержание водородного показателя среды по ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02 «Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом», основанное на получении водных вытяжек твердых отходов, получении фильтратов жидких объектов (жидких отходов, донных отложений, ила, осадков, шламов) с последующим измерением в водных вытяжках и фильтратах разности потенциалов, возникающих на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода и исследуемым раствором с одной стороны и внутренней поверхностью мембраны и стандартным раствором – с другой. Определение содержания влаги проводилось по ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08; исследование на содержание хлорид-ионов по ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.28-02.

Результаты количественного химического анализа шлака алюминиевого производства представлены в табл. 1. Проанализировав результаты исследований на основные компоненты шлака алюминиевого производства, отмечено в его составе достаточное содержание алюминия, а именно:  $9,9 \pm 3,1$  (результат в весовых %), также более половины составляет шихта. Такое количество алюминия в составе шлака дает возможность для использования его в качестве вторичного сырья.

Одной из областей применения флюса металлургического производства, содержащего алюминий, рассмотрено его применение в качестве реагента в системах технического водоснабжения для водоподготовки и водоочистки стоков в промышленности. Также можно отметить, что

Таблица 1

**Химический состав шлака**

Ингредиент, %	Норматив качества	Результаты испытаний	Массовая концентрация $\pm\Delta$ , мг/кг	Метод исследований
Хлориды	–	0,868	8680 $\pm$ 434	Меркуриметрический
Азот аммонийный		0,003	30 $\pm$ 3,3	Фотометрический
Железо	6	0,9	9000 $\pm$ 4050	Атомно-абсорбционный
Медь	1	0,1	1000 $\pm$ 250	
Алюминий	7 – 22	9,9	99 000 $\pm$ 31050	
Марганец	0,7	0,108	1080 $\pm$ 486	
Влага	–	2,46	24 600 $\pm$ 2460	Гравиметрический
Диоксид кремния	8	14,97	149 700 $\pm$ 43413	
Водородный показатель, ед. рН	–	9,00	–	Потенциометрический

большинство предприятий стали использовать в качестве коагулянта полиоксихлорид алюминия (**ОХА**). Он отличается от обычного сульфата алюминия тем, что не снижает щелочность воды, уменьшает содержание хлорорганических соединений, обеспечивая меньший расход коагулянта при обработке сточной воды, а также более малые содержания остаточного алюминия, при этом обладая меньшей токсичностью, а эффективность коагуляции выше, так как диапазон рН больше [18, 19]. Высокая результативность его использования обусловлена тем, что алюминий в нем находится в виде аквагидроксикомплексов, а не в виде ионов алюминия. При наличии большой удельной поверхности гидроксикомплексы эффективно обеспечивают коагуляцию компонентов водной среды. Значительная экономичность, удобство применения в широком интервале рН, простота изготовления и большая вариация концентрации активного реагента (в товарных номенклатурах используют пересчет на  $Al_2O_3$ ) делают его наиболее перспективным для использования на практике.

**Экспериментальные результаты и их обсуждение**

Синтезированный ОХА производится из флюса (алюмосодержащего шлама) металлургического производства. Коагулянт получают путем варки в 1 м<sup>3</sup> 15%-ной хлороводородной кислоты 200 кг флюса при температуре 90...110 °С до тех пор, пока весь шлам не растворится. После завершения процесса полученную жидкость подвергают процедуре отстаивания и фильтрации.

Показателями эффективности использования реагента и выбор его оптимальной дозы являются минимальное время протекания реакции гидролиза образования хлопьев, качество отстоянной воды, характеристика осадка и его объем. В течение 30 мин, когда происходило отстаивание, наблюдалось появление мелких и крупных хлопьев и фиксировалось время

процесса осветления до полного его завершения. В качестве оптимального количества коагулянта принимают то количество, при котором образуется хорошо седиментированный осадок.

Исследование алюмосодержащего шлама в качестве коагулянта применили в технологии процесса очистки сточных вод молочного комбината методом пробного коагулирования. Данный метод позволяет выбрать подходящий коагулянт или флокулянт, определить его оптимальную дозировку и оценить эффективность применения для очистки исследуемых сточных вод [20]. Суть метода заключается в том, что сточные воды обрабатываются реагентами в специальных емкостях или стаканах при определенных условиях. Эти условия включают в себя стандартные режимы смешивания и образования хлопьев, а также условия, имитирующие процесс коагуляции на существующих очистных сооружениях.

Процесс смешивания осуществляется посредством применения специализированного механического перемешивающего оборудования. Сначала процесс происходит быстро, чтобы равномерно распределить реагент в воде. Затем скорость снижается, чтобы образовались крупные хлопья, которые быстро оседают, удаляя загрязнения. Для проведения экспериментов по пробному коагулированию используются специальные установки, позволяющие обрабатывать до шести проб сточных вод одновременно и перемешивать их с помощью механических мешалок, скорость вращения которых можно регулировать в диапазоне от 10 до 200 оборотов в минуту.

В ходе экспериментов в стаканы с неочищенной водой добавлялись различные дозы коагулянта в виде 10%-ных растворов. Диапазон варьирования дозировки коагулянта охватывал пределы, включающие предполагаемую оптимальную концентрацию, что позволило провести систематическое исследование влияния различных уровней дозирования на коагуляционные процессы [20].

Дозы реагентов указываются двумя способами: в количестве активного вещества и в общем объеме продукта. Для сравнения эффективности различных реагентов более целесообразно сравнивать расходы по активному веществу. Для эффективного практического применения и оптимизации затрат на реагенты, а также определения их потребности, целесообразно проводить сравнительный анализ расходов товарных продуктов. Дозировки основных солей алюминия, как правило, рассчитываются на основе содержания оксида алюминия. Для определения объема жидкого товарного реагента  $V_{\text{тов}}$ , м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, используют специальную формулу, позволяющую выразить его в объемных единицах, что является критически важным для обеспечения точности и эффективности процесса [20]:

$$V_{\text{тов}} = \frac{D_{\text{акт}}}{\rho C_{\text{реаг}}} 100,$$

где  $D_{\text{акт}}$  – доза реагента по активному веществу, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность товарного продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $C_{\text{реаг}}$  – концентрация товарного продукта по активному веществу, вес. %.

Для определения оптимальных доз синтезированного ОХА, показывающего наилучший результат, изначально проверялся подходящий водородный показатель рН. Результаты представлены на рис. 3.

Для очистных сооружений ключевым фактором является скорость хлопьеобразования и масса осадка. Делая анализ исследований на зависимость коагуляции от рН воды, приходим к выводу, что наиболее подходящее значение рН – 9, при котором наблюдается наименьшее количество осадка. Это говорит о том, что процесс коагуляции при данном значении рН проходит значительно быстрее, так как при этом значении обеспечивается достаточная скорость хлопьеобразования, а также отсутствует мутность, чем при рН, равной 8 или 10.

Следующий этап исследований – выбор оптимального диапазона величины коагулянта, при котором обеспечивается хорошая осветляемость воды и высокая скорость осаждения. Критерии подбора – масса образовавшегося осадка в течение 20 минут коагуляции при температуре воды 20 °С; коагулянт с одинаковой исходной концентрацией был разбавлен в 10 раз (рис. 4).

Анализируя зависимость эффективности коагулянта, вводимого в воду, от его величины, делаем следующие выводы: наилучшим результатом при ожидании в течение 20 мин является величина коагулянта при 0,8 мл, масса осадка наименьшая, что свидетельствует о более быстром хлопьеобразовании.

Температурный режим водной среды играет ключевую роль в процессе коагуляции. Исследование проводилось при рН, равной 9, величине добавляемого коагулянта в 1,0 мл 10%-ного раствора алюмосодержащего флюса, время ожидания 20 мин.

При температуре 35 °С процесс хлопьеобразования не наблюдался. При более низких температурах процесс коагуляции существенно улучшается. Результаты опыта при времени осаждения 20 мин. показаны на рис. 5.

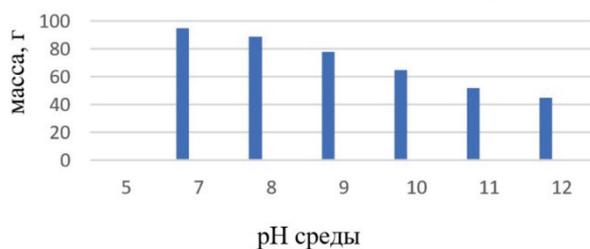


Рис. 3. Зависимость количества осадка от рН среды



Рис. 4. Диаграмма зависимости массы осадка от величины коагулянта

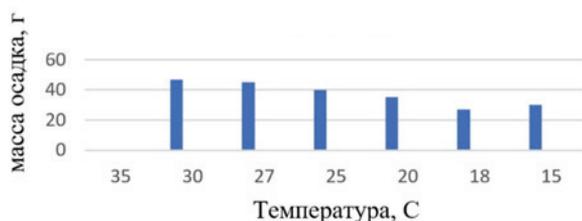


Рис. 5. Зависимость массы осадка от температуры воды

В результате проведенных экспериментов достигнуты оптимальные условия очистки сточных вод с применением синтезированного ОХА, что позволило существенно повысить эффективность удаления определенных загрязняющих веществ. Наиболее благоприятные условия для достижения наилучшего результата процесса коагуляции следующие: температура воды в диапазоне 20...25 °С, рН – 8...9 и величина содержания коагулянта от 1,4 мл/100 мл до 0,8 мл/100 мл (0,014 мг/мл – 0,008 мг/мл).

В таблице 2 представлены компоненты, входящие в состав сточных вод, и их остаточные концентрации, для которых определены оптимальные параметры очистки, показывающие большую эффективность при использовании синтезированного коагулянта, в сравнении с показателями традиционного реагента, который используется на предприятии.

В результате анализа отмечено значительное снижение показателей: БПК<sub>полн</sub> – в 4,06 раза; ХПК – в 1,88 раз; хлориды – в 1,46 раз; фосфаты – в 6,33 раза; нитрит-ионы – в 3,3 раза; нитрат-ионов – в 4,35 раза; сульфаты – в 3,07; аммиак и аммоний-ион – в 62,5 раза.

Таким образом, согласно результатам лабораторных исследований, сделан следующий вывод: после определенной подготовки использование нового синтезированного коагулянта является целесообразным при очистке сточной воды.

Также исследования синтезированного коагулянта на основе металлургического шлама проводили для процесса водоподготовки. Как правило, вода, поступающая из источников природного происхождения, часто не соответствует нормам и требованиям, которые выдвигаются промышленными предприятиями. Для этого она проходит процесс очистки и подготовки для дальнейшего использования.

Несмотря на то что методы обработки воды с помощью реагентов на станциях водоподготовки хорошо известны, до сих пор существует потребность в изучении эффективности различных видов коагулянтов для улучшения процесса очистки. Данная необходимость возникает из-за таких факторов, как:

- 1) в период активного цветения, когда уровень рН превышает 8,5, эффективность работы коагулянтов снижается;
- 2) в условиях пониженных температур водной среды процесс коагуляции существенно затрудняется;
- 3) строгие критерии оценки качества водопроводной воды, в том числе по уровню остаточного алюминия.

Таблица 2

**Сравнительный анализ эффективности анализируемых образцов  
коагулянтов в очистке сточных вод**

Химические показатели сточной воды	Результаты анализа сточных вод на этапе физико-химической очистки				
	На входе физико-химической очистки	После очистки традиционным ОХА	Эффективность очистки, %	После очистки синтезированным коагулянтом	Эффективность очистки, %
БПК <sub>полн</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	1157	541,53	53,2	133,8	88,5
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	1150	592,91	48,4	316	72,5
Хлорид-ионы, мг/л	548,7	541,47	1,3	372	32,2
Нитрит-ионы, мг/л	0,03	0,038	–	0,0115	61,7
Нитрат-ионы, мг/л	0,43	9,05		2,08	–
Сульфаты, мг/л	427	454		147,7	65,4
Аммиак и аммоний-ионы, мг/л	26,2	30		0,48	98,2
АПАВ мг/л	0,97	0,92		1,06	–
Фосфат-ионы, мг/л	200	157,54	21,2	24,87	87,6
Взвешенные вещества, г/л	4,576	4,08	10,8	1,26	72,5
рН	4,8	4,6	–	7,2	В пределах норматива
Электропроводность, мкСм/см	3584	3381		–	

В качестве объекта исследования взята вода из реки Волги, которая используется для забора на станции водоподготовки промышленного предприятия. Изучение характеристик нового синтезированного реагента проводилось в условиях зимы и во время весеннего половодья. В эти периоды можно наглядно наблюдать за изменениями качества воды в реке.

В ходе исследования минимальной дозы синтезированного коагулянта (10 мг/дм<sup>3</sup>) обнаружено, что уже через 5 мин после начала эксперимента начали образовываться мелкие и мельчайшие хлопья. Через 20 мин сформировались хлопья среднего размера и осадок в 1 мм. Через 30 мин выпал осадок в 2 мм, при этом наблюдалось образование мелких и средних хлопьев, а также осветление межхлопкового пространства. Увеличение размеров хлопьев и формирование осадка являются индикаторами более

эффективного протекания процесса коагуляции. Этот эксперимент демонстрирует «поршневое» оседание, при котором высота водяного столба уменьшается, а движение воды отсутствует. В реальных условиях количество столкновений хлопьев больше и процесс коагуляции происходит быстрее.

Лабораторные исследования всех показателей качества воды выполнены по аттестованным методикам. Подбор оптимальной дозы синтезированного коагулянта при водоподготовке питьевой воды велась согласно критериям качества воды по нормативам СанПиН 1.2.3685-21. Среди показателей для анализа выбраны наиболее приоритетные, показывающие наглядную степень очистки воды: рН [21], мутность [22], цветность [23], остаточный алюминий [24]; определение дозы вели по наименьшему количеству реагента, необходимого для наилучших результатов достижения соответствующих нормативов. Измерение показателей осуществлено по истечении двух часов с момента инициирования пробного процесса коагулирования.

Результаты исследований показали быстро оседающие флоккулы при использовании синтезированного ОХА, которые приводят к некоторому уменьшению рН воды, это может подтвердить снижение рН с 7,4 до 6,7 при увеличении дозы реагента. Резкое снижение могло быть обусловлено формированием кислотных продуктов гидролиза.

При определении мутности исследуемой воды результаты пробного коагулирования показали, что значения находились в допустимом диапазоне лишь в зимний период. При использовании реагента в период паводка наблюдались более низкие концентрации.

Исследование степени очистки воды от цветности показал достаточно эффективный результат, на что указывают стабильно более низкие показатели цветности обработанной воды (среднее значение цветности среди рассматриваемых доз – 9,0 мг/дм<sup>3</sup>).

При определении содержания алюминия в исследуемых пробах воды с применением коагулянта выявили, что эффективность удаления алюминия резко возросла при дозе реагента 20...30 мг/дм<sup>3</sup>, достигая более высоких показаний эффективности между дозой от 30 до 40 мг/дм<sup>3</sup>. Однако некоторое количество алюминия могло остаться в растворе, что в результате и привело к увеличению его содержания в очищенной воде (при дозе 50...60 мг/дм<sup>3</sup>). В течение всего рассматриваемого периода концентрация остаточного алюминия в обработанной воде не превышала 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, что позволяет иметь запас до ПДК более 50 %.

Таблица 3 содержит результаты лабораторных испытаний традиционного коагулянта, используемого на станции водоподготовки и синтезированного ОХА на основе алюмосодержащего шлама.

На основании полученных результатов пробного коагулирования за оптимальную дозу синтезированного ОХА, показывающего наибольшую эффективность, принята доза 20 мг/дм<sup>3</sup> по Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для очистки воды из источника водоснабжения, которые демонстрируют снижение качественных ключевых показателей после 30-минутного отстаивания:

Таблица 3

**Результаты лабораторных испытаний анализируемых образцов  
коагулянтов в водоподготовке**

Коагулянт		pH		Цветность, град.		Мутность по коалину, мг/дм <sup>3</sup>		Алюминий, мг/дм <sup>3</sup>	
Марка	Доза по Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>								
Период года		Зима	Весна	Зима	Весна	Зима	Весна	Зима	Весна
Исходная вода		7,4	7,7	33	89	1,3	8,5	<0,04**	0,48
СА	10	7,4	7,6	29	68	1,5	8,8	0,14	0,50
	20	7,4	7,6	16	55	0,82	7,6	0,12	0,36
	30	7,4	7,5	13	47	0,41	5,1	0,10	0,22
	40	7,1	7,2	13	40	0,20	2,4	0,056	0,17
	50	7,1	7,2	10	36	<0,1*	1,0	0,044	0,088
	60	7,0	7,1	9,4	20	<0,1*	0,78	<0,04**	0,097
ОХА	10	7,1	7,3	16	34	0,61	2,3	0,056	0,24
	20	6,9	7,0	8,6	15	0,10	1,4	<0,04**	0,11
	30	6,8	6,9	8,1	10	<0,1*	0,85	<0,04**	<0,04**
	40	6,8	6,8	7,4	8,6	<0,1*	<0,1*	<0,04**	<0,04**
	50	6,7	6,8	7,0	7,7	<0,1*	<0,1*	<0,04**	0,042
	60	6,7	6,6	6,5	7,1	<0,1*	<0,1*	0,043	0,048
ПДК***		6,0...9,0		20		1,5		0,2	

\* Ниже диапазона измерений.

\*\* Ниже диапазона измерений.

\*\*\* СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 г. «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21».

– по мутности: в весенний период наблюдается значительное снижение до 1,6 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует очистке воды на 81 %; в зимний период мутность снижается до 0,10 мг/дм<sup>3</sup>, обеспечивая полную очистку (100 %);

– цветность: весной цветность уменьшается до 15 мг/дм<sup>3</sup>, что свидетельствует об эффективности очистки на 83 %; зимой цветность снижается до 8,6 мг/дм<sup>3</sup>, что составляет очистку воды на 74 %;

– остаточный алюминий: в весеннем периоде концентрация остаточного алюминия снижается до 0,11 мг/дм<sup>3</sup>, что демонстрирует очистку на 77 %; в зимний период концентрация остаточного алюминия остается ниже диапазона измерений, что указывает на его полное отсутствие.

При установленных концентрациях рабочих растворов достижение показателей качества воды, отвечающих требованиям СанПиН [16], становится возможным.

## Заключение

В настоящее время производство вторичного алюминия требует гораздо меньше энергии, чем производство первичного алюминия, и не приводит к таким значительным выбросам вредных веществ в окружающую среду. По прогнозам, к 2030 году доля вторичного алюминия в общем потреблении может достичь 22...24 млн т в год, а это, в свою очередь, приведет к увеличению отходов производства [25]. Поэтому важно разработать инновационную технологию переработки алюмосодержащих отходов, которая позволит использовать сырьё и энергию наиболее эффективно и комплексно. Коэффициент комплексности представляет собой ключевой параметр, который количественно характеризует эффективность извлечения полезных компонентов из перерабатываемого сырья. Для безотходного производства этот коэффициент должен быть не менее 95 %, а для малоотходного – более 75 % [26].

По результатам проведенных исследований определены оптимальные дозы и рабочий диапазон синтезированного коагулянта для достижения критериев качества очистки воды. Эффективность алюмосодержащих отходов в качестве реагента подтверждена их высокими коагулирующими характеристиками.

### *Список литературы*

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL : <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 30.01.2025).
2. Экопортал. Вся экология. Отходы российской промышленности превысили исторический максимум [Электронный ресурс]. – URL : <https://ecoportal.su/news/view/126205.html> (дата обращения: 10.12.2024).
3. Курдюмова, Л. Н. Технология комплексной утилизации отвальных солевых алюминиевых шлаков : автореф. ... канд. техн. наук : 03.00.16 / Курдюмова Лариса Николаевна. – Иваново, 2002. – 16 с.
4. Лысенко, А. П. Использование комплексной технологии переработки шлаков алюминиевой промышленности для последующего раскисления стали / А. П. Лысенко, Е. А. Шевченко // Цветные металлы. – 2020. – № 3. – С. 63 – 67. doi: 10.17580/tsm.2020.03.09
5. Применение алюминиевых шлаков и продуктов их переработки в металлургическом производстве / Л. В. Трибушевский, Б. М. Немененок, Г. А. Румянцева, А. В. Арабей // Литье и металлургия. – 2021. – № 4. – С. 42 – 49. doi: 10.21122/1683-6065-2021-4-42-49
6. Флюсы для получения качественных алюминиевых сплавов / В. А. Трусов, Н. Н. Вершинин, В. В. Трусов, В. В. Макаров, Д. П. Грузин // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2012. – Т. 2. – С 149 – 151.
7. Патент № 2396364 Российская Федерация, МПК C22B 9/10 C21C 7/06. Флюс для раскисления, рафинирования, модифицирования и легирования стали : № 2009114226/02 : заявл. 15.04.2009 : опубл. 10.08.2010 / Шаруда А. Н., Павлов С. В. ; заявитель ООО «Промышленная Компания «Вторалюминпродукт». – Бюл. № 22. – 7 с.
8. Патент № 2638470 Российская Федерация, МПК C21C 7/06. Раскислитель для стали : № 2016144188 : заявл. 10.11.2010 : опубл. 13.12.2017 / Неретин С. Н., Павлов А. В., Хромагин А. Н., Главатских Ю. В. – Бюл. № 35. – 8 с.

9. Патент № 2605410 Российская Федерация, МПК C21C 7/076 C22B 9/10 B22D 7/00. Шлакообразующая смесь для рафинирования стали : № 2015119723/02 : заявл. 25.05.2015 : опубл. 20.12.2016 / Михеенков М. А., Некрасов И. В., Шешуков О. Ю., Овчинникова Л. А., Маршук Л. А., Егиазарьян Д. К. ; заявитель ФГБУН Институт металлургии УО РАН. – Бюл. № 35. – 11 с.
10. Патент № 2746198 Российская Федерация, МПК C22B 9/10 C21C 5/00 C21C 7/06 C22B 7/04. Смесь алюмооксидная для разжижения металлургических шлаков : № 2020118270 : заявл. 12.04.2020 : опубл. 08.04.2021 / Цыденов А. Г., Даричев В. В., Бугримов А. А. ; заявитель АО «Завод алюминиевых сплавов». – Бюл. № 10. – 7 с.
11. Патент № 2074844 Российская Федерация, МПК C04B 38/02 (1995.01); C04B 111/40 (1995.01) Сырьевая смесь для ячеистого бетона : № 9494025783 : заявл. 11.07.1994 : опубл. 10.03.1997 / Бирюков А. И., Дайч Ю. А., Колесниченко С. Н., Курячая В. А., Ленский В. В., Спиранде В. О. ; заявитель Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта. – Бюл. № 16.
12. Куценко, С. А. Комплексная переработка солевых алюмосодержащих шлаков : монография / С. А. Куценко, Л. Н. Курдюмова, Н. В. Кубаткина. – Орел : ОрелГТУ, 2007. – 171 с.
13. Авт. свид. № 353990 СССР, МПК C22B 7/04 (2000.01), C22B 21/00 (2000.01). Способ извлечения металлического алюминия из расплавленных солевых шлаков : № 1349609 : заявл. 22.07.1969 : опубл. 09.10.1972 / Повх И. Л., Чекин Б. В., Смирнов В. А., Базилевский В. М., Окунев В. М., Попов В. А. ; Донецкий НИИ черной металлургии ; Государственный научно исследовательский проектный институт сплавов, обработки цветных металлов. – Бюл. № 30.
14. Патент № 2102323 Российская Федерация, МПК C01F 7/74. Способ получения алюмосодержащего коагулянта : № 96100432/25 : заявл. 09.01.1996 : опубл. 20.01.1998 / Акимов И. Я., Ермаков М. В., Мельников Г. М., Парахин Ю. А. ; заявитель Орловский государственный технический университет.
15. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : Приказ Минсельхоза Российской Федерации № 552 от 13.12.2016. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_211155/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/) (дата обращения: 10.07.2025).
16. СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утвержден и введен в действие Главным государственным врачом Российской Федерации постановлением № 2: дата введения 28.01.2021. – 1143 с. – URL : [https://ds278-krasnoyarsk-r04.gosweb.gosuslugi.ru/netcat\\_files/19/8/SP123685\\_21\\_0.pdf](https://ds278-krasnoyarsk-r04.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/19/8/SP123685_21_0.pdf) (дата обращения: 06.10.2025).
17. ГОСТ Р 51642–2000. Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования и метод определения эффективности. – Введ. 2001-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 11 с.
18. Соловей, Д. А. Современные коагулянты в технологии очистки воды / Д. А. Соловей, С. С. Горобей, Ю. С. Мельникова // Актуальные вопросы энергетики : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Омск, 17 мая 2018 года. – Омск, 2018. – С. 384 – 386.
19. Папертева, Д. П. Проблемы обращения с промывными водами станций водоподготовок / Д. П. Папертева // X Всероссийский фестиваль науки : сб. тр. конф., Нижний Новгород, 14–15 октября 2020 года. – Н. Новгород, 2020. – С. 709 – 712.

20. Гетманцев, С. В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами / С. В. Гетманцев, И. А. Нечаев, Л. В. Гандурина. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 272 с.
21. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121–97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений pH проб вод потенциометрическим методом. – М. : Стандартинформ, 2004. – 14 с. – URL : <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/052/4293846478.pdf> (дата обращения: 06.10.2025).
22. ПНД Ф 14.1:2:4.213–05. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений мутности питьевых, природных и сточных вод турбидиметрическим методом по каолину и по формазину. – М. : ФГБУ «ФЦАО», 2019. – 27 с. – URL : <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293727/4293727848.pdf> (дата обращения: 06.10.2025).
23. ПНД Ф 14.1:2:4.207–04. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений цветности питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом. – М., 2004. – 14 с. – URL : <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/a3d/4293850908.pdf> (дата обращения: 06.10.2025).
24. ПНД Ф 14.1:2:4.166–2000. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природных, очищенных сточных и питьевых вод фотометрическим методом с алюминоном. – М., 2000. – 13 с. – URL : <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/fe8/4293846499.pdf> (дата обращения: 06.10.2025).
25. Алюминиевой Вестник. – 2021. – № 01(48). – 23 с. – URL : <https://www.aluminas.ru/upload/documents/vestnik/Vestnik-AA-48.pdf> (дата обращения: 06.10.2025).
26. Инновационные технологии переработки окисленных отходов алюминия / Л. В. Трибушевский [и др.]. – Минск : Изд-во БНТУ, 2023. – 140 с.

#### References

1. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (accessed 30 January 2025).
2. Available at: <https://ecoportal.su/news/view/126205.html> (accessed 10 December 2024).
3. Kurdyumova L.N. *Extended abstract of Candidate's of Engineering thesis*, Ivanovo, 2002, 16 p. (In Russ.)
4. Lysenko A.P., Shevchenko Ye. A. [Use of integrated technology for processing aluminum industry slags for subsequent steel deoxidation], *Tsvetnyye metally* [Non-ferrous metals], 2020, no. 3, pp. 63-67. doi: 10.17580/tsm.2020.03.09 (In Russ., abstract in Eng.)
5. Tribushevskiy L.V., Nemenenok B.M., Rumyantseva G.A., Arabey A.V. [Use of aluminum slags and their processed products in metallurgical production], *Lit'ye i metallurgiya* [Casting and metallurgy], 2021, no. 4, pp. 42-49. doi: 10.21122/1683-6065-2021-4-42-49 (In Russ., abstract in Eng.)
6. Trusov V.A., Vershinin N.N., Trusov V.V., Makarov V.V., Gruzin D.P. *Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma "Nadezhnost' i kachestvo"* [Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality"], 2012, vol. 2, pp 149-151. (In Russ.)
7. Sharuda A.N., Pavlov S.V. *Flyus dlya raskisleniya, rafinirovaniya, modifitsirovaniya i legirovaniya stali* [Flux for deoxidation, refining, modification and alloying of steel], Russian Federation, 2009, Pat. 2396364. (In Russ.).
8. Neretin S.N., Pavlov A.V., Khromagin A.N., Glavatskikh Yu.V. *Raskislitel' dlya stali* [Deoxidizer for steel], Russian Federation, 2017, Pat. 2638470 (In Russ.).
9. Mikheyenkov M.A., Nekrasov I.V., Sheshukov O.Yu., Ovchinnikova L.A., Marshuk L.A., Yegiazar'yan D.K. *Shlakoobrazuyushchaya smes' dlya rafinirovaniya*

*stali* [Slag-forming mixture for refining steel], Russian Federation, 2016, Pat. 2605410 (In Russ.).

10. Tsydenov A.G., Darichev V.V., Bugrimov A.A. *Smes' alyumooksidnaya dlya razzhizheniya metallurgicheskikh shlakov* [Alumina mixture for liquefying metallurgical slags], Russian Federation, 2021, Pat. 2746198 (In Russ.).

11. Biryukov A.I., Daych Yu.A., Kolesnichenko S.N., Kuryachaya V.A., Lenskiy V.V., Spirande V.O. *Syr'yevaya smes' dlya yacheistogo betona* [Raw mix for cellular concrete], Russian Federation, 1994, Pat. 2074844 (In Russ.).

12. Kutsenko S.A., Kurdyumova L.N., Kubatkina N.V. *Kompleksnaya pererabotka solevykh alyumosoderzhashchikh shlakov: monografiya* [Integrated processing of salt aluminum-containing slags: monograph], Orel: OrelGTU, 2007, 171 p. (In Russ.).

13. Povkh I.L., Chekin B.V., Smirnov V.A., Bazilevskiy V.M., Okunev V.M., Popov V.A. *Sposob izvlecheniya metallichesкого alyuminiya iz rasplavlennykh solevykh shlakov* [Method of extracting metallic aluminum from molten salt slags], Russian Federation, 1972, A.S. 353990 (In Russ.).

14. Akimov I.Ya., Yermakov M.V., Mel'nikov G.M., Parakhin Yu.A. *Sposob polucheniya alyumosoderzhashchego koagulyanta* [Method for producing an aluminum-containing coagulant], Russian Federation, 1998, Pat. 2102323 (In Russ.).

15. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_211155/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/) (accessed 10 June 2025).

16. Available at: [https://ds278-krasnoyarsk-r04.gosweb.gosuslugi.ru/netcat\\_files/19/8/SP123685\\_21\\_0.pdf](https://ds278-krasnoyarsk-r04.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/19/8/SP123685_21_0.pdf) (accessed 06 October 2025).

17. GOST R 51642–2000. *Koagulyanty dlya khozyaystvenno-pit'yevogo vodosnabzheniya. Obshchiye trebovaniya i metod opredeleniya effektivnosti* [Coagulants for domestic and drinking water supply. General requirements and method for determining efficiency], Moscow: Izdatel'stvo standartov, 2001, 11 p. (In Russ.).

18. Solovey D.A., Gorobey S.S., Mel'nikova Yu.S. *Aktual'nyye voprosy energetiki: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem* [Current issues in energy: Proc. of the All-Russian scientific and practical conference with international participation], Omsk, 17 May 2018, Omsk, 2018, pp. 384–386. (In Russ.).

19. Paperteva D.P. *X Vserossiyskiy festival' nauki: sb. tr. konf.* [X All-Russian Science Festival: Coll. of Conf.], Nizhniy Novgorod, 14–15 October 2020, N. Novgorod, 2020, pp. 709–712. (In Russ.).

20. Getmantsev S.V., Nechayev I.A., Gandurina L.V. *Ochistka promyshlennykh stochnykh vod koagulyantami i flokulyantami* [Industrial Wastewater Treatment with Coagulants and Flocculants], Moscow: Izdatel'stvo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2008, 272 p. (In Russ.).

21. Available at: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/052/4293846478.pdf> (accessed 06 October 2025).

22. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293727/4293727848.pdf> (accessed 06 October 2025).

23. Available at: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/a3d/4293850908.pdf> (accessed 06 October 2025).

24. Available at: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/fe8/4293846499.pdf> (accessed 06 October 2025).

25. Available at: <https://www.aluminas.ru/upload/documents/vestnik/Vestnik-AA-48.pdf> (accessed 06 October 2025).

26. Tribushevskiy L.V. [et al.]. *Innovatsionnyye tekhnologii pererabotki okislennykh otkhodov alyuminiya* [Innovative technologies for processing oxidized aluminum waste], Minsk: Izdatel'stvo BNTU, 2023, 140 p. (In Russ.).

## **Possibility of Using Aluminum-Containing Slag from Metallurgical Industrial Production in Wastewater Treatment and Water Treatment**

**E. V. Serazeeva, R. N. Ismailova, S. Yu. Garmonov**

*Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia;*

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia;*

*Ukulab LLC, Kazan, Russia*

**Keywords:** aluminum; secondary raw materials; metal-containing waste; synthesized coagulant; salt slags; waste recycling; flux.

**Abstract:** When creating environmentally friendly industrial facilities, it is necessary to consider criteria such as reducing environmental pollution from waste and conserving natural resources through the maximum possible reuse of waste within the enterprise's economic cycle. This article examines the possibility of recycling metal-containing waste from metallurgical production, analyzing methods for the secondary use of slag waste, and conducting research on the use of aluminum slag as a reagent for wastewater treatment and water treatment. The process for producing a synthesized coagulant is described. Experiments on its use in wastewater treatment technology at a dairy plant, as well as in water treatment using a trial coagulation method, are described. Optimal doses and the operating range of the synthesized coagulant are determined, confirming its maximum effectiveness in achieving water purification quality criteria.

---

© Е. В. Серазеева, Р. Н. Исмаилова, С. Ю. Гармонов, 2025

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ  
БЕЗОПАСНОСТЬ НА МЕЗОУРОВНЕ:  
ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
НА ПРИМЕРЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

**Р. С. Федюк, Е. В. Левкина, Е. Г. Гусев**

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

**Ключевые слова:** валовой региональный продукт; корреляционно-регрессионный анализ; уровень загрязненности; факторы; эконометрическое моделирование; экономическая безопасность; экологическая безопасность.

**Аннотация:** Показано построение и верификация эконометрической модели, оценивающей влияние ключевых экологических факторов на уровень экономической и экологической безопасности на мезоуровне (на примере Приморского края) за период 2008 – 2023 гг. В качестве объясняющих переменных использованы объемы инвестиций в охрану окружающей среды, выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты. Проанализированы динамика и взаимосвязи указанных показателей с агрегированными индикаторами экономической и экологической безопасности региона, включая ВРП на душу населения, уровень заболеваемости, инвестиционную привлекательность, состояние природных ресурсов и экологическую нагрузку. Используются методы корреляционного анализа, множественной линейной регрессии и тестирования гипотез с использованием библиотек Python (Pandas, NumPy, Statsmodels, Seaborn, Matplotlib). Подтверждена основная гипотеза исследования: экологическая и экономическая безопасность на мезоуровне тесно взаимосвязаны, игнорирование экологических рисков создает системные угрозы устойчивому социально-экономическому развитию региона.

---

Федюк Роман Сергеевич – доктор технических наук, профессор Военного учебного центра; Левкина Елена Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, начальник отдела по работе с диссертационными советами, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия; Гусев Евгений Георгиевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики таможенного дела и управления, Владивостокский филиал ГКОУ ВО «Российская таможенная академия», Владивосток, Россия.

## Введение и актуальность исследования

В условиях современных глобальных вызовов, детерминированных комплексными экологическими, экономическими и социальными факторами, вопросы экологической устойчивости и безопасности приобретают первостепенное значение для формирования стратегий устойчивого развития. Экологические аспекты, оказывающие влияние на качество жизни, здоровье населения и экономическое благополучие, выходят за рамки традиционного понимания макроэкономических показателей и требуют более глубокого и всестороннего анализа.

Промышленные предприятия и отраслевые комплексы вынуждены адаптироваться к новым экологическим реалиям, внедряя передовые технологии, минимизирующие негативное воздействие на окружающую среду. Это включает разработку и внедрение экологически чистых производственных процессов, использование возобновляемых источников энергии и внедрение систем очистки выбросов и сточных вод.

Оценка воздействия экологических факторов на качество жизни и экономическую эффективность представляет собой сложную междисциплинарную задачу. Отсутствие универсальных методологических подходов затрудняет разработку эффективных стратегий, направленных на обеспечение экологической устойчивости. Исследования в данной области требуют комплексного подхода, включающего статистический анализ, моделирование сценариев и проведение экспертных оценок.

Стремление к экологизации экономики открывает новые перспективы для инноваций и создания «зеленых» рабочих мест. Развитие возобновляемых источников энергии, переход к ресурсосберегающим технологиям и внедрение экологически безопасных производственных процессов становятся не только экологическим императивом, но и конкурентным преимуществом. Это способствует формированию новой модели устойчивого развития, основанной на принципах экономической эффективности и экологической ответственности.

Формирование новой парадигмы устойчивого развития требует активного участия различных факторов, включая государственные органы, бизнес-сообщество и гражданское общество. Только при условии синергетического взаимодействия можно достичь баланса между экономическими интересами и экологической безопасностью. Это обеспечит высокое качество жизни для нынешнего и будущих поколений и создаст благоприятные условия для устойчивого развития на глобальном уровне. «Важным методом оценки влияния экологических факторов на экономическую безопасность в регионе является эконометрическое моделирование, позволяющее установить и количественно оценить взаимосвязь между показателями валового регионального продукта региона и эколого-экономическими параметрами» [1]. Анализ научной разработанности данного вопроса отражает отсутствие единых критериев оценки взаимосвязи между указанными процессами.

Теоретические и методические вопросы изучения взаимосвязи экологических факторов и экономической безопасности начали активно прорабатываться во второй половине XXI в. Исследованию влияния и симбиоза экологических факторов и экономической безопасности посвящены рабо-

ты [2 – 5]. Дискуссионная парадигма «экологизация экономики» заключается в глубокой интеграции экологических факторов в современную экономику. Большинство ученых считают, что в силу развития инструментов «зеленых облигаций», «зеленых инвестиций», стратегического развития в рамках «зеленой экономики» роль экологической составляющей при обеспечении комплексной экономической безопасности только усиливается. Экологическая составляющая выражается в таком состоянии экономики страны, отраслевых комплексов, предприятий, «при котором повсеместно внедряется бережливое отношение к окружающей среде (в том числе к природе), создаются условия для восстановления природного потенциала в будущем, возможности переработки и использования вторичного сырья» [3]. Охрана окружающей среды и бережливое использование природных ресурсов являются квинтэссенцией для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития региона. Пренебрежение рациональным использованием природных ресурсов создает угрозы, как для экологии, так и для экономики. Так, ухудшение качества воды, загрязнение воздуха, загазованность, снижение доступности природных ископаемых и эрозия, а также экологические катастрофы могут отрицательно сказаться на эффективности отраслевых комплексов и промышленности, многократно увеличив расходы на очистку и восстановление окружающей среды, а следовательно, сократить рентабельность производства и создать дополнительные угрозы конкурентоспособности отрасли. В этой связи на федеральном, региональном и локальном уровнях необходимо разрабатывать и реализовывать комплексные меры по охране окружающей среды, в числе которых внедрение экологически чистых технологий, рациональное использование природных ресурсов, а также создание эффективных систем мониторинга и контроля, налоговые льготы для экопредприятий.

Кроме того, важно стимулировать предприятия к снижению негативного воздействия на природу. Это можно достичь через систему налоговых льгот, субсидий и других стимулов для компаний, которые внедряют экологически чистые технологии и практики.

Таким образом, охрана окружающей среды не только способствует сохранению природы, но и является важным фактором для обеспечения устойчивого экономического роста и повышения качества жизни людей.

*Цель исследования* – оценить влияние некоторых экологических факторов на экологическую и экономическую безопасность на мезоуровне на примере Приморского края. Основная гипотеза исследования – тезис о том, что экологические факторы оказывают существенное влияние на экологическую и экологическую безопасность на мезоуровне. В работе рассмотрен временной период с 2008 по 2023 годы.

### **Материалы и методы**

Алгоритм научного исследования:

- 1) определение и группировка факторов, оказывающих влияние на экологическую и экономическую безопасность региона;
- 2) оценка степени влияния экологических факторов на экологическую безопасность Приморского края с помощью эконометрического моделирования;

3) установление взаимовлияния и взаимозависимости экологической и экономической безопасности региона;

4) выявление проблем в управлении экологической безопасностью региона по результатам проведенного аналитического обзора.

В работе использованы общенаучные методы исследования (анализ, синтез, сравнение, логическая интерпретация, аналогия), метод сбора информации (контент-анализ), экономико-математический и статистический методы. Информационной базой для проведения исследования служат отчеты, Интернет-сайты Росстата и Приморскстата, база данных единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС).

### Результаты исследования

Укрепление экономической безопасности субъекта как процесс строится на многоуровневой и многокритериальной системе, каждый из факторов которой представляет отдельную сферу и составляющую. Целый ряд текущих исследований [6 – 10] прикладного характера косвенно подтверждает гипотезу о значимом влиянии экологических факторов на экономическую и экологическую безопасность. Немаловажным в современной науке является исследование обратной связи: влияние экономических факторов на экологическую безопасность. Например, затянувшийся экономический кризис значительно тормозит развитие безотходных технологий, а также создание индустрии экологического назначения из-за сектора инвестиций в охрану окружающей среды и экопроекты. Соответственно, существует тесная корреляция «экологических факторов и экономической безопасности» и «экономических факторов и экологической безопасности». Для количественного подтверждения авторской гипотезы предлагается использовать эконометрическое моделирование.

Для обработки данных применялись язык программирования Python, библиотеки Pandas и Numpy, для работы со статистикой и проверки гипотез – библиотека Statsmodels, для построения графиков – библиотека Matplotlib. Python позволяет определить взаимосвязь между экологическим состоянием региона и экономическими факторами, а библиотеки Seaborn, Matplotlib, Pandas и Numpy использовались для графической визуализации исходной базы для расчетов и полученных результатов. Библиотека Statsmodels позволяет выявить закономерности и зависимости между исследуемыми переменными.

В качестве индикатора, характеризующего экономическую безопасность региона, используется валовой региональный продукт (ВРП)  $y$ , млн р., а также показатели, отражающие величину антропогенной нагрузки региона:  $x_1$  – количество выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников, тыс. т;  $x_2$  – сброс сточных вод в поверхностные водные объекты, тыс. т;  $x_3$  – инвестиции на охрану окружающей среды, млн р.

Значение показателей за 2008 – 2023 гг. представлены в табл. 1, динамика значений рассматриваемых показателей за 16 лет – на рис. 1.

По полученным данным можно отметить, что наблюдается возрастающий тренд для показателя ВРП и вместе с тем убывающий – для показателя «Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты».

Таблица 1

**Исходные данные для оценки влияния экологических факторов  
на экономическую безопасность**

Год	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
2008	316582	242	340	402,4
2009	368997	226	337	1104,8
2010	470679	233	371	4951,4
2011	549723	225	336	6822,3
2012	557489	209	318	10241,1
2013	577474	181	285	715,4
2014	642423	190	290	1100,2
2015	717610	193	291	1642,2
2016	860804	186	276	867,4
2017	906265	186	268	1333,6
2018	965485	181	266	1401,0
2019	1069331	178	259	2861,8
2020	1105673	170	261	3840,3
2021	1354100	197	251	3772,5
2022	1539350	203	244	4250,5
2023	1574352	219	237,8	3042,5

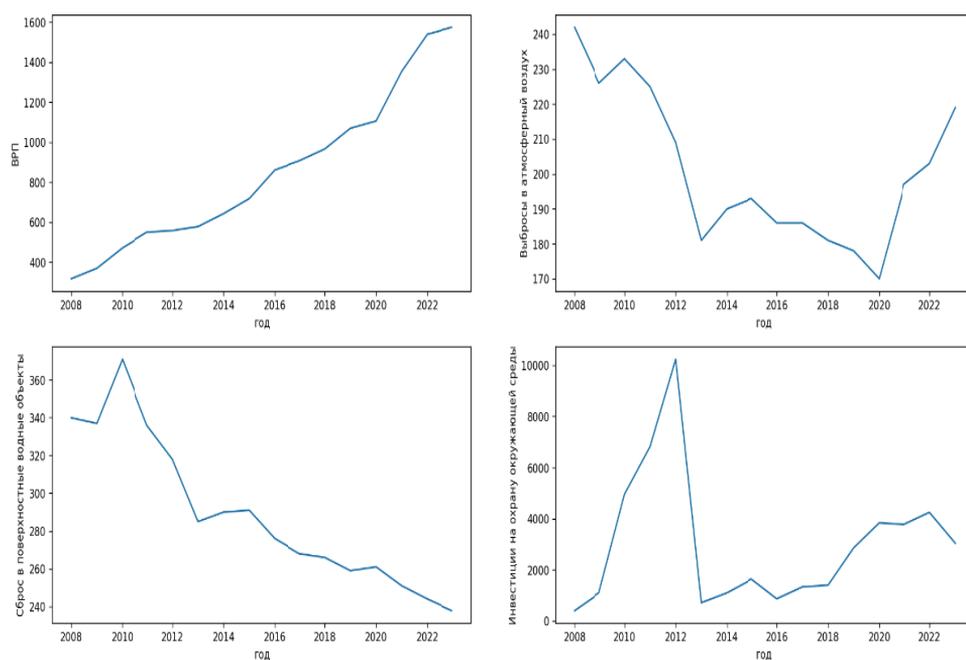


Рис. 1. Динамика исходных факторов за 2008 – 2023 годы

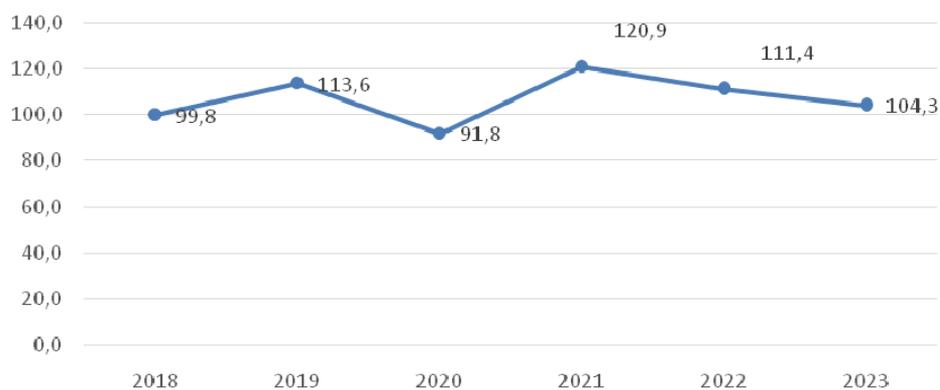
Динамика показателей «Выбросы в атмосферный воздух» и «Инвестиции в охрану окружающей среды» не отличается монотонным поведением. В результате принятия и реализации государственной программы «Охрана окружающей среды» с 2012 года отмечен рост инвестиций в охрану окружающей среды. С 2013 года благодаря увеличенному потоку инвестиционных ресурсов введены новые пункты по проверке и снижению токсичности выхлопных газов, построены противоселевые сооружения, введены в эксплуатацию дополнительные установки по сбору нефтесодержащих продуктов с акваторий водоемов, что, безусловно, положительно сказывается на уровне экологической безопасности края.

Исторически рекордный объем выбросов в атмосферный воздух отмечен в 2008 году в результате максимальной производительности энергетических предприятий в Приморском крае: «ЛуТЭК», «Владивостокская ТЭЦ – 2» и др. В Приморском крае за период 2019–2020 годов отмечено снижение уровня загрязнения воздуха. Одной из ключевых причин данного явления стало сокращение антропогенной нагрузки, связанное с изменением социально-экономической ситуации в стране.

Пандемия COVID-19 и связанные с ней ограничения привели к снижению промышленной активности. Многие предприятия сократили объемы производства, что уменьшило выбросы вредных веществ в атмосферу.

Кроме того, в условиях ограничений на передвижение и массовые мероприятия снизились потоки автомобильного и авиационного транспорта, что также способствовало улучшению экологической обстановки в регионе.

Таким образом, пандемия и связанные с ней изменения в жизни общества оказали положительное влияние на состояние воздуха в Приморском крае. С начала 2021 года наблюдается устойчивый ежегодный прирост выбросов из-за интенсивности работы промышленных предприятий, появления новых сельскохозяйственных производителей и увеличения количества автомобилей в Приморском крае, что подтверждается приростом индекса промышленного производства (рис. 2).



**Рис. 2. Динамика индекса промышленного производства в Приморском крае за 2018 – 2023 годы, %**

В то же время с 2021 года наблюдается замедление темпа роста индекса промышленного производства в Приморском крае из-за сложных экономических условий и нехватки кадров на рынке труда.

Описательная статистика для показателей представлена в табл. 2. В таблице 3 приведены коэффициенты корреляции Пирсона, статистически значимыми из которых являются коэффициенты корреляции между  $x_1$  и  $x_2$  ( $p$ -value  $\approx 0,0032$ ), между  $x_2$  и  $y$  ( $p$ -value  $\approx 0,000006$ ). Наблюдается значимая положительная корреляция между показателями выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников и сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты. Имеется значимая сильная отрицательная корреляция между показателями сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты и ВРП.

В ходе исследования нелинейных взаимосвязей показателей получены следующие результаты. Точечные диаграммы с полиномиальными линиями регрессии для попарной зависимости исследуемых показателей, изображены на рис. 3. Взаимосвязь факторов «Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты» и ВРП характеризуется в основном убывающей тенденцией, что может свидетельствовать об отрицательном влиянии загрязнения водных объектов на экономику региона. Взаимосвязь факторов «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух» и ВРП не столь однозначна. График регрессии позволяет наблюдать смену направления монотонности примерно в 75%-квантиле экологического фактора.

Таблица 2

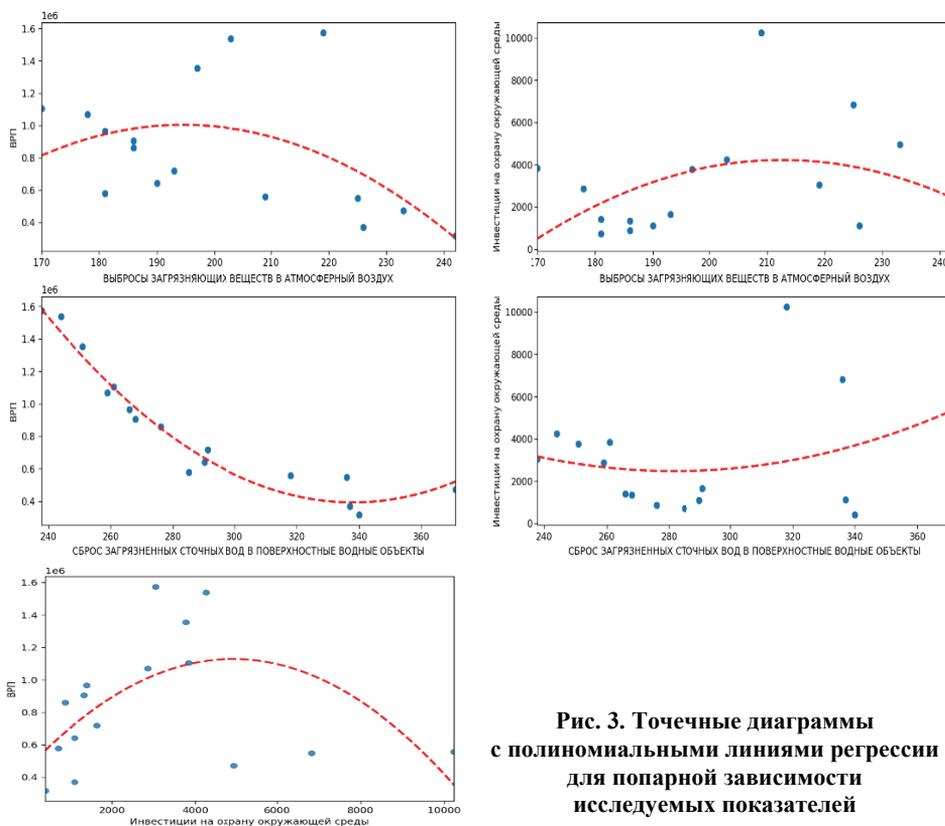
**Описательная статистика для показателей**

Переменные	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$
count	16,00	16,00	16,00	16,00
mean	201,19	289,42	3021,84	848521,06
std	21,97	39,67	2641,02	396187,07
min	170,00	237,80	402,40	316582,00
25%	184,75	260,50	1103,65	555547,50
50%	195,00	280,50	2252,00	789207,00
75%	220,50	322,50	3942,85	1078416,50
max	242,00	371,00	10241,10	1574352,00

Таблица 3

**Коэффициенты корреляции Пирсона**

Переменные	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$
$x_1$	1,000000	0,688069	0,231987	-0,388122
$x_2$	0,688069	1,000000	0,205441	-0,883658
$x_3$	0,231987	0,205441	1,000000	0,041650
$y$	-0,388122	-0,883658	0,041650	1,000000



**Рис. 3. Точечные диаграммы с полиномиальными линиями регрессии для попарной зависимости исследуемых показателей**

Рост инвестиций на охрану окружающей среды оказывает положительное влияние на экономику региона с 2014 по 2023 гг. Отмечены максимальные значения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при высоких значениях инвестиций на охрану окружающей среды (см. рис. 1 и 3).

Линейная модель зависимости показателя ВРП  $y$  от показателей  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  имеет вид

$$y = 2\,801\,000 + 6\,921 x_1 - 11\,860 x_2 + 30 x_3.$$

Модель статистически значима ( $p$ -value  $\approx 0,000002$ ) с коэффициентом детерминации 0,909. Коэффициенты регрессии при переменных  $x_1$  ( $p$ -value  $\approx 0,008$ ),  $x_2$  ( $p$ -value  $\approx 0$ ),  $x_3$  ( $p$ -value  $\approx 0,049$ ) статистически значимы на уровне значимости 0,01. Результаты моделирования представлены на рис 4. Фактор инфляции дисперсии (VIF) для всех переменных модели не превосходит значения 2, что характеризует отсутствие их мультиколлинерности. Коэффициент линейной регрессии при переменной  $x_3$  показывает положительное влияние инвестиций в охрану окружающей среды на ВРП. Коэффициент при переменной  $x_2$  демонстрирует наличие отрицательной взаимосвязи между показателями сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты и ВРП. В этой связи можно предположить негативное влияние сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты на экономическое благосостояние региона. Получено Variables VIF:  $x_1=1,930554$ ;  $x_2=1,907149$ ;  $x_3=1,061351$ .

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	y	R-squared:	0.909			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.886			
Method:	Least Squares	F-statistic:	40.02			
Date:	Thu, 27 Mar 2025	Prob (F-statistic):	1.58e-06			
Time:	13:25:26	Log-Likelihood:	-209.23			
No. Observations:	16	AIC:	426.5			
Df Residuals:	12	BIC:	429.6			
Df Model:	3					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
x1	6921.0246	2180.512	3.174	0.008	2170.097	1.17e+04
x2	-1.186e+04	1199.994	-9.887	0.000	-1.45e+04	-9250.005
x3	29.5095	13.448	2.194	0.049	0.209	58.810
const	2.801e+06	3.23e+05	8.666	0.000	2.1e+06	3.51e+06
Omnibus:		5.690	Durbin-Watson:	1.551		
Prob(Omnibus):		0.058	Jarque-Bera (JB):	2.859		
Skew:		0.740	Prob(JB):	0.239		
Kurtosis:		4.449	Cond. No.	3.84e+04		

**Рис. 4. Результаты моделирования**

Особое внимание привлекает коэффициент при переменной  $x_1$ , по значению которого напрашивается вывод о положительном воздействии выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников на рост ВРП. Возможно, эта положительная корреляция возникает по причине влияния косвенных факторов, например, в связи с увеличением интенсивности работы промышленных предприятий, появлением новых производств и т.п.

### Обсуждение результатов

Как известно, методы эконометрического моделирования позволяют изучить влияние экологических факторов на экологическую и экономическую безопасность региона как мезоуровня. Рассмотренный метод является особенно эффективным инструментом для прогнозирования на среднесрочную и долгосрочную перспективу, так как считается, что он представляет собой вариант расчетного метода, способного оценить влияние факторов на экологическую и экономическую безопасность в условиях недостаточности информации о показателях региона. В связи с небольшим объемом данных, построение более сложной эконометрической модели, как правило, приводит к ее переобучению, проверка наличия которого по этой же причине не представляется возможным. В рамках данных исследований предложена линейная множественная регрессия, которая может быть использована для количественной и качественной интерпретации взаимосвязи ВРП и рассмотренных экологических факторов, и, возможно, построения предварительных прогнозов для его динамики. Полученные результаты моделирования парного взаимодействия факторов показали, что оценка динамики заявленных показателей позволяет оценить не только

влияние экологии на экономику региона, но и обеспечить исходной информацией для построения алгоритмов и механизмов управления экологической безопасностью, а также моделей обеспечения комплексной экономической безопасности на мезоуровне.

Например, интенсификация производства и отраслей промышленности обеспечивает прирост ВРП, возможность инвестирования в развитие экономики и экологизацию производств, с одной стороны, но с другой – развитие отраслевых комплексов приводит к приращению техногенного загрязнения окружающей среды, увеличивает риск заболеваемости населения и его отток в более экологически чистые регионы, что в дальнейшем будет приводить к снижению ВРП региона, и, как следствие, вероятности секвестра субсидирования проектов в рамках парадигмы «зеленой экономики» и охраны окружающей среды. В результате возникает необходимость поиска баланса между экономическим ростом и сохранением окружающей среды.

### **Заключение**

В современных условиях для обеспечения устойчивого развития регионов необходимо учитывать взаимосвязь экономических и экологических факторов. Исследования, направленные на анализ динамики валового регионального продукта в зависимости от антропогенной нагрузки на экологию, становятся все более актуальными.

Моделирование экономических процессов в контексте управления экологической и экономической безопасностью позволяет выявить закономерности и тенденции, а также разработать эффективные стратегии для достижения баланса между экономическим ростом и сохранением природных ресурсов. Однако при построении таких моделей необходимо учитывать не только динамику выбранных показателей, но и специфику экономического развития территории, ее уникальные особенности.

Проведенные исследования позволили получить модели динамики валового регионального продукта в зависимости от изменения антропогенной нагрузки на экологию региона. Управление экологической и экономической безопасностью представляет собой единый динамичный процесс, в котором моделирование экономических факторов играет ключевую роль. Данный процесс основан на постоянном мониторинге и контроле текущей ситуации, что позволяет оперативно пересматривать принимаемые решения и корректировать реализуемые мероприятия для достижения заданных эколого-экономических показателей.

При построении факторной модели необходимо учитывать тот факт, что нельзя ограничиваться лишь анализом динамики выбранных показателей при формировании валового регионального продукта. Для получения более полной и точной картины следует также принимать во внимание степень экономического развития территории, а также специфические особенности, присущие отдельному региону. Предложенный способ анализа показателей дополняет информационно-аналитическое поле обработки данных мониторинга экологической и экономической безопасности на мезоуровне.

Следует отметить, что в настоящее время существует довольно широкий инструментарий для оценки экономической и экологической безопасности территории. Выбор методики оценки во многом определяется подходами к трактовке экономической и экологической безопасности территории, доступностью информации, необходимой для проведения анализа, а также целью и задачами оценки. При этом на основании изученной теоретической информации можно констатировать, что на текущий момент исследователи так и не смогли прийти к единому унифицированному варианту методики оценки экономической и экологической безопасности. Таким образом, для обеспечения устойчивого развития регионов необходима систематическая интеграция результатов анализа показателей экологической и экономической безопасности.

#### *Список литературы*

1. Левкина, Е. В. Управление экологической безопасностью: теоретико-методические аспекты / Е. В. Левкина, Е. Г. Гусев, Н. В. Шишкарева // Финансовый менеджмент. – 2024. – № 10. – С. 113 – 122.
2. Крутова, Н. А. Экологические угрозы и проблема обеспечения экономической безопасности России / Н. А. Крутова // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 6. – 16 с. doi: 10.15862/110ECVN623. – URL : <https://esj.today/PDF/110ECVN623.pdf> (дата обращения: 26.09.2025).
3. Роль и значение экологической безопасности в системе обеспечения экономической безопасности государства / Н. Г. Гаджиев, С. А. Коноваленко, М. Н. Трофимов, А. Н. Гаджиев // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16, № 3. – С. 200 – 214. doi: 10.18470/1992-1098-2021-3-200-214
4. Пропп, О. В. Экологическая безопасность Омского региона / О. В. Пропп, И. В. Онопченко // Безопасность городской среды : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Омск, 21 – 23 ноября 2018 года. – Омск, 2019. – С. 393 – 398.
5. Кононова, Е. Е. Проблемы формирования экологической устойчивости в целях обеспечения экономической безопасности предприятий / Е. Е. Кононова, И. В. Мусатова, Е. В. Винцкевич // Вестник ОрелГИЭТ. – 2019. – № 3(49). – С. 133 – 136. doi: 10.36683/2076-5347-2019-3-49-133-136
6. Закоян, Г. А. Некоторые аспекты влияния экологичности бизнеса на его экономическую безопасность / Г. А. Закоян // Отходы и ресурсы. – 2023. – Т. 10, № 1. doi: 10.15862/09FAOR123. – URL : <https://resources.today/PDF/09FAOR123.pdf> (дата обращения: 26.09.2025).
7. Сунни, Р. И. Совместное планирование экологической безопасности: вовлечение сообществ в устойчивое развитие / Р. И. Сунни, С. А. Бескоровайная // Экологическая безопасность и устойчивость социального развития : материалы Междунар. образовательной конф., Москва, 22 марта 2024 года. – М., 2024. – С. 104 – 109.
8. Ефименко, Е. Д. Региональные аспекты экологического менеджмента в Российской Федерации / Е. Д. Ефименко // Состояние и перспективы социально-экономического развития региона: взгляд молодых : сб. материалов X Междунар. студ. науч. конф., Брянск, 12 ноября 2024 года. – Брянск, 2024. – С. 114 – 119.
9. Волховская, Э. Б. Правовые и нормативные аспекты обеспечения экологической и промышленной безопасности в России и за рубежом / Э. Б. Волховская // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Нац. с международным участием науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, ученых и специалистов. В 2-х томах, Тюмень, 18 – 20 декабря 2024 года. – Тюмень, 2024. – С. 115 – 117.

10. Емцева, Е. Д. Использование методов многомерного статистического анализа для оценки динамики заболеваемости онкологическими новообразованиями / Е. Д. Емцева, П. Ф. Кику, А. Л. Мазелис // Экология человека. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 45 – 51. doi: 10.33396/1728-0869-2019-2-45-51

### References

1. Levkina Ye.V., Gusev Ye.G., Shishkareva N.V. [Environmental safety management: theoretical and methodological aspects], *Finansovyy menedzhment* [Financial Management], 2024, no. 10, pp. 113-122. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Krutova N.A. [Environmental threats and the problem of ensuring economic security in Russia], *Vestnik yevraziyskoy nauki* [Bulletin of Eurasian Science], 2023, vol. 15, no. 6, 16 p. doi: 10.15862/110ECVN623, available at: <https://esj.today/PDF/110ECVN623.pdf> (accessed 26 September 2025).
3. Gadzhiyev N.G., Konovalenko S.A., Trofimov M.N., Gadzhiyev A.N. [The role and importance of environmental safety in the system of ensuring economic security of the state], *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye* [The South of Russia: ecology, development], 2021, vol. 16, no. 3, pp. 200-214. doi: 10.18470/1992-1098-2021-3-200-214 (In Russ., abstract in Eng.)
4. Propp O.V., Onopchenko I.V. *Bezopasnost' gorodskoy sredy: materialy VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Urban Environment safety : Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference], Omsk, 21-23 November 2018, Omsk, 2019, pp. 393-398. (In Russ.)
5. Kononova Ye.Ye., Musatova I.V., Vintskevich Ye.V. [Problems of formation of ecological sustainability in order to ensure economic security of enterprises], *Vestnik OrelGIET* [Bulletin of OrelGIET], 2019, no. 3(49), pp. 133-136. doi: 10.36683/2076-5347-2019-3-49-133-136 (In Russ., abstract in Eng.)
6. Zakoyan G.A. [Some aspects of the environmental impact of business on its economic security], *Otkhody i resursy* [Waste and Resources], 2023, vol. 10, no. s1. doi: 10.15862/09FAOR123, available at: <https://resources.today/PDF/09FAOR123.pdf> (accessed 26 September 2025).
7. Sunni R.I., Beskorovaynaya S.A. *Ekologicheskaya bezopasnost' i ustoychivost' sotsial'nogo razvitiya : materialy Mezhdunar. obrazovatel'noy konf.* [Environmental safety and sustainability of social development: Proceedings of the International Educational Conference], Moscow, 22 March 2024, Moscow, 2024, pp. 104-109. (In Russ.)
8. Yefimenko Ye.D. *Sostoyaniye i perspektivy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona: vzglyad molodykh : sb. materialov X Mezhdunar. stud. nauch. konf.* [The state and prospects of the socio-economic development of the region: the view of the young: Proceedings of the X International Student Scientific Conference], Bryansk, 12 November 2024, Bryansk, 2024, pp. 114-119. (In Russ.)
9. Volkhovskaya E.B. *Energoberezheniye i innovatsionnyye tekhnologii v toplivno-energeticheskom komplekse : materialy Nats. s mezhdunarodnym uchastiyem nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov, uchenykh i spetsialistov* [Energy saving and innovative technologies in the fuel and energy complex: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference of Students, postgraduates, Scientists and Specialists with international participation], in 2 vols., Tyumen', 18-20 December 2024, Tyumen', 2024, pp. 115-117. (In Russ.)
10. Yemtseva Ye.D., Kiku P.F., Mazelis A.L. [The use of multidimensional statistical analysis methods to assess the dynamics of the incidence of oncological neoplasms], *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2019, vol. 26, no. 2, pp. 45-51. doi: 10.33396/1728-0869-2019-2-45-51 (In Russ., abstract in Eng.)

## Assessing the Impact of Environmental Factors on Economic and Environmental Security at the Meso-Level: Econometric Modeling Using the Case of Primorsky Krai

R. S. Fedjuk, E. V. Levkina, E. G. Gusev

*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia;*

*Russian Customs Academy, Vladivostok Branch, Vladivostok, Russia*

**Keywords:** gross regional product; correlation and regression analysis; pollution level; factors; econometric modeling; economic security; environmental safety.

**Abstract:** This paper presents the construction and verification of an econometric model assessing the impact of key environmental factors on economic and environmental security at the mesoscale (using Primorsky Krai as an example) for the period 2008–2023. The explanatory variables used include investment in environmental protection, air pollutant emissions, and wastewater discharges into surface water bodies. The dynamics and relationships of these indicators with aggregated indicators of the region's economic and environmental security are analyzed, including GRP per capita, disease incidence, investment attractiveness, natural resource status, and environmental burden. Correlation analysis, multiple linear regression, and hypothesis testing using Python libraries (Pandas, NumPy, Statsmodels, Seaborn, Matplotlib) are used. The main hypothesis of the study was confirmed: environmental and economic security at the meso-level are closely interconnected, ignoring environmental risks creates systemic threats to the sustainable socio-economic development of the region.

---

© Р. С. Федюк, Е. В. Левкина, Е. Г. Гусев, 2025

УДК 332.1

DOI: 10.17277/voprosy.2025.04.pp.050-062

### **ИНШОРИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

**Е. В. Ерофтеев, Б. А. Тхориков**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный университет  
им. А. Н. Косыгина», Москва, Россия*

**Ключевые слова:** бизнес-процессы; институциональные факторы; иншоринг; офшоринг; решоринг; функциональные факторы; экономическая эффективность.

**Аннотация:** Представлена систематизация и классификация факторов, определяющих экономическую эффективность трансформации бизнес-процессов промышленных предприятий в условиях иншоринга. Проведен систематический обзор научной литературы 2015 – 2025 гг. с использованием методологии PRISMA, позволивший выявить фрагментарность существующих подходов. Выделены две укрупненные группы детерминант: институционально-экономические факторы внешней среды и функционально-специализированные факторы внутренней среды предприятия. Предложен авторский подход к классификации факторов по функциональной роли (целевые, базисные, проблемные и управляющие), интегрирующий институциональный и функциональный аспекты. Построена когнитивная модель анализа, учитывающая совокупность факторов при обосновании решений о переносе производства.

#### **Введение**

Глобальные цепочки создания стоимости в последние годы испытывают давление со стороны геополитических рисков, санкционных ограничений, роста издержек в традиционных офшор-зонах и ускоренной цифровизации производства [1 – 3]. В этих условиях особое значение приобретает стратегия иншоринга – возвращение производственных мощностей

---

Ерофтеев Егор Вадимович – аспирант кафедры сервисных технологий и бизнес-процессов, e-mail: e.erofteev@yandex.ru; Тхориков Борис Александрович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой сервисных технологий и бизнес-процессов, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина», Москва, Россия.

в национальную юрисдикцию [4, 5]. Для России, как и для других индустриально развитых стран, иншоринг рассматривается не только как способ снижения уязвимости перед внешними шоками, но и как инструмент технологического суверенитета, реиндустриализации и повышения устойчивости бизнес-процессов промышленных предприятий.

Несмотря на широкий интерес к данной проблематике, исследовательское поле остается фрагментированным. Часть работ фокусируется на институциональных факторах (макроэкономических условиях, регуляторике, господдержке), другая – на внутренних характеристиках компаний (технологическом уровне, компетенциях персонала, гибкости процессов). В результате отсутствует единая классификация факторов, которая позволяла бы комплексно оценивать эффективность решений о переносе производств [6 – 9]. В результате нерешенной остается *научная проблемы* – какие факторы определяют экономическую эффективность бизнес-процессов при иншоринге и как их можно структурировать в целостную классификацию, пригодную для анализа и практического применения?

*Цель исследования* – разработка интегрированной системы классификации факторов, объединяющей институционально-экономические (внешние) и функционально-специализированные (внутренние) детерминанты, включающей функциональное разделение факторов на целевые, базисные, проблемные и управляющие.

Научная новизна заключается в том, что, в отличие от предыдущих исследований, перечисляющих факторы без указания их роли и взаимосвязей, предлагается когнитивная модель, которая отображает не только состав факторов, но и их функциональные роли в принятии решений о размещении производственных процессов.

Практическая значимость результатов проявляется в возможности использовать классификацию и модель для аудита готовности предприятий к иншорингу, разработки мер промышленной политики и проектирования стратегий локализации производства.

### Методология исследования

Исследование выполнено в формате систематического литературного обзора с опорой на протокол PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Такой подход обеспечил воспроизводимость отбора источников и позволил снизить риск фрагментарности анализа.

Поиск публикаций проводился в международной базе данных Scopus, а также в российских научных журналах, индексируемых в РИНЦ. Временные рамки охвата составили 2015 – 2025 гг., что позволяет отразить как последствия глобальной пандемии и санкционной политики, так и новые тенденции в развитии производственных стратегий.

В процессе отбора выделены около 400 публикаций, после скрининга и анализа полнотекстов в итоговую выборку вошло 120 источников, соответствующих тематике эффективности бизнес-процессов при иншоринге.

Для обработки данных применялся комплекс методов:

– контент-анализ и сравнительный обзор для выявления факторов и сопоставления институциональных и функциональных подходов;

– когнитивное моделирование для построения карты взаимосвязей факторов и их функциональных ролей;

– общенаучные методы: анализ и синтез, индукция и дедукция, обобщение, абстрагирование и классификация. Эти инструменты позволили не только систематизировать разрозненные сведения, но и интегрировать их в целостную модель.

### **Результаты исследования**

В ходе анализа отобранных публикаций проводилось качественное содержательное обобщение факторов, влияющих на эффективность офшоринга или решоринга. Выявленные детерминанты были структурированы по природе и сфере воздействия на бизнес-процессы предприятий. Для дальнейшего концептуального осмысления взаимосвязей факторов применен подход когнитивного моделирования сложных социально-экономических систем. В частности, построена когнитивная карта факторов, позволяющая определить иерархию влияний и функциональную роль каждого из них в системе принятия решений о размещении производства. Такой подход обеспечил разработку авторской классификации факторов по их функциональной роли (целевые, базисные, проблемные, управляющие), дополняющей традиционное разделение факторов на внутренние и внешние.

Проведенный системный анализ 120 источников подтвердил значительную неоднородность трактовок факторов иншоринга в литературе. В целях упорядочения разнообразия подходов все выявленные факторы были разделены на две укрупненные группы – институционально-экономические и функционально-специализированные. Такая группировка отражает, с одной стороны, внешние условия функционирования предприятий, с другой – внутренние, отраслевые и технологические особенности, влияющие на эффективность возвращения производства.

Институционально-экономические факторы охватывают характеристики внешней среды компании: макроэкономические условия, организационно-управленческие и нормативно-правовые аспекты, формирующие институциональные рамки для принятия стратегических решений о переносе производственных мощностей [1, 9, 10]. К данной категории относятся, например, стоимостные факторы (налоги, стоимость ресурсов, уровень заработных плат), регуляторные факторы (особенности нормативной базы, торговая политика, режимы поддержки промышленности), а также геоэкономические риски (санкции, политическая нестабильность, глобальные кризисы).

Функционально-специализированные факторы включают аспекты, непосредственно связанные с внутренними процессами и спецификой деятельности компаний: отраслевые, технологические, социально-экологические и иные специализированные характеристики [11 – 13]. Эти детерминанты отражают специфические условия на уровне предприятия и отрасли – качество и гибкость производственных процессов, доступность компетентного персонала, требования к экологии и устойчивости цепочек поставок и другие, которые влияют на эффективность и устойчивость бизнес-процессов в контексте иншоринга.

В таблице 1 обобщены ключевые факторы, влияющие на экономическую эффективность офшоринга/решоринга, выявленные в анализируемой литературе, с разделением по указанным группам. Эффективность решений о переносе производства определяется широким спектром условий. Внешние (институциональные) факторы формируют «правила игры» – макроэкономические стимулы или барьеры, стоимость ресурсов, степень риска в глобальной среде, доступность инфраструктуры и мер поддержки. Внутренние (функциональные) факторы определяют потенциал и уязвимости компании – способность внедрять новые технологии, поддерживать качество и гибкость производства, управлять персоналом и экологическими требованиями. Так, повышение скрытых издержек и рисков офшоринга на фоне роста мировых зарплат снижает привлекательность зарубежного размещения [14]. Одновременно развитие автоматизации, цифровизации и индивидуализации спроса усиливает преимущества локального производства высокотехнологичной продукции [1, 3]. Государственная промышленная политика, такая как налоговые льготы, протекционистские меры, играет важную роль в формировании «зон экономических возможностей» для решоринга, тогда как усиливающиеся глобальные потрясения в виде пандемии и геополитики повышают стоимость риска длительных распределенных цепочек поставок.

Для более глубокого анализа взаимосвязей влияния выделенных факторов предложена классификация по их функциональной роли в системе управления процессом локализации производства. Все детерминанты разделены на четыре группы: целевые, базисные, проблемные и управляющие факторы. Данный подход основан на принципах стратегического планирования и когнитивного моделирования и позволяет связать воедино внешние ограничения и внутренние возможности компании. Ниже приведены определения этих групп с примерами факторов, относящихся к каждой из них.

*Целевые факторы* – стратегические ориентиры и критерии эффективности, относительно которых оцениваются результаты иншоринга. Они определяют конечные цели, ради достижения которых инициируется перенос производства. Например, фактор упущенных преимуществ – оценивает альтернативные издержки в виде потерянной выгоды от несделанного офшоринга либо, наоборот, от нереализованного решоринга. Также сюда относится фактор геополитического давления, отражающий уровень санкционных и политических рисков, влияющих на доступ компании к глобальным рынкам. Целевые факторы позволяют соотнести результаты локализации с исходными мотивами и рисками.

*Базисные факторы* – исходные условия системы, как внешние, так и внутренние, задающие отправную точку для принятия решения. Они характеризуют текущий потенциал компании и окружение. *Фактор конкурентных преимуществ* показывает наличие у компании уникальных ресурсов, технологий, знаний, обеспечивающих ей сильные позиции на рынке, которые могут быть реализованы через офшоринг или иншоринг. *Фактор инновационно-технологического развития* – уровень автоматизации, внедрения искусственного интеллекта (ИИ), цифровых решений и модернизации производственных процессов, определяющий технологическую готовность к локализации производства. *Географический фактор* – близость

Таблица 1

**Основные факторы, влияющие на эффективность иншоринга  
по данным литературы**

Фактор	Описание факторов	Авторы
<i>Институционально-экономические факторы</i>		
Скрытые издержки офшоринга	Неучтенные затраты на логистику, маркетинг, коммуникации и управление, снижающие выгоду офшоринга [6, 7]	Анкарари и др., Педролетти, Чиабуски, Сиддики
Разнонаправленность стратегических целей	Несовпадение интересов между компанией и страной размещения производства [8 – 10]	Гаури, Стрейндж, Кук, Петричевич, Тис
Конкурентные преимущества офшоринга	Использование международных инноваций и знаний [15]	Анкарари и др.
Экзогенные шоки	COVID-19, сбои поставок, рост транспортных расходов [4, 16]	Анкарари и др., Горкина
География и знания	Близость к рынкам и инновациям усиливает офшоринг [7, 15]	Анкарари и др.
Институциональные барьеры	Культура, язык, слабая интеграция в научную среду [7, 15]	
Эндогенные факторы	Связь с бизнес-циклами и издержками труда [17]	Злате
Качество и гибкость	Высокие стандарты и адаптивность – стимулы для рещоринга [16]	Горкина
Индивидуализация продукции	Персонализированный спрос требует локализации [16]	
Рост затрат в офшор-зонах	Увеличение зарплат и расходов [1]	Кондратьев
Господдержка	Преференции, субсидии, логистическая поддержка [1, 16]	Кондратьев, Горкина
Автоматизация и ИИ	Снижение зависимости от дешевой рабочей силы [1]	Кондратьев
Риски ИС (интеллектуальная собственность)	Потеря технологий в странах с низкой правовой защитой [1]	Кондратьев
Протекционизм и санкции	Барьеры, геополитика, ограничение экспорта [2]	Смородинская и др.
<i>Функционально-специализированные факторы</i>		
Квалификация и рутинность	Навыки и тип задач определяют офшоринговые решения [12]	Гото Х. и др.
Поляризация труда	Снижение занятости и рост неравенства [13, 17, 18]	Же Цзян, Мандельман, Злате
Экология	Жесткие нормы стимулируют экспорт загрязнений [19, 20]	Чой и др, Барроуз и др.
Уязвимость цепочек	Хрупкость поставок из-за атак, пандемий [2]	Смородинская
Геополитическое давление	Санкции, технологические ограничения [2, 3, 21]	Смородинская, Миллер, Минат
Технологический суверенитет	Независимость в критических отраслях [3]	Минат, Варнавский
Цифровизация	Повышение эффективности локального производства [21]	Миллер
Когнитивное моделирование	Метод анализа сложных систем и иерархии факторов [22]	Казельская

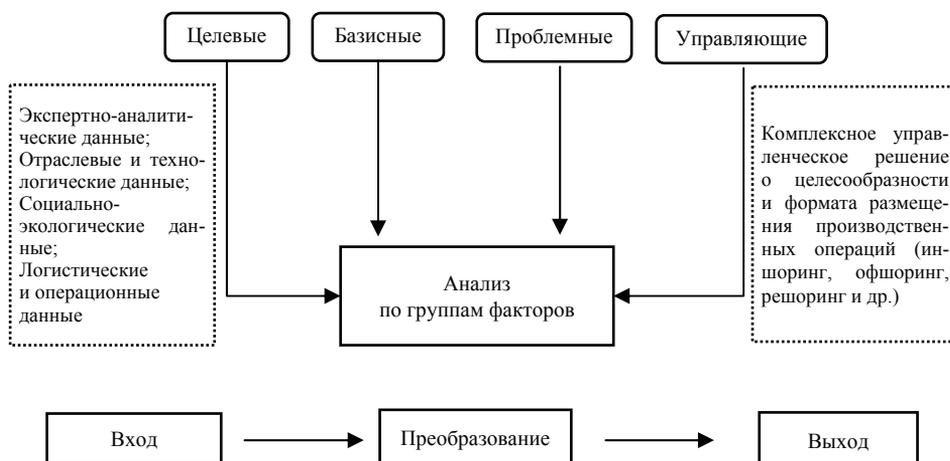
к целевым рынкам, логистическим узлам и источникам сырья, влияющая на сроки и издержки доставки продукции. *Экологический фактор* – экологические нормативы и устойчивость к экологическим рискам в стране размещения, которые могут выступать как стимулом, так и препятствием для размещения производства.

*Проблемные факторы* – ограничения и негативные влияния, которые снижают эффективность функционирования производственной системы в условиях глобальной конкуренции. Эти факторы побуждают к изменениям, поскольку угрожают стабильности бизнеса. Фактор торговых барьеров – протекционистские меры, тарифные и нетарифные ограничения, затрудняющие доступ продукции на внешние рынки. Фактор роста затрат – увеличение расходов на рабочую силу, энергоносители, логистику, соблюдение норм и прочее, уменьшающее прибыльность производства за рубежом. Наличие выраженных проблемных факторов часто служит толчком к принятию решения о рещоринге.

*Управляющие факторы* – рычаги активного воздействия на систему с целью ее изменения и адаптации под новые условия. Это инструменты, которыми могут оперировать государство или сама компания для достижения стратегических целей. Фактор региональной специализации – формирует локальные производственные кластеры, позволяющие использовать преимущества конкретного региона, например, наличие компетенций или сырья для повышения эффективности производства. Фактор замещения – целенаправленное снижение зависимости от импорта путем развития импортозамещающих производств в критически важных отраслях. Управляющие факторы во многом отражают управленческие решения политики, направленные на реализацию стратегии иншоринга.

Предложенная многоуровневая классификация объединяет институциональный и функциональный подходы. *Во-первых*, выделение внешних (институциональных) и внутренних (функциональных) факторов обеспечивает целостный охват условий иншоринга. *Во-вторых*, дифференциация факторов по функциональной роли, от целевых ориентиров до инструментальных управляющих воздействий, дает возможность выстроить иерархию влияний и определить приоритеты при разработке стратегий локализации производства. Совокупность выделенных факторов и их функциональная классификация послужили основой для построения когнитивной модели анализа стратегий размещения производственных процессов.

На рисунке 2 представлена упрощенная структура данной модели. В центре находится цель – обоснование оптимальной стратегии размещения производственных мощностей. Целевые факторы задают ориентиры этой стратегии, базисные факторы отражают текущий потенциал и ограничения, проблемные факторы указывают на риски и вызовы, а управляющие факторы – на доступные механизмы и резервы влияния. Стрелками показано воздействие каждой группы факторов на процесс принятия решения. Данная когнитивная модель позволяет комплексно учитывать как внутренние возможности предприятия, так и внешние угрозы и стимулы при оценке целесообразности возвращения производства.



**Рис. 2. Модель анализа факторов и выбора стратегии размещения производственных процессов**

Полученные результаты указывают на необходимость комплексного подхода к оценке проектов иншоринга с учетом разнохарактерных факторов. Выявленные институционально-экономические детерминанты, такие как стоимостные, регуляторные, геополитические, во многом определяют внешние мотивы и барьеры для переноса производств. Эти факторы могут существенно различаться в зависимости от страны: например, усилия правительства США по стимулированию иншоринга такими механизмами, как принятие закона CHIPS and Science в 2022 г., налоговые льготы, тарифная политика, создали мощные институциональные стимулы для возврата производств. Одновременно в Китае и других странах с развивающейся экономикой наблюдается рост расходов на рабочую силу и ужесточение экологических норм, что снижает традиционные преимущества офшоринга. По данным недавних опросов, свыше 80 % производителей в Северной Америке рассматривают возможность переноса части мощностей домой в целях повышения прибыльности, сокращения импортозависимости и укрепления контроля над цепочками поставок [14]. Это подтверждает глобальный характер тенденций, выделенных в нашем обзоре: снижение дифференциала издержек между странами, рост значимости надежности и автономности производства, а также прямая поддержка рещоринга со стороны государств.

Функционально-специализированные факторы, в свою очередь, акцентируют внутренние и отраслевые аспекты эффективности. Исследование подтверждает выводы ряда авторов о том, что офшоринг оказывает сложное влияние на рынки труда: выгоды в виде снижения издержек для компаний сопровождаются сокращением рабочих мест и поляризацией занятости в развитых странах. В длительной перспективе такие социально-экономические эффекты становятся частью системы факторов, стимулирующих рещоринг, особенно под давлением общества и политики.

Кроме того, экологические последствия офшоринга все чаще учитываются при принятии решений. Перенос «грязных» производств в регионы

с мягким регулированием хотя и выгоден в краткосрочной перспективе, но влечет репутационные и долгосрочные климатические риски. Данные тренды находят отражение в концепции устойчивого рещоринга (reshoring), предполагающей возврат производств в целях соблюдения более высоких стандартов ESG. Таким образом, внутренняя функциональная эффективность, такая как качество, инновационность, производительность труда и внешняя устойчивость, становятся взаимосвязанными критериями при выборе стратегии размещения производств.

Важно отметить, что предложенная классификационная система интегрирует эти многоплановые аспекты. Разделение факторов на целевые, базисные, проблемные и управляющие позволяет заинтересованным сторонам определить, что именно побуждает к иншорингу, проблемы и упущенные выгоды, какие условия являются ключевыми для успеха проекта, базисные конкурентные преимущества и какими инструментами можно воздействовать для реализации проекта, управляющие факторы. Когнитивная модель, основанная на этой классификации, обеспечивает наглядное представление причинно-следственных связей между факторами. Она может быть использована для прогнозирования эффекта изменения тех или иных условий на конечный результат. Например, рост геополитической напряженности (целевой фактор) в сочетании с повышением скрытых издержек офшоринга (проблемный фактор) и появлением новых технологий автоматизации (базисный фактор) при наличии государственной поддержки (управляющий фактор) в совокупности значительно повышает привлекательность иншоринга.

Сравнение с предыдущими исследованиями показывает, что отдельные элементы предложенной модели находили отражение в литературе, но единой рамочной концепции до настоящего времени не предлагалось. Так, некоторые авторы выделяли две группы факторов – внешние и внутренние, другие фокусировались на классификации по направленности влияния, стимулах или препятствиях. В отечественной литературе, в работах [1, 16] делались попытки перечислить ключевые предпосылки рещоринга, однако без явного разделения их по ролям в стратегическом процессе. Представленный в данной работе подход развивает эти идеи, объединяя их в интегрированную структуру, внося научную новизну в предметную область управления глобальными производственными цепочками в контексте деглобализации и технологического суверенитета.

### **Заключение**

Практическая значимость проведенного исследования состоит в том, что разработанные результаты могут быть использованы как инструмент прикладной диагностики готовности предприятия к иншорингу. Предложенная классификация факторов позволяет оценивать соответствие внешних условий (наличие государственной поддержки, уровня геополитических и экономических рисков) и внутренних ресурсов (технологической базы, компетенций персонала, гибкости организационных процессов) критериям успешного возвращения производственных мощностей. Такая ди-

агностика помогает выявить не только благоприятные предпосылки, но и потенциальные уязвимости. Обнаружение проблемных факторов подсказывает, какие узкие места требуют первоочередной проработки – будь то снижение логистических издержек, повышение экологической устойчивости или развитие кадрового потенциала. Одновременно анализ базисных преимуществ позволяет выявить сильные стороны, которые могут быть капитализированы при локализации – например, наличие уникальных технологий или производственных компетенций.

Важным результатом стало построение когнитивной модели, отражающей взаимосвязи институциональных и функциональных факторов, их роли и иерархию влияния. Данная модель открывает возможности для последующего количественного анализа: на ее основе могут быть разработаны имитационные модели и сценарии развития производственных сетей с учетом тенденций иншоринга. Тем самым обеспечивается переход от качественной систематизации к инструментарию прогнозирования и практического планирования.

В рамках статьи решена ключевая исследовательская задача – сформирована целостная классификация факторов экономической эффективности бизнес-процессов в контексте иншоринга, интегрирующая институциональный (внешний) и функциональный (внутренний) подходы. Систематический анализ литературы подтвердил, что процессы возвращения производственных мощностей детерминированы сочетанием внешних условий (макроэкономических, регуляторных, геополитических) и внутренних характеристик предприятий (технологических, организационных, социальных). Разделение факторов на институционально-экономические и функционально-специализированные позволило структурировать разнородные сведения и устранить фрагментарность существующих подходов.

Дополнительное методологическое новшество состоит в классификации факторов по функциональной роли: целевые, базисные, проблемные и управляющие. Такой многоуровневый подход позволяет учитывать одновременно стратегические цели, исходные условия, ограничения и доступные инструменты воздействия. В результате предложена концептуальная когнитивная модель, которая наглядно демонстрирует влияние каждой группы факторов на процесс выбора стратегии размещения производств (офшоринг или иншоринг).

Полученные выводы формируют теоретико-методологическую основу для дальнейших исследований и прикладных решений. На их базе планируется разработка количественной модели оценки потенциала иншоринга применительно к экономике России. Такая модель позволит рассчитывать эффекты изменения ключевых факторов и проводить сценарный анализ целесообразности возврата отдельных производств в национальную юрисдикцию. Практическая значимость также заключается в возможности использовать результаты при разработке мер промышленной политики, направленных на стимулирование реиндустриализации, укрепление технологического суверенитета и обеспечение устойчивого развития российской промышленности в условиях новой волны деглобализации.

### *Список литературы*

1. Кондратьев, В. Б. Решоринг как форма реиндустриализации / В. Б. Кондратьев // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2017. – Т. 61, № 9. – С. 54 – 65. doi: 10.20542/0131-2227-2017-61-9-54-65
2. Смородинская, Н. В. Курс на технологический суверенитет: новый глобальный тренд и российская специфика / Н. В. Смородинская, Д. Д. Катуков // *Балтийский регион*. – 2024. – Т. 16, № 3. – С. 108 – 135. doi: 10.5922/2079-8555-2024-3-6
3. Минат, В. Н. Офшоринг и решоринг высокотехнологичной промышленности США в 1951–2020 гг. / В. Н. Минат // *Вестник Челябинского государственного университета*. – 2022. – № 6. – С. 179 – 190. doi: 10.47475/1994-2796-2022-10618
4. Return to the United States: Impact of reshoring announcements and reshoring risks on market valuation / M. P. S. Cheng, D. Johansen, C. Cheng [et al.] // *Management Science*. – 2025. – Vol. 71, No. 4. – P. 3253 – 3282. doi: 10.1287/mnsc.2022.00599
5. Dussaux, D. Imported carbon emissions: Evidence from French manufacturing companies / D. Dussaux, F. Vona, A. Dechezleprêtre // *Canadian Journal of Economics*. – 2023. – Vol. 56, No. 2. – P. 593 – 621. doi: 10.1111/caje.12653
6. Pedroletti, D. Reshoring: A review and research agenda / D. Pedroletti, F. Ciabuschi // *Journal of Business Research*. – 2023. – Vol. 164. – P. 114005. doi: 10.1016/j.jbusres.2023.114005
7. Back-shoring vs. Offshoring: The importance of innovating with host-country inventors / A. Ancarani, L. Ardito, C. Di Mauro, A. Messeni Petruzzelli // *International Business Review*. – 2024. – Vol. 33, No. 1. – P. 102337. doi: 10.1016/j.ibusrev.2024.102337
8. Strange, R. Outsourcing, offshoring and the global factory / R. Strange, G. Magnani // *The routledge companion to the geography of international business*. – London: Routledge, 2018. – P. 60 – 77.
9. Ghauri, P. Research on international business: The new realities / P. Ghauri, R. Strange, F. L. Cooke // *International Business Review*. – 2021. – Vol. 30, No. 2. – P. 101794. doi: 10.1016/j.ibusrev.2021.101794
10. Petricevic, O. The structural reshaping of globalization: Implications for strategic sectors, profiting from innovation, and the multinational enterprise / O. Petricevic, D. J. Teece // *Journal of International Business Studies*. – 2019. – Vol. 50, No. 9. – P. 1487 – 1512. doi: 10.1057/s41267-019-00269-x
11. Puig, F. Running faster and jumping higher? Survival and growth in international manufacturing new ventures / F. Puig, M. Gonzalez-Loureiro, P. N. Ghauri // *International Small Business Journal*. – 2018. – Vol. 36, No. 7. – P. 829 – 850. doi: 10.1177/0266242618777792
12. Goto, H. Offshoring and the distribution of skills / H. Goto, Y. Ma, N. Takeuchi // *Journal of Economic Theory*. – 2025. – Vol. 225, No. 6. – P. 102985. doi: 10.1016/j.jet.2025.105994
13. Jiang, Z. Offshoring, firm-level adjustment and labor market outcomes / Z. Jiang // *Journal of Economic Dynamics and Control*. – 2024. – Vol. 166, No. 2. – P. 104905. doi: 10.1016/j.jedc.2024.104905
14. The Rise of Reshoring: Is This Trend Here to Stay? // *Supplyframe.com*. – URL: <https://intelligence.supplyframe.com/reshoring-trend-stay/#:~:text=The%20pandemic%20spotlighted%20the%20elevated,the%20cost%20advantage%20of%20offshoring> (дата обращения: 01.09.2025).
15. Ancarani, A. An entrepreneurial lens on backshoring implementation by SMEs / A. Ancarani, C. Di Mauro. // *British Journal of Management*. – 2024. – Vol. 35, No. 4. – P. 2081 – 2102. doi: 10.1111/1467-8551.12812

16. Горкина, Т. И. Решоринг: его влияние на территориально-производственную структуру обрабатывающей промышленности США / Т. И. Горкина // Географический вестник. – 2020. – № 3(54). – С. 46 – 54. doi: 10.17072/2079-7877-2020-3-46-54

17. Zlate, A. Offshore production and business cycle dynamics with heterogeneous firms / A. Zlate // Journal of International Economics. – 2016. – Vol. 100. – P. 34 – 49. doi: 10.1016/j.jinteco.2016.01.004

18. Mandelman, F. S. Labor market polarization and international macroeconomic dynamics / F. S. Mandelman // Journal of Monetary Economics. – 2016. – Vol. 79, No. 1. – P. 1 – 16. doi: 10.1016/j.jmoneco.2016.01.004

19. Choi, J. The cleanup of US manufacturing through pollution offshoring / J. Choi, J. Hyun, G. Kim, Z. Park // Journal of International Economics. – 2025. – Vol. 154, No. 4. – P. 104046. doi: 10.1016/j.jinteco.2025.104046

20. Barrows, G. Foreign demand, developing country exports, and CO<sub>2</sub> emissions: Firm-level evidence from India / G. Barrows, H. Ollivier // Journal of Development Economics. – 2021. – Vol. 149, Is. C. – P. 102587. doi: 10.1016/j.jdevco.2020.102587

21. Миллер, Я. В. Воздействие цифровизации на глобальные цепочки создания стоимости / Я. В. Миллер // Российский внешнеэкономический вестник. – 2021. – № 12. – С. 50 – 59. doi: 10.24412/2072-8042-2021-12-50-59

22. Казельская, А. В. Анализ возможности создания единой базы знаний на основе когнитивных технологий / А. В. Казельская // Труды Междунар. науч.-практ. конф. «Новая экономическая реальность, кластерные инициативы и развитие промышленности (ИНПРОМ–2016)», Санкт-Петербург, 19 – 26 мая 2016 г. / под ред. А. В. Бабкина. – СПб., 2016. – С. 341 – 351.

### References

1. Kondrat'ev V.B. [Reshoring as a form of reindustrialization], *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya* [World Economy and international Relations], 2017, vol. 61, no. 9. pp. 54-65. doi: 10.20542/0131-2227-2017-61-9-54-65 (In Russ., abstract in Eng.)

2. Smorodinskaya N.V., Katukov D.D. [Moving Towards Technological Sovereignty: A New Global Trend and the Russian Specifics], *Baltiyskiy region* [Baltic region], 2024, vol. 16, no. 3, pp. 108-135. doi: 10.5922/2079-8555-2024-3-6 (In Russ., abstract in Eng.)

3. Minat V.N. [Offshoring and reshoring of the high-tech industry of the USA in 1951-2020], *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Chelyabinsk State University], 2022, no. 6(464), pp. 179-190. doi: 10.47475/1994-2796-2022-10618 (In Russ., abstract in Eng.)

4. Cheng M.P.S., Johansen D., Cheng C. [et al.] Return to the United States: Impact of reshoring announcements and reshoring risks on market valuation, *Management Science*, 2025, vol. 71, no. 4, pp. 3253-3282. doi: 10.1287/mnsc.2022.00599

5. Dussaux D., Vona F., Dechezleprêtre A. Imported carbon emissions: Evidence from French manufacturing companies, *Canadian Journal of Economics*, 2023, vol. 56, no. 2, pp. 593-621. doi: 10.1111/caje.12653

6. Pedroletti D., Ciabuschi F. Reshoring: A review and research agenda, *Journal of Business Research*, 2023, vol. 164, pp. 114005. doi: 10.1016/j.jbusres.2023.114005

7. Ancarani A., Ardito L., Di Mauro C., Messeni Petruzzelli A. Back-shoring vs. Offshoring: The importance of innovating with host-country inventors, *International*

*Business Review*, 2024, vol. 33, no. 1, pp. 102337. doi: 10.1016/j.ibusrev.2024.102337

8. Strange R., Magnani G. Outsourcing, offshoring and the global factory, *The Routledge Companion to the Geography of International Business*, 2018, pp. 60-77.

9. Ghauri P., Strange R., Cooke F.L. Research on international business: The new realities, *International Business Review*, 2021, vol. 30, no. 2, pp. 101794. doi: 10.1016/j.ibusrev.2021.101794

10. Petricevic O., Teece D.J. The structural reshaping of globalization: Implications for strategic sectors, profiting from innovation, and the multinational enterprise, *Journal of International Business Studies*, 2019, vol. 50, no. 9, pp. 1487-1512. doi: 10.1057/s41267-019-00269-x

11. Puig F., Gonzalez-Loureiro M., Ghauri P.N. Running faster and jumping higher? Survival and growth in international manufacturing new ventures, *International Small Business Journal*, 2018, vol. 36, no. 7, pp. 829-850. doi: 10.1177/0266242618777792

12. Goto H., Ma Y., Takeuchi N. Offshoring and the distribution of skills, *Journal of Economic Theory*, 2025, vol. 225, no. 6, pp. 102985. doi: 10.1016/j.jet.2025.105994

13. Jiang Z. Offshoring, firm-level adjustment and labor market outcomes, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2024, vol. 166, no.2, pp. 104905. doi: 10.1016/j.jedc.2024.104905

14. Available at: <https://intelligence.supplyframe.com/reshoring-trend-stay#:~:text=The%20pandemic%20spotlighted%20the%20elevated,the%20cost%20advantage%20of%20offshoring> (accessed 01 September 2025).

15. Ancarani A., Di Mauro C. An entrepreneurial lens on backshoring implementation by SMEs, *British Journal of Management*, 2024, vol. 35, no. 4, pp. 2081-2102. doi: 10.1111/1467-8551.12812

16. Gorkina T.I. [Reshoring: its impact on the territorial production structure of the manufacturing industry in the USA]. *Geograficheskiy vestnik* [Geographical Bulletin], 2020, no. 3, pp. 46-54. doi: 10.17072/2079-7877-2020-3-46-54 (In Russ., abstract in Eng.)

17. Zlate A. Offshore production and business cycle dynamics with heterogeneous firms, *Journal of International Economics*, 2016, vol. 100, pp. 34-49. doi: 10.1016/j.jinteco.2016.01.004

18. Mandelman F.S. Labor market polarization and international macroeconomic dynamics, *Journal of Monetary Economics*, 2016, vol. 79, no. 1, pp. 1-16. doi: 10.1016/j.jmoneco.2016.01.004

19. Choi J., Hyun J., Kim G., Park Z. The cleanup of US manufacturing through pollution offshoring, *Journal of International Economics*, 2025, vol. 154, no. 4, pp. 104046. doi: 10.1016/j.jinteco.2025.104046

20. Barrows G., Ollivier H. Foreign demand, developing country exports, and CO<sub>2</sub> emissions: Firm-level evidence from India, *Journal of Development Economics*, 2021, vol. 149, is. C, pp. 102587. doi: 10.1016/j.jdeveco.2020.102587

21. Miller Ya.V. [The impact of digitalization on global value chains], *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiiy vestnik* [Russian Foreign Economic Bulletin], 2021, no. 12, pp. 50-59. doi: 10.24412/2072-8042-2021-12-50-59

22. Kazel'skaya A.V. *Trudy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Novaya ekonomicheskaya real'nost', klasternyye initsiativy i razvitiye promyshlennosti"* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "New Economic Reality, cluster Initiatives and Industrial Development"], 2016, pp. 341-351. (In Russ.)

## **Inshoring Industrial Enterprises: Classification of Business Process Efficiency Factors**

**E. V. Erofteev, B. A. Tkhorikov**

*The Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia*

**Keywords:** business processes; institutional factors; inshoring; offshoring; reshoring; functional factors; economic efficiency.

**Abstract:** This article presents a systematization and classification of factors determining the economic efficiency of business process transformation at industrial enterprises under inshoring conditions. A systematic review of the scientific literature from 2015 to 2025 was conducted using the PRISMA methodology, revealing the fragmentation of existing approaches. Two broad groups of determinants are identified: institutional and economic factors of the external environment and functional and specialized factors of the enterprise's internal environment. The author proposes an approach to classifying factors by functional role (target, basic, problematic, and control), integrating institutional and functional aspects. A cognitive analysis model is constructed that takes into account a set of factors when substantiating decisions about production relocation.

---

© Е. В. Ерофтьев, Б. А. Тхориков, 2025

## ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РИСКОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ В ПРОЕКТАХ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

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

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

**Ключевые слова:** моделирование; природо-промышленный комплекс; проектное решение; устойчивое развитие; социально-экологическая напряженность; слухи; факторы риска.

**Аннотация:** Дано описание методики оценки социально-экологических рисков проектных решений в задачах планирования территориального развития страны. В основу методики положена энтропия состояний природо-промышленного комплекса, позволяющая суммировать воздействия всех факторов риска проектных решений и прогнозировать стадии нарастания социально-экологической напряженности в общественном сознании.

### Введение

В условиях роста экономики государства уровень общественного благосостояния зависит от характера пространственной организации производительных сил: выбора наилучших вариантов совместного размещения всех элементов хозяйства, комплексного использования трудовых и естественных ресурсов и преимуществ территориального распределения труда, скоординированного использования природного и экономического потенциалов смежных регионов. Проекты территориального развития прямо или косвенно затрагивают качественное состояние природных сред, условия проживания и жизнедеятельности населения [1 – 3].

Последствия от строительства новых или модернизации существующих объектов территориального развития (ОТР), представляющих собой пространственно-распределенные природо-промышленные комплексы, часто оцениваются негативно жителями, которым предстоит жить вблизи предполагаемых мест их размещения. Причинами этому оказываются: 1 – недостаточно тщательная проработка проектных решений в части прогноза последствий от их реализации; 2 – неосведомленность населения

---

Попов Николай Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: eco@mail.tstu.ru; Баламутова Анна Андреевна – аспирант кафедры «Природопользование и защита окружающей среды»; Толстых Светлана Германовна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

о результатах и полноте экспертизы социально-экологической безопасности проектов. Обстоятельства неопределенности в таком случае порождают недоверие у населения и способствуют возникновению в обществе состояния социально-экологической напряженности (СЭН).

По определению, сформулированному в работе [4], СЭН является «характеристикой актуализации социально-экологических процессов в их взаимосвязи с реальной антропогенной нагрузкой на окружающую природную среду, позволяющую оценить связь между зачастую не воспринимаемыми человеком непосредственно изменениями свойств и характеристик биосферы и реальной жизнью». С позиций системологии СЭН представляет собой явление общественной самоорганизации, возникающее на определенном этапе территориального развития страны из-за нарушения согласия интересов различных субъектов социально-психологических, производственно-коммерческих и экологических отношений, порождающее в общественном пространстве негативные эмоциональные реакции типа беспокойства, страха, недоверия, агрессии, конфликта и других, способных оказывать деструктивное влияние на процесс принятия решений, связанных с развитием регионов. В личностном плане СЭН означает нарушение душевного равновесия людей по причине возникающей у них дисгармонии с внутренним и внешним миром. Возникнув однажды из-за нарушения равновесного (компромиссного) состояния в системе указанных отношений, СЭН начинает развиваться в виде лавинообразного и хаотичного динамического процесса, затрагивающего интересы все более широкого круга социальных индивидов и групп и влияющего на их общественное поведение. Ведущей силой данного процесса оказываются слухи – информационные сообщения, распространяемые между людьми без предоставления доказательств их достоверности [5]. Слухи порождают у людей страхи – отрицательные эмоции, связанные с получением информации о реальной или мнимой угрозе их безопасности, возможном или реальном ущербе.

Таким образом, развитие СЭН во времени является отчасти стихийным и малопредсказуемым процессом, результаты которого в период активной фазы остановить проблематично. Радикальное решение по предупреждению СЭН заключено в устранении или ослаблении первопричин его возникновения, основываясь при этом на оценках социально-экологических рисков проектных решений. Под риском здесь понимается вероятность наступления неблагоприятного для общества и природы события, вызванного негативным влиянием хозяйственной деятельности. К таким событиям относятся нарушения строительных регламентов, размеров санитарно-защитных зон, нормативных ограничений в экологии, режимов эксплуатации оборудования и т.п.

Повышая качество проектных решений в аспектах учета воздействия их на окружающую среду и более глубокого анализа последствий для природы и общества, можно избежать серьезных проблем, связанных с возникновением СЭН. Для этого необходимо использовать международные и национальные стандарты проектирования ОТР, современные технологические регламенты на оборудование, системы международной серти-

фикации и наилучшие мировые практики. Приведем примеры некоторых характерных в этом смысле документов:

– система добровольной сертификации LEED, разработанная в 1998 г. Американским советом по зеленым зданиям для оценки энергоэффективности и экологичности процессов устойчивого развития;

– система принципов ESG, разработанная и опубликованная ООН в виде резолюции «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», внедряемая в различные сферы деятельности компаний – от строительства зданий до минимизации их негативного воздействия на окружающую среду;

– система сертификации BREEAM, разработанная британской компанией BRE Global в 1990 г., стимулирующая рост рынка зеленых зданий и способствующая улучшению экологических показателей компаний.

В России экологическое сопровождение проектов развития ОТП регламентируется федеральными законами, ГОСТ и СанПиН. В их числе постановление Правительства РФ от 21.09.2021 г. № 1587 [6], в котором проекты отраслевого развития должны использовать наилучшие доступные технологии и подтвержденный верификатором положительный эффект воздействия проекта на окружающую среду и климат. Для качественной разработки территориальных инфраструктур предложена система оценки качества проектов IRIS [7], определяющая то, каким должен быть устойчивый и привлекательный для инвесторов проект. Особенно важным документом является постановление Правительства РФ от 28.11.2024 г. № 1644 [8], в котором определен порядок проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) в связи с планируемой хозяйственной деятельностью. В документе указано на необходимость выявления прямых, косвенных и иных воздействий планируемой хозяйственной деятельности на объекты природной среды и на прогнозирование изменений их состояния при реализации хозяйственной деятельности.

Ценность нормативно-правовой документации очевидна. Она регламентирует облик проекта ОТП, дружественного природе. Под словом «дружественный» здесь понимается вариант проекта с наличием в нем таких малозначимых факторов риска для окружающей среды и социального благополучия общества, ущерб от которых может быть экономически оправдан. Выявление и расчет величины факторов риска является обязательной задачей системного анализа проектных решений.

*Цель работы* – разработка методики расчета энтропийной оценки факторов риска проектных решений и прогноза последствий, принятых в условиях неопределенности решений, влияющих на социально-экологическую напряженность в общественном пространстве.

### **Задача территориального развития**

В России накоплен уникальный научный и практический опыт по освоению свободных и освобождаемых, при ликвидации устаревших хозяйств страны, пространств. Классический вариант вербальной постановки задачи формирования пространственной структуры условного района Сибири, сформулированной учеными академической школы СССР

в 70-х годах прошлого века, звучит следующим образом: «Определить вариант размещения комплексующих производств и элементов производственной инфраструктуры межрайонного и общероссийского значения при условии минимизации суммарных приведенных затрат на формирование и функционирование хозяйства экономического района с учетом намечаемого уровня жизни населения» [2].

Сложность решения данной задачи в математической постановке очевидна [2]. Для этого потребуются модели разной степени детализации (уровня) и назначения и большой объем достоверной первичной информации. Поэтому вопрос о последствиях принимаемых проектных решений логичнее перенести с глобального на локальный уровень объектов территориального развития, к которым, в частности, относятся:

- земельные ресурсы;
- центры деловой и политической активности;
- производственно-промышленные и социально-экологические комплексы;
- научные центры;
- объекты культурно-исторического назначения;
- зоны рекреации и туризма;
- муниципальные образования;
- жилые зоны.

Для этих и подобного рода других ОТР постановка задачи планирования территориального развития в конкретной местности ставится следующим образом. Дано множество допустимых проектных решений

$$\Omega^+ = \{w_i \in \Omega : Q_i > 0\}, \quad (1)$$

на котором требуется найти оптимальный вариант

$$w_i^* = \arg \min_{w_i \in \Omega^+} Q(w_i), \quad i = \overline{1, r}, \quad (2)$$

удовлетворяющий действующим технико-технологическим и социально-экологическим нормативам. Критерием выбора оптимального решения являются затраты по проекту с учетом возможных потерь

$$Q = \left[ \sum_{t=0}^T (D_t - C_t)/(1+n)^t + \sum_{j=1}^{k_i} P_j(V_{ij})B_{ij} \right], \quad (3)$$

где первое слагаемое – чистая приведенная стоимость, а второе – возможные социально-экологические ущербы;  $P_j(V_{ij})$  – вероятность появления негативных последствий в случае реализации  $i$ -го решения;  $B_{ij}$  – цена возможных потерь;  $V_{ij}$  –  $j$ -е число факторов риска в  $i$ -м проектном решении;  $t$  – время реализации проектного решения, годы;  $D_t$  и  $C_t$  – соответственно значения годового дохода и затрат по проекту;  $n$  – дисконтный процент.

При системном выявлении факторов риска  $V_{ij}$  их удобно разделять на группы:

- социальные (ухудшение здоровья людей, смена мест работы, изменение качества жизни и т.п.);
  - экологические (загрязнение природных сред, миграция видов и т.п.);
  - ресурсно-ландшафтные (деградация ландшафта, биоресурсов и т.п.);
  - ландшафтные (ухудшение пейзажа, рельефа местности и т.п.) и др.;
- Анализируя факторы риска в каждой из названных групп, можно полнее определить наиболее значимые из них, а при необходимости установить и взаимосвязи между ними.

Пример определения факторов риска для россыпного месторождения «Центральное» [9] (рис. 1) представлен на рис. 2.

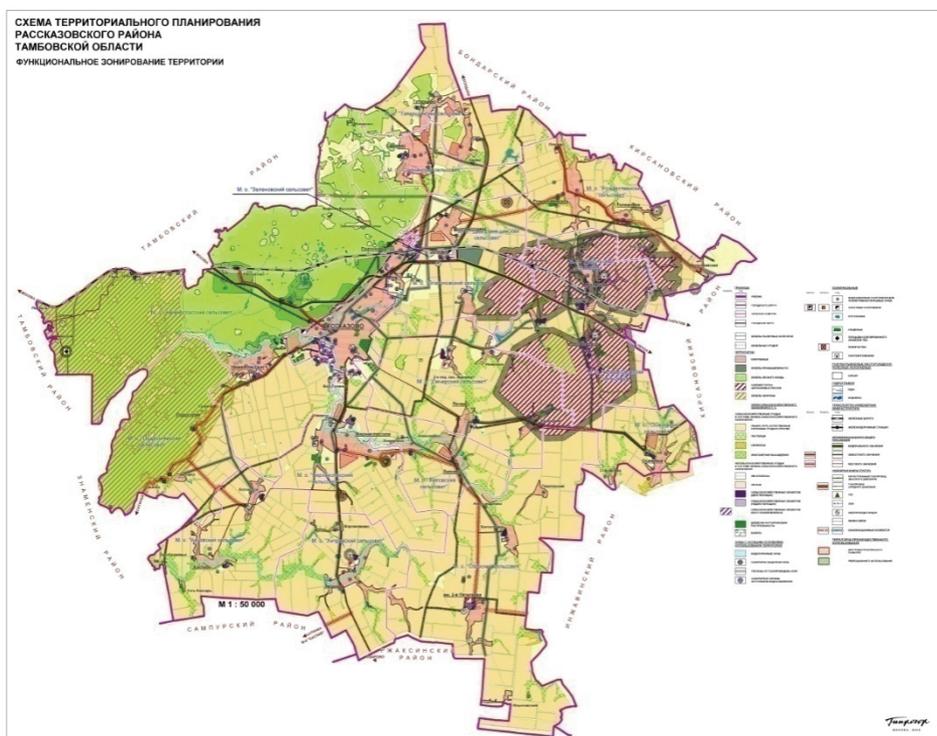


Рис. 1. Схема расположения месторождения «Центральное»

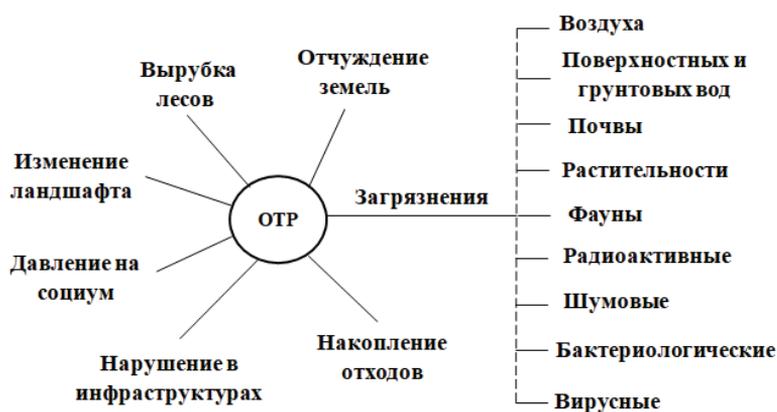


Рис. 2. Факторы риска месторождения «Центральное»

Вследствие расположения месторождения в нескольких населенных зонах, при вводе его в эксплуатацию ожидаемо появление СЭН. Основной акцент при определении факторов риска сделан на загрязнение природных сред, снижение численности биологических видов, занесенных в Красную книгу Тамбовской области, и инфекционные проблемы из-за наличия на полях месторождения скотомогильников.

### **Методика энтропийного подхода к оценке СЭН**

Выше отмечалось, что состояние СЭН в обществе возникает по причине неопределенности ситуации, связанной с возможными негативными последствиями проектных решений ОТР для окружающей природной среды и качества жизни населения. Снижению неопределенности и конфликтности в общественном пространстве содействуют не только нормативно-правовые предписания государственных органов управления в аспекте директив по устойчивому территориальному развитию и охране окружающей среды, но также и накопленный опыт проектных организаций, приобретаемый ими в задачах планирования ОТР.

Вместе с тем следует признать, что полное устранение неопределенности последствий от ОТР маловероятно не только из-за невозможности исследования всех гипотетических факторов риска в проектных решениях, но и из-за особенностей ОТР как распределенных природо-промышленных комплексов, для которых характерны сложность, нелинейность, стохастичность, запаздывания в обратных связях, бифуркационность, изменение целей развития, наличие переломных моментов в поведении и многое другое. Оценка влияния факторов риска на территориальное развитие при таких обстоятельствах резко усложняется и нуждается в использовании сценарного подхода, основанного на имитационном моделировании будущих социально-экономических и экологических ситуаций [10].

Поскольку первичным в анализе негативных воздействий проектных решений ОТР на природу и общество является количественная оценка рисков, в настоящей работе предложена методика их расчета на основе энтропии – априорной меры неопределенности состояний физических систем. Цель методики двойственна: 1 – построение обратной связи между степенью неопределенности социально-экологической ситуации, связанной с проектированием ОТР, и ее источниками возникновения, а именно – факторами риска проектных решений; 2 – визуализация последствий принимаемых решений посредством графического отображения состояний СЭН в условиях роста неопределенности.

Последовательность операций по применению методики представлена на диаграмме рис. 3. В их числе:

1. Выявление потенциально значимых факторов риска экспертами и оценка вероятности их возникновения средствами имитационного моделирования.

2. Интеграция и перевод всех выявленных факторов риска ОТР в значение энтропии, обладающей свойством аддитивности.



Рис. 3. Методика энтропийного цикла в оценке СЭН

3. Управление рисками в процессе изучения и выбора наилучших вариантов проектных решений, позволяющих снизить социально-экологические потери ОТР до приемлемого уровня.

4. Диагностика состояний СЭН по результатам расчета социально-экологических рисков и суммарной энтропии.

5. Переход к повторным расчетам при нежелательном развитии ситуации с СЭН.

При выполнении операций в пп. 1 – 4 все частные факторы риска  $rf$  будем интерпретировать как события, которые могут произойти или не произойти, и оценивать единственным числом – вероятностью события, характеризующим меру степени их объективной возможности. В данной методике вероятность события выражает меру опасности грядущих последствий проектных решений, связанных с нарушением установленных законами требований социально-экологического и санитарно-гигиенического характера. Интерес для экспертов представляют следующие виды событий: невозможные – с вероятностями  $p(rf_i) = 0, i = \overline{0, n}$ , достоверные – с вероятностями  $p(rf_j) = 1, j = \overline{0, m}$  и возможные – с вероятностями в диапазоне значений  $0 < p(rf_k) < 1, k = \overline{0, l}$  [11]. С учетом такого деления все факторы риска можно распределить по трем группам (рис. 4).

Элементы множества  $M_1$  не создают проблему с СЭН, поскольку вероятность возможного нарушения ими каких-либо требований социально-экологического или санитарно-гигиенического характера в проектном решении равна нулю. В противоположность этому наличие элементов в множестве  $M_3$  с вероятностью единица свидетельствует о явных нарушениях

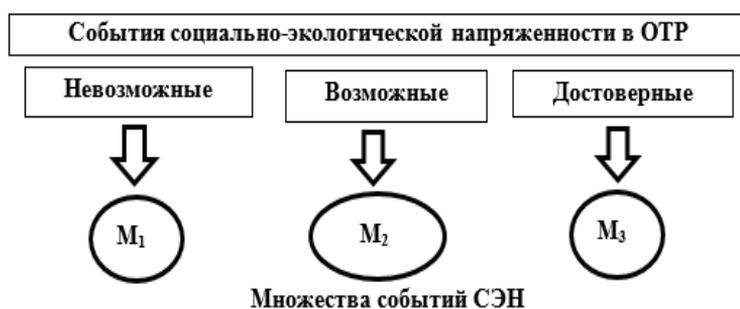


Рис. 4. Типизация событий в анализе СЭН

социально-экологических или санитарно-гигиенических нормативов, что побуждает проектировщиков к кардинальному пересмотру ряда характеристик проектного решения. Особую значимость имеют элементы множества  $M_2$ , создающие неопределенность ситуации с СЭН из-за частичного (с вероятностью меньше единицы) нарушения экологического и социального законодательств. В этом случае для смягчения ситуации с СЭН проектировщикам необходимо руководствоваться концепцией приемлемого риска с последующими обсуждениями окончательных результатов проектирования на общественных слушаниях.

Выполнение операций в п. 2 основано на понимании того, что  $rf$  характеризуют негативные социально-экологические последствия в природо-промышленном комплексе, состоящем из двух типов систем: экологических и социально-экономических, взаимно зависимых или независимых в конкретных ситуациях. При объединении произвольного числа независимых систем их энтропии суммируются, а при определении энтропии системы с зависимыми  $rf$  необходимо использовать формулу расчета условной энтропии [11].

Однако без потери общности рассмотрим вариант независимых систем и представим все факторы риска в виде ансамбля:

$$RF = \{rf, p_i(rf)\}, \quad \sum_{i=1}^N p_i(rf) = 1. \quad (4)$$

При  $N = 2$  рассматриваются два возможных состояния  $rf$ : 1 – нарушение социально-экологических нормативов с вероятностью  $p$ ; 2 – отсутствие нарушений с вероятностью  $q = 1 - p$ . Полная энтропия состояний системы вычисляется по формуле

$$H(RF) = \sum_{i=1}^L p_i(rf) \ln p_i(rf). \quad (5)$$

Важно отметить, что  $H(RF)$  ограничена снизу и сверху

$$0 \leq H(RF) \leq \ln L, \quad (6)$$

где  $L$  – общее число факторов риска проектного решения. Значение  $p_i(rf)$  определяется средствами имитационного моделирования состояний природо-промышленного комплекса в предположении реализации конкретного проектного решения.

Характер изменения энтропии двух возможных состояний  $rf$  показан на рис. 5. Наибольшая неопределенность ситуации с СЭН появляется при  $p = q = 0,5$ . Очевидно, что корректировка проектного решения либо переход к рассмотрению альтернативных вариантов, в принципе, может изменить значения  $p$  до приемлемого уровня и контролировать ожидаемый социально-экологический ущерб по формуле

$$Y = \sum_{i=1}^L p_{i\text{пр}}(rf) y_i, \quad (7)$$

где  $p_{i\text{пр}}(rf)$  – приемлемая вероятность нарушений по  $i$ -му фактору риска, а  $y_i$  – соответствующая ему цена потерь.

Расчеты по формулам (5) и (7) соответствуют выполнению операций в пп. 2 и 3 настоящей методики.

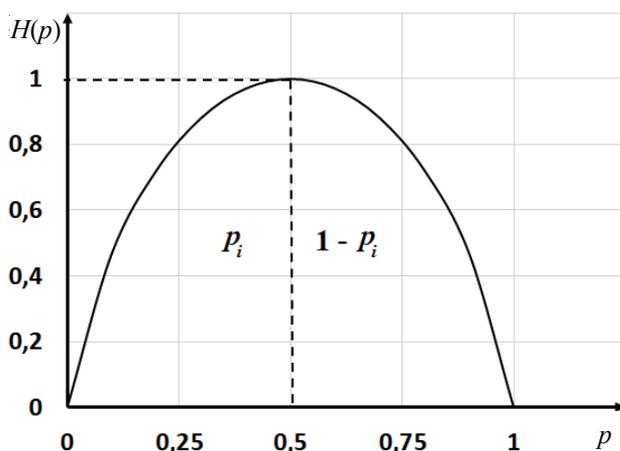


Рис. 5. Энтропия двух состояний RF

### Прогноз СЭН в задачах проектирования ОТР

Неопределенность ситуации, связанной с последствиями строительства ОТР, как часто бывает, порождает негативные слухи среди населения. Необходимо своевременно контролировать рост СЭН в зоне размещения ОТР в зависимости от значения  $H(rf)$ . Для этого следует использовать математические модели. В известных моделях распространения слухов отсутствует связь между уровнем неопределенности состояния природо-промышленного комплекса и числом граждан, охваченных слухами.

Простейший вариант детерминированной модели распространения слухов имеет вид [12]

$$N(t) = N_0(1+r)^t, \quad (8)$$

где  $N_0$  и  $N(t)$  – соответственно начальное и прогнозируемое на момент времени  $t$  число граждан, подверженных слухам;  $r$  – коэффициент передачи слухов между людьми;  $t$  – время, сут.

В настоящей методике предложена нестационарная вероятностная модель распространения слухов следующего вида:

$$N(t) = N_0 \exp \left[ \int_0^t r(\tau) d\tau \right], \quad (9)$$

где  $N_0$  и  $N(t)$  – переменные, аналогичные модели (8);  $r(\tau)$  – вероятностный коэффициент передачи слухов между людьми. Модель (9) базируется на предположении, что в каждый момент времени  $t$  среднее значение

$$\bar{r} = \frac{1}{t} \int_0^t r(\tau) d\tau \quad (10)$$

и дисперсия  $\sigma^2 t$  распределены экспоненциально и не зависят от времени. При этом плотность вероятности  $f(N(t)/N_0)$  является экспоненциальной, со средним числом контактов при передаче слухов

$$\bar{N}(t) = N_0 \exp(\bar{r}t). \quad (11)$$

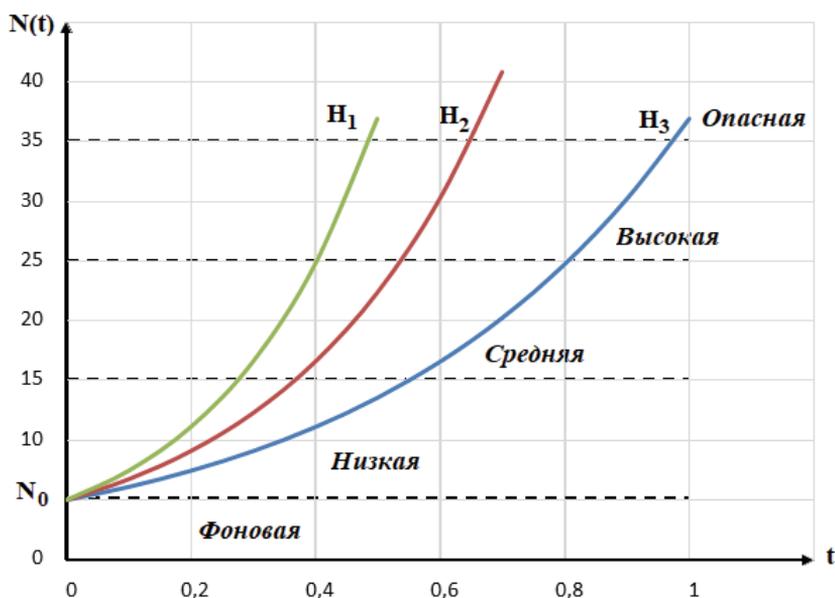


Рис. 6. Зависимость скорости распространения слухов от значений энтропии

Учитывая тот факт, что для экспоненциального распределения  $\bar{r}$  энтропия

$$H_{\text{эксп}} = 1 - \ln \bar{r}, \quad (12)$$

можно графически выразить связь меры неопределенности последствий проектных решений  $H(RF)$  с числом граждан, обеспокоенных строительством ОТР, то есть визуализировать возможный рост СЭН, связанный с наличием факторов риска в проектных решениях.

На рисунке 6 приведен пример семейства  $N(t)$  за время одной недели при разных значениях  $H(RF)$ .

Диагностика состояний СЭН в методике проводится первоначально экспертами при выполнении операции в п. 4 и отображается параллельными пунктирными линиями на графике рис. 6. Результаты диагностики позволяют принять решение либо о повторных операциях, либо о завершении работы над проектным решением согласно п. 5.

### Заключение

1. Предложена методика комплексной оценки социально-экологических рисков проектных решений в задачах планирования объектов территориального развития.

2. В основу методики положен расчет энтропии состояний природо-промышленного комплекса, прогнозируемых в процессе выбора наилучшего проектного решения.

3. Энтропийный подход позволяет объединить различные по смыслу факторы риска в единый показатель неопределенности ситуации с социально-экологической напряженностью, возникающей в гражданском обществе.

4. Значения энтропии позволяют разработать цифровую шкалу СЭН при недостаточной осведомленности населения о качестве проектных решений.

5. Методика может быть расширена в экспертной системе анализа проектов территориального развития.

#### *Список литературы*

1. О стратегическом планировании в Российской Федерации : Федер. закон от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ. – Текст электрон. – URL : [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_164841/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/) (дата обращения: 16.06.2025).

2. Моделирование формирования территориально-производственных комплексов = Modelling of territorial-production complexes formation // М. К. Бандман, О. П. Бурматова, В. В. Воробьева [и др.] ; отв.ред. М. К. Бандман. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – 338 с.

3. Numan, M. BIM and Risk Management: A Review of Strategies for Identifying, Analysing and Mitigating Project Risks // Journal of Engineering Research and Sciences. – 2024. – Vol. 3, No. 1. – P. 20 – 26. doi: 10.55708/js0301004

4. Национальный атлас России. Природа и экология [Электронный ресурс] / Карты ФГУП "ГОСГИСЦЕНТР". – М. : Роскартография, 2007. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

5. Allport, G. W. The Psychology of Rumor / G. W. Allport, L. Postman. – N.-Y. : Henry Holt and Company, 1948 (Printing). – 276 p.

6. Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации : Постановление РФ от 21.09.2021 г. № 1587. – Текст электрон. – URL : <http://government.ru/docs/all/136742/> (дата обращения: 24.07.2025).

7. IRIS. Система оценки качества и сертификации инфраструктурных проектов / Национальный центр государственного частного партнерства. – АЕСОМ, ВЭБ РФ, 2021. – 228 с. – URL : <https://pppcenter.ru/upload/iblock/8a0/8a0ae4072c2dfcfd1571d5ca8181c9fd.pdf> (дата обращения: 01.10.2025).

8. О порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду : Постановление Правительства Российской Федерации от 28.11.2024 № 1644. – Текст электрон. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/1310313498> (дата обращения 24.07.2025).

9. Хорохорина, И. В. От экологического алармизма – к зеленым проектам разработки месторождений / И. В. Хорохорина, Н. С. Попов, А. О. Сухова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2024. – № 3(93). – С. 80 – 91. doi: 10.17277/voprosy.2024.03.pp.080-091

10. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем / Т. Нейлор, Дж. Ботон, Д. Бердик [и др.] ; пер. с англ. В. Ю. Лебедева, А. В. Лотова ; под ред. А. А. Петрова ; с предисл. Н. Н. Моисеева. – М. : Мир, 1975. – 500 с.

11. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей : учебник для втузов / Е. С. Вентцель. – 3-е изд., испр. – М. : Наука, 1964. – 576 с.

12. Huang Neo, Deng Nancy. Калькулятор распространения слухов. – URL: <https://calculatorultra.com/ru/tool/rumor-spread-calculator.html#gsc.tab=0> (дата обращения: 16.06.2025).

#### *References*

1. Available at: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_164841/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/) (accessed 16 June 2025).

2. Bandman M.K., Burmatova O.P., Vorob'yeva V.V. [et al.]; Bandman M.K. (Ed.). *Modelling of territorial-production complexes formation*, Novosibirsk: Nauka. Sib. otdeleniye, 1976, 338 p. (In Russ.).
3. Numan M. BIM and Risk Management: A Review of Strategies for Identifying, Analysing and Mitigating Project Risks, *Journal of Engineering Research and Sciences*, 2024, vol. 3, no. 1, pp. 20-26. doi: 10.55708/js0301004
4. *Natsional'nyy atlas Rossii. Priroda i ekologiya* [National Atlas of Russia. Nature and Ecology], Moscow: Roskartografiya, 2007. (In Russ.).
5. Allport G.W., Postman L. *The Psychology of Rumor*, N.-Y.: Henry Holt and Company, 1948 (Printing), 276 p.
6. Available at: <http://government.ru/docs/all/136742/> (accessed 27 July 2025).
7. Available at: <https://pppcenter.ru/upload/iblock/8a0/8a0ae4072c2dfcfd1571d5ca8181c9fd.pdf> (accessed 01 October 2025).
8. Available at: <https://docs.entd.ru/document/1310313498> (accessed 27 July 2025).
9. Khorokhorina I.V., Popov N.S., Sukhova A.O. [From environmental alarmism to green field development projects], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2024, no. 3(93), pp. 80-91. doi: 10.17277/voprosy.2024.03.pp.080-091 (In Russ., abstract in Eng.)
10. Naylor T.H., Boughton J.M. Computer simulation experiments with models of economic systems. Wiley, 1971, 502 p.
11. Venttsel' Ye.S. *Teoriya veroyatnostey: uchebnyy dlya vtuzov* [Theory of Probability: a textbook for colleges], Moscow: Nauka, 1964, 576 p. (In Russ.).
12. Available at: <https://calculatorultra.com/ru/tool/rumor-spread-calculator.html#gsc.tab=0> (accessed 16 June 2025).

---

## **An Entropy Approach to Assessing Social and Environmental Stress Risks in Territorial Development Projects**

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

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** modeling; natural-industrial complex; project solution; sustainable development; social and environmental stress; rumors; risk factors.

**Abstract:** This article describes a methodology for assessing the social and environmental risks of project solutions in national territorial development planning. The methodology is based on the entropy of the states of the natural-industrial complex, which allows for summing up the impact of all risk factors of project solutions and forecasting the stages of increasing social and environmental stress in the public consciousness.

---

© Н. С. Попов, А. А. Баламутова, С. Г. Толстых, 2025

## АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО БАНКОВСКОГО СЕКТОРА В УСЛОВИЯХ УСКОРЕННОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ

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

*ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет»,  
Череповец, Россия;*

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

*Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, Москва, Россия*

**Ключевые слова:** региональный банковский сектор; рейтинг банков; цифровизация.

**Аннотация:** Переход к цифровым форматам существенно трансформирует функционирование региональной банковской системы, повышая ее эффективность и диверсифицируя механизмы работы. Однако цифровизация также порождает ряд вызовов для местных кредитных организаций. Проведен анализ процессов цифровизации банковской системы Вологодской области. Определены ключевые преимущества и вызовы. Представлен анализ взаимосвязи между рыночным лидерством банка и его уровнем цифрового развития.

### Введение

Цифровизация представляет собой одно из наиболее значимых явлений современности, оказывающее существенное воздействие на различные аспекты экономической жизни общества. Особенную роль играет внедрение цифровых технологий в финансовый сектор, поскольку оно способствует радикальному преобразованию традиционной банковской деятельности, предлагая клиентам широкий спектр инновационных сервисов и инструментов. Данная тенденция приобретает особую важность

---

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

именно на уровне отдельных регионов, таких как Вологодская область, обладающих уникальной спецификой своей экономической структуры и потребностей населения [1].

Переход на цифровой формат предполагает глубокие изменения в функционировании банковской системы региона, такие как повышение доступности финансовых продуктов, улучшение качества обслуживания клиентов и расширение возможностей удаленного взаимодействия. Вместе с тем цифровизация ставит перед местными кредитными организациями ряд серьезных вызовов, включая необходимость обновления технологических платформ, обеспечения информационной безопасности и формирования соответствующих компетенций персонала [2, 3].

*Цель исследования* – анализ процесса трансформации регионального банковского сектора Вологодской области в условиях активного внедрения цифровых технологий. Для ее достижения выдвинуто несколько последовательных задач:

- изучить теоретические основы цифровизации в банковском секторе;
- выявить ключевые факторы, стимулирующие или ограничивающие эффективность цифровой трансформации;
- проанализировать корреляционную связь между лидерством банка на региональном рынке и его цифровизацией.

Новизна исследования заключается в проведении первого комплексного анализа цифровой трансформации банковского сектора Вологодской области, выявлении факторов, влияющих на эффективность цифровизации, и установлении связей между рыночными позициями банков и уровнем их цифровизации.

Проведение комплексного анализа основывалось на применении разнообразия аналитических подходов и техники обработки информации. Важнейшими инструментами стали:

- теоретико-методологический подход, включающий обзор современной литературы по вопросам цифровизации финансовых рынков и систематизацию имеющихся взглядов;
- эмпирический анализ на основе количественных и качественных методов сбора и обработки данных.

Совокупность примененных методик позволила сформировать объективную картину происходящих изменений и представить научно обоснованную стратегию действий.

### **Анализ процессов цифровой трансформации современного банковского сектора Вологодской области**

Анализ процессов цифровой трансформации современного банковского сектора требует четкого определения основных понятий и выявления ключевых факторов, влияющих на ход данных изменений. Рассмотрим подробнее терминологию и концептуальные подходы, необходимые для изучения предмета исследования.

Цифровая трансформация представляет собой масштабный процесс переосмысления и реорганизации внутренних и внешних взаимодействий предприятия посредством широкого внедрения информационно-коммуни-

кационных технологий. Ее основная задача – достижение максимальной эффективности операций, снижение издержек и повышение удовлетворенности потребителей за счет автоматизации рутинных процедур, улучшения аналитики данных и создания принципиально новых каналов коммуникации с клиентом [4].

По мнению исследователей, ключевое отличие цифровой трансформации от обычного внедрения ИТ-технологий состоит в глубоком изменении самой природы бизнеса, затрагивая корпоративную культуру, операционные процессы и взаимоотношения с внешними партнерами и клиентами [5]. Таким образом, цифровая трансформация означает полный цикл преобразований, начиная от модернизации технической инфраструктуры и заканчивая изменением поведения сотрудников и клиентского опыта.

Банковский сектор Вологодской области включает в себя 222 подразделения кредитных организаций, деятельность которых относится к числу важнейших компонентов финансово-кредитной системы региона, обеспечивая выполнение базовых функций кредитования, расчетов и сбережений для жителей и хозяйствующих субъектов [6]. На 01.06.2025 г. из 222 подразделений 208 приходится на дополнительные офисы, 10 – мобильные, 3 – головные офисы, остальная часть – на представительства и филиалы.

Отличительной особенностью банковского сектора региона является относительная небольшая концентрация крупнейших федеральных игроков и доминирование средних и малых кредитных организаций, обслуживающих преимущественно местное население и малый бизнес.

Процесс цифровой трансформации банков протекает под воздействием множества разнородных факторов, подразделяемых на внутренние и внешние. К внутренним факторам относятся:

- уровень технологического оснащения кредитной организации;
- готовность менеджмента к принятию инноваций;
- наличие высококвалифицированного персонала;
- стратегии позиционирования банка на рынке;
- степень диверсификации портфеля предлагаемых услуг.

Российский рынок банковских услуг демонстрирует высокую дифференциацию по регионам [6]. Приведем статистику территориального присутствия действующих кредитных организаций и их подразделений по федеральным округам на 01.06.2025 г.: Центральный – 6285, Южный – 2944, Приволжский – 5270, Сибирский – 2960, Северо-Западный – 2333, Северо-Кавказский – 750, Уральский – 2179, Дальневосточный – 1556.

Внешние факторы включают макроэкономические условия, государственную политику, законодательство, конкуренцию со стороны иностранных и национальных конкурентов, спрос со стороны клиентов и другие обстоятельства, формируемые вне границ конкретной организации [7].

Особое внимание заслуживает фактор государственной поддержки. Государство активно участвует в развитии ИТ-инфраструктуры, создавая правовые и нормативные предпосылки для успешного осуществления цифровой трансформации, разрабатывая стандарты и регламентируя защиту персональных данных и безопасность транзакций.

Таким образом, цифровой переход банков региона осуществляется в рамках сложной многомерной матрицы факторов, каждая из которых влияет на итоговую траекторию развития кредитного учреждения.

Крупнейшие федеральные центры характеризуются высоким проникновением онлайн-сервисов и мобильных приложений, тогда как периферийные регионы испытывают трудности с доступностью интернета и низкой компьютерной грамотностью населения. Несмотря на общий тренд цифровизации, значительная доля россиян продолжает пользоваться традиционными каналами оказания банковских услуг, особенно в сельской местности и небольших городах.

К ключевым характеристикам российских регионов в отношении цифровых банковских услуг относятся:

- недостаточная осведомленность населения о возможностях дистанционных сервисов;
- ограниченный ассортимент цифровых продуктов в мелких населенных пунктах;
- преобладание консервативных привычек пользования услугами банков среди старшего поколения.

Несмотря на общие негативные тенденции, наблюдается положительная динамика увеличения доли активных пользователей цифровых банковских сервисов, чему способствует государственная политика цифровизации и усиления частных компаний.

Одним из интересных вопросов является выяснение наличия взаимосвязи между рейтингом банков и уровнем их цифровой трансформации. Для проведения данного анализа использованы рейтинги банков Вологодской области по объему вкладов (востребованности со стороны клиентов), размещенные на сайте [8]. Важно отметить, что рейтинг отражает оценку надежности, устойчивости и доверия к банку, сформированную независимыми агентствами и пользователями. Уровень цифровой трансформации проанализируем на основании рейтинга инновационности банков от аналитического центра Sk Финтех Хаб [9] (табл. 1)

Предположительно, высокий рейтинг банка свидетельствует о наличии устойчивой репутации, стабильных финансовых показателей и высоком качестве обслуживания клиентов. Следовательно, высоко оцениваемые банки могут демонстрировать лучшие результаты в плане цифровизации, поскольку располагают необходимыми ресурсами и возможностями для инвестиций в новые технологии.

При исследовании проведена проверка гипотезы о прямой корреляции между рейтингом банка и уровнем его цифровой трансформации. Для этого рассчитаны коэффициент ранговой корреляции Спирмена между рейтингом по объему вкладов и рейтингом по цифровой трансформации, а также коэффициент корреляции Кенделла между объемом вкладов в млн р. и рейтингом по результатам оценки Sk Финтех Хаб.

По результатам вычислений связь составила 0,79 (p-value 0,006) и 0,64 (p-value 0,009) соответственно. По коэффициенту ранговой корреляции Спирмена можно говорить о сильной тесной связи между объемами вкладов и цифровизацией банковской организации. Коэффициент Кенделла в свою очередь демонстрирует проявление средней связи между показателями.

Таблица 1

**Рейтинг инновационности банков**

Название банка	Рейтинг банка по объему вкладов		Рейтинг банка по цифровой трансформации	
	место	млн р.	место	балл
Сбербанк	1	16 680 825	1	331
ВТБ	2	7 988 552	2	294
Альфа-Банк	3	3 157 024	3	245
Газпромбанк	4	2 681 834	7	201
Т-банк (Тинькофф)	5	2 560 727	5	212
Россельхозбанк	6	1 590 815	4	225
Совкомбанк	7	998 367	9	97
Почта Банк	8	351 737	10	11
МТС Банк	9	212 341	6	203
Уралсиб	10	194 510	8	143

Высокий рейтинг сам по себе не гарантирует автоматическое лидерство в цифровой трансформации. Напротив, некоторые банки с низкими рейтингами проявляют активность в развитии цифровых сервисов, пытаются таким образом компенсировать недостатки репутационного характера.

**Заключение**

Полученные результаты исследования позволили сформулировать ряд выводов относительно влияния цифровизации на деятельность региональных банковских организаций.

Цифровая трансформация существенно меняет характер функционирования банковской системы регионов, оказывая комплексное воздействие на различные аспекты деятельности кредитно-финансовых институтов. Благодаря активным инвестициям в информационные технологии банки значительно повышают доступность своих продуктов и услуг для населения и предприятий, обеспечивают возможность дистанционных операций и улучшают качество обслуживания клиентов. Цифровые решения способствуют формированию современной и эффективной финансовой инфраструктуры региона, удовлетворяя потребности местных жителей и бизнес-сообщества в новых формах банковского взаимодействия.

Необходимо отметить, что наряду с позитивными изменениями цифровизация несет значительные риски и трудности, преодоление которых становится необходимым условием успешного перехода банков к новой модели ведения бизнеса. Среди основных вызовов можно выделить необходимость обновления устаревших ИТ-платформ, обеспечения высокого уровня кибербезопасности, развитие компетенций персонала.

Проведенное исследование выявило наличие средней связи, близкой к тесной, между позициями банков на рынке и степенью их вовлеченности в процессы цифровизации. Банки-лидеры демонстрируют готовность ак-

тивно инвестировать в современные технологии, внедряют эффективные цифровые инструменты и создают благоприятные условия для дальнейшего роста своего присутствия на финансовом рынке региона. Их успех подтверждает важность стратегического подхода к развитию информационных технологий и показывает преимущества активного использования цифровых решений в повседневной практике кредитной организации.

Цифровая трансформация становится важным фактором устойчивого экономического роста региона, обеспечивая конкурентные преимущества для тех участников рынка, кто активно внедряет современные технологические решения.

#### *Список литературы*

1. Галиев, Р. Р. Инновации в управлении бизнесом и маркетинг в цифровой экономике. Электронный учебный курс: Электронный учебный курс / Р. Р. Галиев. – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2020. – 460 с.

2. Ештокин, С. В. Российский финтех в национальной финансовой системе: защитник интересов или скрытая угроза? / С. В. Ештокин // Экономика, предпринимательство и право. – 2021. – Т. 11, № 8. – С. 1915 – 1944. doi: 10.18334/epp.11.8.112709

3. Мубарак, М. С. Искусственный интеллект в кибербезопасности: вызовы и возможности в глобальной цифровой экосистеме / М. С. Мубарак, Б. Т. Толатаев, Д. М. Козбагаров // Военно-патриотическое воспитание: теория и практика : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Омск, 13 декабря 2024 года. – Омск, 2024. – С. 1084 – 1088.

4. Бекетова, В. В. Цифровая трансформация предприятий: анализ и перспективы / В. В. Бекетова, А. С. Курганова // Общество, экономика, культура: стратегии развития : материалы XV Всерос. науч.-практ. конф., Чебоксары, 08 февраля 2024 года. – Чебоксары, 2024. – С. 132 – 135.

5. Бурков, А. Н. Цифровая трансформация банковской деятельности / А. Н. Бурков, М. В. Шувалов // Банковское дело. – 2022. – № 7. – С. 8 – 16.

6. Количественные характеристики банковского сектора Российской Федерации. – Текст: электрон. – URL : [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/lic/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/lic/) (дата обращения: 01.06.2025).

7. Мирошниченко, О. С. Доступность банковских услуг на основе цифровых технологий как фактор повышения благосостояния населения / О. С. Мирошниченко // Модернизация российского общества и образования: новые экономические ориентиры, стратегии управления, вопросы правоприменения и подготовки кадров : материалы XXIII Национальной науч. конф. (с междунар. участием), Таганрог, 15–16 апреля 2022 года. – Таганрог, 2022. – С. 146 – 148.

8. Рейтинг банков Вологды по размеру активов. – Текст : электрон. – URL : <https://vologda.1000bankov.ru/rating/> (дата обращения: 01.06.2025).

9. Рейтинг инновационности банков «SkФинтех Хаб». – Текст : электрон. – URL : <https://fintech.sk.ru/cases> (дата обращения: 01.06.2025).

#### *References*

1. Galiev R.R. *Innovatsii v upravlenii biznesom i marketing v tsifrovoy ekonomike. Elektronnyy uchebnyy kurs: Elektronnyy uchebnyy kurs* [Innovations in Business Management and Marketing in the Digital Economy. Electronic Coursebook: Electronic Coursebook], Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2020, 460 p. (In Russ.)

2. Eshtokin S.V. [Russian Fintech in the National Financial System: Protector of Interests or Hidden Threat?], *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2021, vol. 11, no. 8, pp. 1915-1944, doi: 10.18334/epp.11.8.112709 (In Russ., abstract in Eng.)

3. Mubarak M.S., Toletayev B.T., Kozbagarov D.M. *Voyenno-patrioticheskoye vospitaniye: teoriya i praktika : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Military Patriotic Education: Theory and Practice: Proceedings of International Scientific-Practical Conference], Omsk, December 13, 2024, Omsk, 2024, pp. 1084-1088. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Beketova V.V., Kurganova A.S. *Obshchestvo, ekonomika, kul'tura: strate-gii razvitiya : materialy KHV Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Society, Economy, Culture: Development Strategies: Materials of XV All-Russian Scientific-Practical Conference], Cheboksary, February 8, 2024, Cheboksary, 2024, pp. 132-135. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Burkov A.N., Shuvalov M.V. [Digital Transformation of Banking Activities], *Bankovskoe Delo* [Banking], 2022, no. 7, pp. 8-16. (In Russ., abstract in Eng.)

6. available at: [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/lic/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/lic/) (accessed 1 June 2025).

7. Miroshnichenko O.S. *Modernizatsiya rossiyskogo obshchestva i obrazovaniya: novyye ekonomicheskoye oriyentiry, strategii upravleniya, voprosy pravoprimeneniya i podgotovki kadrov : materialy XXIII Natsional'noy nauch. konf.* [Modernization of Russian Society and Education: New Economic Guidelines, Management Strategies, Legal Application Issues and Personnel Training: Materials of XXIII National Scientific Conference (with international participation)], Taganrog, April 15-16, 2022, Taganrog, 2022, pp. 146-148.

8. available at: <https://vologda.1000bankov.ru/rating/> (accessed 1 June 2025).

9. available at: <https://fintech.sk.ru/cases> (accessed 1 June 2025).

---

## Analysis of Regional Banking Sector Transformation in the Context of Accelerated Digitalization

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

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia;*

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia;*

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow, Russia*

**Keywords:** regional banking sector; bank ratings; digitalization.

**Abstract:** The transition to digital formats significantly transforms the functioning of the regional banking system, increasing its efficiency and diversifying its operating mechanisms. However, digitalization also poses a number of challenges for local credit institutions. This paper analyzes the digitalization processes in the Vologda Oblast banking system and identifies key advantages and challenges. The article presents an analysis of the relationship between a bank's market leadership and its level of digital development.

---

© Н. В. Сахарова, Е. В. Быковская,  
Е. И. Дмитриева, В. В. Попова, 2025

## **ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

**В. А. Солопов, Е. С. Мищенко, Н. В. Злобина,  
Н. В. Карамнова, В. М. Белоусов**

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

**Ключевые слова:** концептуальные положения стратегии; сельские территории; социально ориентированное развитие; стратегия; Тамбовская область; этапы разработки стратегии.

**Аннотация:** Проведен комплексный анализ социально-экономической ситуации в сельских территориях Тамбовской области. Представлена поэтапная модель разработки стратегии, направленной на социально ориентированное развитие сельских территорий региона. Определены основные направления концептуальных положений данной стратегии, включающие в себя: развитие местного самоуправления и институтов гражданского общества; создание и обеспечение эффективной работы объектов социальной инфраструктуры и инженерных коммуникаций; формирование социального кластера и активизация социальной ответственности бизнеса в развитии сельских территорий; развитие сельского рынка труда; стимулирование диверсификации сельской экономики. Реализация стратегии развития сельских территорий создаст условия для повышения качества и уровня жизни сельского населения на основе преимуществ сельского образа жизни.

### **Введение**

Агропромышленный комплекс (АПК) является одной из ведущих отраслей экономики Тамбовской области, формируя значительную часть валового регионального продукта (ВРП). По итогам 2023 года регион во-

---

Солопов Владимир Алексеевич – доктор экономических наук, помощник проректора по научной работе в инновационной деятельности; Мищенко Елена Сергеевна – доктор экономических наук, проректор по международной деятельности; Злобина Наталья Васильевна – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономическая безопасность и качество», директор института дополнительного профессионального образования, ТамбГТУ, Тамбов, Россия; Карамнова Наталья Владимировна – доктор экономических наук, заведующий кафедрой управления и делового администрирования, e-mail: KaramnovaN@yandex.ru, МичГАУ, Мичуринск, Россия; Белоусов Виталий Михайлович – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика», ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

шел в четверку лидеров по объему производства сельскохозяйственной продукции в Центральном федеральном округе и 13-е место в России, свидетельствующее о высокой степени концентрации производства сельскохозяйственной продукции.

В сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности задействована значительная доля трудоспособного населения региона. Кроме того, АПК – важный источник налоговых поступлений в бюджет Тамбовской области, который обеспечивает финансирование социальных программ и развитие инфраструктуры.

Тамбовская область – один из ведущих поставщиков сельхозпродукции, не только на местные рынки, но и за ее пределы.

Агропромышленный комплекс играет важную роль и в развитии сельской местности, способствуя модернизации инфраструктуры, включая строительство дорожных сетей, образовательных учреждений, медицинских центров, а также повышению благосостояния жителей села, созданию новых рабочих мест и улучшению общего социально-экономического климата в сельских территориях. В Тамбовской области активно внедряются современные технологии, такие как точное земледелие, роботизированные фермы и системы управления стадом. Расширение АПК стимулирует научные изыскания и конструкторские разработки в сферах сельского хозяйства, селекции, генетики и переработки аграрной продукции. Агропромышленный комплекс выступает значительным импульсом для развития смежных секторов экономики, в частности, машиностроения, химической индустрии, транспортной отрасли и логистики.

*Цель работы* – изучение экономических и социальных аспектов развития сельских территорий Тамбовской и определение приоритетных направлений для разработки стратегии, способствующей улучшению качества жизни и устойчивому развитию сельских территорий региона.

### **Методика исследования**

В качестве объектов изучения выбраны сельские территории Тамбовской области. Исследования проводились на основе статистических отчетов Тамбовской области, аналитических обзоров из специализированной литературы, первичной документации сельскохозяйственных организаций, их годовой отчетности и расчетов авторов. Применялись монографический подход, абстрактно-логический анализ, расчетно-конструктивные приемы и экономико-статистические методы.

### **Результаты исследования**

Аграрный сектор экономики создает разветвленные технологические связи, охватывающие широкий спектр деятельности – от изготовления сельхозтехники и удобрений до переработки и сбыта сельскохозяйственной продукции.

За период исследования с 2019 по 2023 годы в хозяйствах всех категорий прослеживается устойчивая динамика роста в отрасли растениеводства. Особенно заметно увеличилось производство зерновых культур, объ-

ем которого вырос на 50,6 %, достигнув в 2023 году отметки в 5137,6 тыс. т (табл. 1). Производство сахарной свеклы увеличилось на 16,5 % и достигло 5947,4 тыс.т., овощей – на 22,6 % и составило 120,5 тыс. т.

В 2023 году Тамбовская область внесла значительный вклад в общероссийские показатели, обеспечив существенную долю производства важных сельскохозяйственных культур: 3,5 % от общего объема зерновых культур; 11,2 % сахарной свеклы и 5,0 % подсолнечника.

Успех региона во многом зависит от освоения инновационных технологий, направленных на экономию ресурсов, использования передовых технических средств и увеличения размеров возделываемых земель. Вместе с тем в отчетном периоде наблюдалось сокращение объемов производства подсолнечника (на 2,2 %) и картофеля (на 29,5 %) сельскохозяйственными товаропроизводителями.

Несмотря на некоторое снижение совокупного объема сельскохозяйственного производства в 2023 году, зафиксирован рост урожайности основных культур. В частности, урожайность, ц/га, зерновых составила 48,6, сахарной свеклы – 559,2, картофеля – 186,3 и овощей – 213,5. При этом урожайность подсолнечника демонстрирует нестабильность, в 2023 году показатель достиг лишь 91,4 % от уровня 2019 года.

Анализ изменений в размерах посевных площадей Тамбовской области показывает устойчивый рост их совокупной площади с 2019 по 2023 гг., что указывает на наметившуюся тенденцию к расширению производственной деятельности (табл. 2).

Таблица 1

**Основные показатели развития отрасли растениеводства  
в хозяйствах всех категорий Тамбовской области \***

Вид продукции	Годы					2023 г. к 2019 г., %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Производство, тыс. т						
Зерновые	3412,5	4920,6	3553,7	4528,3	5137,6	150,6
Сахарная свекла	5105,5	3214,7	4059,8	4548,9	5947,4	116,5
Подсолнечник	881,4	870,4	1007,1	823,0	861,7	97,8
Картофель	440,2	328,9	277,1	285,7	310,5	70,5
Овощи	98,3	104,2	110,3	116,9	120,5	122,6
Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га						
Зерновые	31,8	44,6	35,0	41,6	48,6	152,8
Сахарная свекла	457,2	351,7	414,9	467,7	559,2	122,3
Подсолнечник	24,3	22,1	22,3	23,0	22,2	91,4
Картофель	177,4	145,7	144,1	164,0	186,3	105,0
Овощи	197,6	205,4	202,8	205,2	213,5	108,8

\* Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата.

Таблица 2

**Размеры посевных площадей  
в сельскохозяйственных организациях Тамбовской области \***

Показатели	Годы					2023 г. к 2019 г. %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Вся посевная площадь, тыс. га, в том числе:	<b>1309,2</b>	<b>1342,1</b>	<b>1363,8</b>	<b>1402,6</b>	<b>1383,4</b>	<b>105,7</b>
зерновые и зернобобовые культуры	799,6	818,5	756,9	812,8	783,9	98,0
сахарная свекла	102,9	90,0	94,4	100,3	101,3	98,4
подсолнечник	240,9	267,9	305,1	265,6	275,5	114,4
картофель	4,6	2,9	2,6	2,6	2,5	54,3
овощи	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	100,0

\* Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата.

В последние несколько лет в области наблюдается усиленный интерес к возделыванию масличных культур. Например, площади, отведенные под подсолнечник, увеличились на 14,4 %, достигнув в 2023 году 275,5 тыс. га.

В регионе сформированы оптимальные условия для развития животноводческой отрасли. Особое внимание уделяется таким ключевым направлениям, как свиноводство, птицеводство и молочное скотоводство. Основные показатели, отражающие тенденции развития животноводства в Тамбовской области, наглядно представлены в табл. 3.

В 2023 году в Тамбовской области отмечено снижение объемов производства животноводческой продукции, обусловленное, прежде всего, уменьшением общего поголовья сельскохозяйственных животных. Если сравнить с данными за 2019 год, то поголовье крупного рогатого скота снизилось на 19,0 %, в том числе коров – на 12,7 %. Поголовье свиней также показало отрицательную динамику, уменьшившись на 9,7 %, а овец и коз – на 28,7 %.

При общей тенденции к уменьшению поголовья, производство мяса, напротив, выросло на 17 %. Этот рост обусловлен, главным образом, улучшением показателей продуктивности скота. В то же время валовое производство молока в 2023 году незначительно снизилось – на 0,3 %, достигнув 191,8 тыс. т. Средний удой на корову составил 6 075 кг.

Следует отметить, что несмотря на рост надоев молока на 9,9 % в 2023 году по сравнению с 2019 годом, данное улучшение не компенсировало снижение поголовья коров за тот же период.

В 2023 году производство яиц составило 105,2 млн шт., что на 29,2 % меньше уровня 2019 года. Указанная динамика объясняется снижением средней яйценоскости кур. Среднегодовой настриг шерсти с одной овцы не претерпел изменений за весь период исследования, и остался на уровне 1,4 кг.

Таблица 3

**Основные показатели развития отрасли животноводства  
в хозяйствах всех категорий Тамбовской области\***

Показатели	Годы					2023 г. к 2019 г., %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Поголовье, тыс. голов (на начало года)						
Крупный рогатый скот, в том числе:	95,8	91,3	84,4	81,5	77,6	81,0
коровы	37,8	36,8	35,8	34,8	33,0	87,3
свиньи	1249,6	1168,1	1145,6	1090,7	1128,9	90,3
овцы и козы	68,9	65,8	58,8	54,0	49,1	71,3
Производство						
Скот и птица (в убойном весе) тыс. т	402,0	445,5	449,3	485,9	470,4	117,0
Молоко, тыс. т	192,3	192,5	188,6	190,3	191,8	99,7
Яйца, млн шт.	132,2	120,2	105,6	103,6	105,2	79,6
Шерсть (в физическом весе), т	89	92	83	70	63	70,8
Продуктивность скота и птицы						
Надой молока на 1 корову, кг	5525	5663	5796	5981	6075	109,9
Среднегодовой настриг шерсти с одной овцы (в физическом весе), кг	1,4	1,4	1,4	1,3	1,4	100,0

\* Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата.

В настоящее время свиноводство привлекает интерес российских инвесторов благодаря значительной финансовой поддержке программы развития свиноводства правительством Тамбовской области и растущего уровня цен на рынке мяса. В результате продуктивность свиней и производство мяса в сельскохозяйственных организациях растут.

Сложившаяся обстановка в животноводстве осложняется постоянным уменьшением поголовья скота по всем категориям (табл. 4). В 2023 году наблюдается существенное падение показателей воспроизводства в расчете на 100 маток.

В частности, количество поросят, полученных от 100 свиноматок, сократилось на 43,3 % – с 6002 до 3403 голов. Выход ягнят на 100 овцематок также значительно уменьшился – на 55,4 % – с 92 до 41 головы. Одновременно с этим зафиксирован небольшой рост (на 1,4 %) в показателе выхода телят, который увеличился с 71 до 72 голов на 100 коров.

В Тамбовской области ведется активная работа, направленная на поддержку и расширение отрасли животноводства. Рынок мяса и мясной продукции представляет собой важную сферу экономики, имеющую как социальное, так и экономическое значение, с хорошими перспективами для

Таблица 4

**Поступление приплода и падеж скота в сельскохозяйственных  
предприятиях Тамбовской области (тыс. голов)\***

Показатели	Годы					2023 г. к 2019 г., %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Выход приплода в расчете на 100 маток, голов						
телят (от коров)	71	68	67	66	72	101,4
всего поросят (на 100 основных свиноматок)	6002	4039	4335	4232	3403	56,7
ягнят (от овцематок)	92	104	84	57	41	44,6
Падеж скота, % к обороту стада						
крупного рогатого скота	3,1	3,6	3,1	2,8	3,6	+0,5 п.п
свиней	14,2	15,1	17,8	16,3	17,1	+2,9 п.п
овец	3,0	5,7	5,6	2,2	2,5	-0,5 п.п.

\* Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата.

дальнейшего развития. Ключевой целью реализации мер, направленных на развитие животноводства, является повышение продуктивности и эффективности сельскохозяйственного производства в Тамбовской области (табл. 5).

За период исследования с 2019 по 2023 годы, наблюдался рост стоимости валовой продукции произведенной в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий – на 49,3 % и составил в 2023 году в 7 645,1 млн р.

Таблица 5

**Показатели эффективности производства продукции  
сельского хозяйства Тамбовской области\***

Показатели	Годы					2023 г. к 2019 г., %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Производство на 100 га сельскохозяйственных угодий:						
молока, т	7227,1	7231,1	7088,1	7129,5	7185,7	99,4
мяса, т	15108,2	16741,8	16885,9	18203,9	17623,3	116,6
валовой продукции, млн р.	5119,03	6418,9	7971,4	7824,6	7645,1	149,3
Производство валовой продукции на 1 работника, занятого в сельхозпроизводстве, млн р.	6,26	7,51	9,22	9,13	8,71	139,1

\* Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата.

Объем производства мяса в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий увеличился на 16,6 %, что свидетельствует о положительных изменениях в аграрной отрасли. Однако объемы производства молока на 100 га сельскохозяйственных угодий показали небольшое уменьшение на 0,6 %, составив в 2023 году 7 185,7 т.

Вместе с тем отмечен существенный рост уровня производительности труда в аграрной сфере. Это выразилось в том, что объем валовой продукции, создаваемой одним работником, увеличился на 39,3 %, что свидетельствует об эффективном использовании трудовых ресурсов. Указанная благоприятная динамика нашла свое отражение и в финансовых результатах деятельности сельскохозяйственных предприятий (табл. 6).

Анализ представленных данных демонстрирует существенный рост сальдированной прибыли сельскохозяйственных предприятий за рассматриваемый период, увеличившись в 3,2 раза, в том числе, в растениеводстве – в 3,03 раза, животноводстве – в 3,4 раза. Одновременно с этим, рентабельность растениеводства продемонстрировала увеличение на 24,4 процентных пункта, а животноводства – на 8,7 процентных пункта.

Данные достижения стали возможны благодаря действенной сельскохозяйственной стратегии, а также внедрению и осуществлению областных инициатив, ориентированных на поддержку и развитие аграрного сектора в регионе.

Демографическая ситуация в регионе остается тревожной: широко распространено старение населения, усугубляемое гендерным дисбалансом. По состоянию на 2023 год в Тамбовской области постоянно проживало

Таблица 6

**Финансовые результаты сельскохозяйственных предприятий  
Тамбовской области\***

Показатели	Годы					2023 г. к 2019 г., %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) сельскохозяйственных организаций, млн р.	9847	21767	38651	22052	31253	317,4
из них:						
растениеводства	5975	18617	34402	21794	18108	303,1
животноводства	3872	3150	4249	258	13145	339,5
Рентабельность проданной продукции, товаров, услуг, %, из них:						
растениеводства	22,9	64,5	106,7	53,3	47,3	+24,4 п.п
животноводства	10,6	9,5	8,3	3,2	19,3	+8,7 п.п

\* Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата.

956 292 человек. Большая часть населения (578 544 человек (60,5 %) сосредоточена в городах, в то время как в сельской местности проживало 377 748 человек (39,5%). Сокращение численности населения обусловлено главным образом превышением смертности над рождаемостью. Вместе с тем фиксируется замедление темпов естественной убыли населения: за рассматриваемый период этот показатель уменьшился на 18,6 процентных пункта (рис. 1).

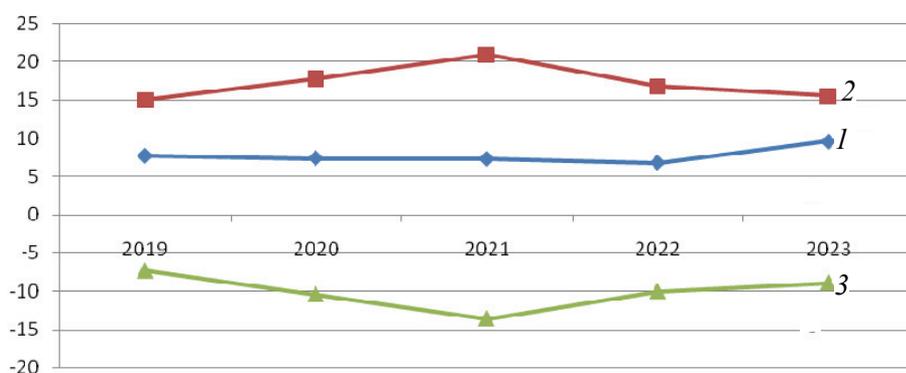
Увеличение рождаемости в регионе напрямую обусловлено внедрением в действие Концепции демографической политики на период до 2025 года. Если сравнить с 2019 годом, то показатель рождаемости продемонстрировал рост с 7,7 до 9,6 на каждую тысячу жителей в 2023 году. Начиная с 2021 года, отмечено устойчивое движение в сторону уменьшения числа умерших. Тем не менее, если сопоставлять с данными 2019 года, можно заметить незначительное увеличение коэффициента смертности – с 15,0 до 15,5 на тысячу населения. Уровень смертности в сельских территориях на 9,4 % превосходит аналогичный показатель в городской местности. Вместе с тем прослеживается благоприятная тенденция: снижение смертности в сельской местности происходит более быстрыми темпами, чем в городах – на 1,85 %.

В условиях продолжающегося сокращения численности населения, миграция выступает как основной механизм компенсации убыли населения. В последние годы, благодаря прибытию мигрантов, удалось в некоторой степени смягчить негативные последствия демографического спада.

Вопросы демографии тесно переплетаются с улучшением благосостояния граждан, что находит свое выражение в изменениях реальных доходов, в частности, зарплат и пенсионных выплат.

Заработная плата служит главным источником доходов для населения, и ее размер в регионе продемонстрировал значительный рост за период с 2019 по 2023 гг., увеличившись на 59,4 % (с 28 696,6 р. до 45 742,1 р.) (табл. 7).

Важно отметить, что увеличение среднемесячного заработка в аграрном секторе влечет за собой повышение доходов населения и пенсионных



**Рис. 1. Естественное движение населения, родившиеся, умершие на 1000 человек населения Тамбовской области:**  
 1 – родившиеся; 2 – умерших; 3 – естественный прирост (+), убыль (-)  
 (Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата)

Таблица 7

**Денежные доходы населения Тамбовской области\***

Показатели	Годы					2023 г. к 2019 г., %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Среднедушевые денежные доходы населения, р.	28176	27924	30290	34783	38945	138,2
Среднемесячная заработная плата, р.	28696,6	31062,7	34437,8	39345,7	45742,1	159,4
Среднемесячная заработная плата в сельском хозяйстве, р.	31968,4	36452,7	41815,9	48369,9	55411,0	173,3
Средний размер пенсий, р.	13390,42	14136,90	15169,45	17362,77	18682,9	139,5
Величина прожиточного минимума, р.	9682	10248	10221	12210	12796	132,2
в том числе трудоспособное население	10514	11028	11004	13309	13948	132,7
пенсионеры	8232	8755	8740	11204	11763	142,9
Соотношение среднемесячной заработной платы с прожиточным минимумом	2,96	3,03	3,37	3,22	3,57	120,6
Соотношение среднемесячной заработной платы в сельском хозяйстве с прожиточным минимумом	3,30	3,56	4,09	3,96	4,33	131,2
Соотношение размера пенсии с величиной прожиточного минимума у пенсионера	1,63	1,61	1,74	1,55	1,59	97,5
Удельный вес численности населения с доходами ниже величины прожиточного минимума (в % от общей численности населения)	10,7	10,8	10,5	10,8	10,2	-0,5 п.п.

\* Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата.

выплат. В сравнении с данными за 2019 год, наблюдается рост этих показателей на 73,3 %, что свидетельствует об эффективности государственных инициатив в области социального развития сельских территорий.

В период с 2019 по 2023 год в регионе зафиксирован рост показателя, отражающего соотношение среднемесячного дохода и прожиточного минимума, на 31,2 %. Данный рост обусловлен эффективным воплощением в жизнь социально-экономической программы, нацеленной на повышение жизненного уровня сельского населения. Основной причиной, вызвавшей такую динамику, стало увеличение оплаты труда.

В Тамбовской области сельское хозяйство является важным элементом развития сельских территорий. Таким образом, увеличение соотношения средней заработной платы в аграрном секторе к прожиточному минимуму (на 31,2 %) следует рассматривать как благоприятную тенденцию.

Положительная динамика также прослеживается в соотношении пенсионных начислений и прожиточного минимума для пенсионеров. Несмотря на это, рост пенсионных выплат не успевает за ростом прожиточного минимума, подчеркивая потребность в их последующей индексации. Число граждан, чьи доходы не достигают прожиточного минимума, довольно быстро уменьшается, что подтверждается сокращением на 0,5 %.

В целом, отмеченные тенденции в доходах сельского населения Тамбовской области отражают стабильное экономическое положение региона и грамотную управленческую политику, способствующую улучшению уровня и качества жизни в сельской местности.

В Тамбовской области последовательно проводятся работы по обновлению инфраструктуры социальной сферы. Ведется строительство новых важных социальных объектов, включая школы и детские сады. Кроме того, увеличивается количество больничных коек, улучшается оборудование в поликлиниках и культурных учреждениях.

Социальное развитие напрямую зависит от уровня развития инженерной инфраструктуры. Власти региона акцентируют внимание на расширении доступа к централизованному водоснабжению в сельской местности. В 2023 году построено и запущено 11,6 км новых водопроводных сетей, что на 20,8 % превышает аналогичные показатели 2019 года (табл. 8).

Процесс подключения к газовым сетям продолжается, однако по сравнению с 2019 годом (115,3 км) в 2023 году темпы ввода значительно замедлились, составив всего 42,0 км. Данное снижение объемов отчасти объясняется приближением газификации сельской местности региона к своему пределу. При этом протяженность линий электропередач заметно возросла.

Таблица 8

**Ввод в действие объектов инженерной инфраструктуры на сельских территориях Тамбовской области\***

Показатели	Годы					2023 г. к 2019 г., %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Водопроводных сетей, км	9,6	32,6	26,7	37,5	11,6	120,8
Газовых сетей, км	115,3	85,8	49,4	24,5	42,0	36,4
Линий электропередачи, км	–	7,9	2,2	2,0	–	–
Автомобильных дорог с твердым покрытием, км	40,2	8,4	24,5	3,7	7,2	17,9
Жилых домов, тыс. кв. м	312,9	246,2	269,5	153,5	188,8	60,3

\* Источник: составлено и рассчитано авторами по данным Тамбовстата.

Улучшение дорожной инфраструктуры в сельской местности – неотъемлемая часть комплекса мер по возрождению села. Наличие современной и качественной сети дорог общего пользования играет первостепенную роль для успешной работы сельскохозяйственных предприятий, повышения уровня жизни сельского населения и поддержания стабильного социально-экономического роста в сельской местности.

В 2023 году в регионе было построено всего 7,2 км дорог с твердым покрытием, включая автомагистрали различного назначения, что свидетельствует о значительном спаде – на 82,1 % по сравнению с показателями 2019 года.

Количество построенных и сданных в эксплуатацию жилых объектов является индикатором состояния инфраструктурного сектора. За период исследования 2019 – 2023 гг. в Тамбовской наблюдалось уменьшение жилищного строительства. Если в 2019 году было введено в эксплуатацию 312,9 тыс. кв. м жилья, то в 2023 году этот показатель составил всего 188,8 тыс. кв. м.

В структуре городского и сельского строительства сохраняется определенная стабильность: примерно 60 % объемов приходится на городские поселения, а 40 % – на сельскую местность. Примечательно, что в сельской местности жилищное строительство практически полностью финансируется за счет личных сбережений граждан и кредитных средств, что представляет собой стабильную закономерность.

Основная доля нового жилья сосредоточена в городах и поселках городского типа, где строительные компании предлагают условия выгоднее, чем в сельской местности, несмотря на расширение строительной деятельности и в сельских территориях.

Для привлечения и удержания молодых специалистов в сельских территориях необходимо обеспечить комфортные условия проживания в сельской местности в первую очередь путем предоставления доступного жилья.

Таким образом, анализ социально-экономической ситуации в сельских территориях Тамбовской области позволяет выделить следующие тенденции:

- увеличение объема валового производства сельскохозяйственной продукции;
- укрепление финансовой устойчивости сельскохозяйственных предприятий;
- реализация комплекса мер, направленных на стабилизацию финансового состояния предприятий агропромышленного комплекса;
- сложная демографическая ситуация приводит к сокращению числа жителей в сельской местности, что в свою очередь создает дефицит работников в сельскохозяйственной отрасли;
- существенная доля пожилого населения – важный фактор, способствующий росту смертности в регионе;
- миграционный приток, хотя и не полностью, но смягчает проблему сокращения численности жителей в сельской местности;
- рост материального благосостояния граждан, увеличение размеров оплаты труда и пенсий оказывают благоприятное воздействие на уровень жизни в сельской местности;

– модернизация и расширение инфраструктуры социальной сферы, в том числе объектов образования и здравоохранения;

– создание комфортной среды проживания благодаря строительству социальных объектов и модернизации инженерных сетей способствует привлечению молодых кадров в сельскохозяйственную отрасль.

Таким образом, в Тамбовской области отмечается стабильная социально-экономическая ситуация, открывающая возможности для дальнейшего развития во всех секторах экономики. Данный вывод подкрепляется активностью предприятий и организаций, представляющих ключевые отрасли региона. Государственные органы активно усиливают свое экономическое влияние, что особенно важно для агропромышленного сектора, поскольку способствует созданию новых рабочих мест, повышению благосостояния сельских жителей и снижению уровня социальной напряженности в сельской местности.

Определение концептуальных основ стратегии, нацеленной на социально-ориентированное развитие сельских территорий, является важнейшим этапом, требующим научного обоснования основных целей и задач развития региона. При определении базовых принципов необходимо учитывать специфические особенности региона [1].

Создание стратегии, ориентированной на социальное развитие сельской местности, представляет собой комплексный и многоступенчатый процесс, включающий в себя анализ текущей ситуации и выявление факторов, препятствующих развитию сельских территорий. Затем разрабатываются меры по устранению негативных факторов, составляется подробный план мероприятий, соответствующий ключевым приоритетам выбранной стратегии.

В ходе разработки подобных проектов складывается целостное видение социально-ориентированного развития сельской территории, которое очерчивает ключевые векторы работы, способы привлечения финансовых ресурсов, а также подходы и правила функционирования действующих институциональных структур [2].

Последовательность этапов формирования стратегии социально ориентированного развития сельских территорий представлена на рис. 2.

*Первый этап* включает в себя анализ современного состояния и динамики использования ресурсов в сельской местности. Следует подчеркнуть, что невзирая на определенные положительные тенденции в социально-экономическом развитии сельских территорий, российская деревня по-прежнему сталкивается с серьезными трудностями. Данные трудности проявляются в виде отрицательных тенденций, оказывающих влияние на все аспекты жизни сельского населения.

При оценке ресурсного потенциала сельских территорий важно учитывать сохраняющиеся вызовы и негативные процессы, влияющие на благополучие жителей. Улучшение социально-экономических показателей не всегда приводит к комплексному развитию села, и проблемы в различных сферах могут сохраняться. Следовательно, ключевым элементом стратегии, направленной на социально ориентированное развитие сельских территорий, должно стать определение и устранение данных негативных тенденций [3].



**Рис. 2. Этапы процесса разработки стратегии социально ориентированного развития сельских территорий**

*На втором этапе* формирования стратегических целей ключевым моментом становится определение приоритетности задач, с акцентом на социальную результативность деятельности всех участников экономической сферы в сельской местности.

В первую очередь выстраивается система целей для развития сельских территорий, учитывая возможности более эффективного использования природных ресурсов. Далее выбираются наиболее осуществимые и результативные направления для развития в установленные сроки.

Различные варианты развития, представляющие собой альтернативные подходы, преобразуются в соответствующие системы показателей для их анализа. Для каждого из разработанных вариантов формируется уни-

кальная траектория изменения показателей, отражающих качество жизни в сельской местности и экономический рост аграрного производства. В заключение проводится анализ всех разработанных концепций социального развития. Из них выбираются наиболее перспективные для дальнейшей проработки и определения ключевых направлений их реализации.

*На третьем этапе* обоснования мобилизации природных, материальных, денежных и трудовых ресурсов сельских территорий ключевым моментом становится разработка методики их оценки. Важно принимать во внимание социальную инфраструктуру сельской местности, изменения в доходности территорий и характер государственных инвестиций в развитие села.

*Четвертый этап* связан с определением наиболее результативных организационных моделей и управленческих стратегий, нацеленных на удовлетворение потребностей сельских жителей и улучшение их уровня жизни.

*На пятом этапе* осуществляется прогнозирование не только социальных параметров, но и проводится оценка показателей, характеризующих уровень и качество жизни сельского населения. При этом учитываются уровень материального благополучия, историческое и культурное наследие, природные ресурсы, демографическая ситуация и трудовой потенциал, торговые возможности, инвестиционная привлекательность и другие значимые факторы.

Развитие сельских территорий с акцентом на социальные аспекты должно учитывать широкий спектр проблем и поддерживать своеобразие сельского образа жизни [4].

Социально ориентированный подход к развитию села призван сохранить уникальность уклада и многообразие задач, стоящих перед сельскими жителями.

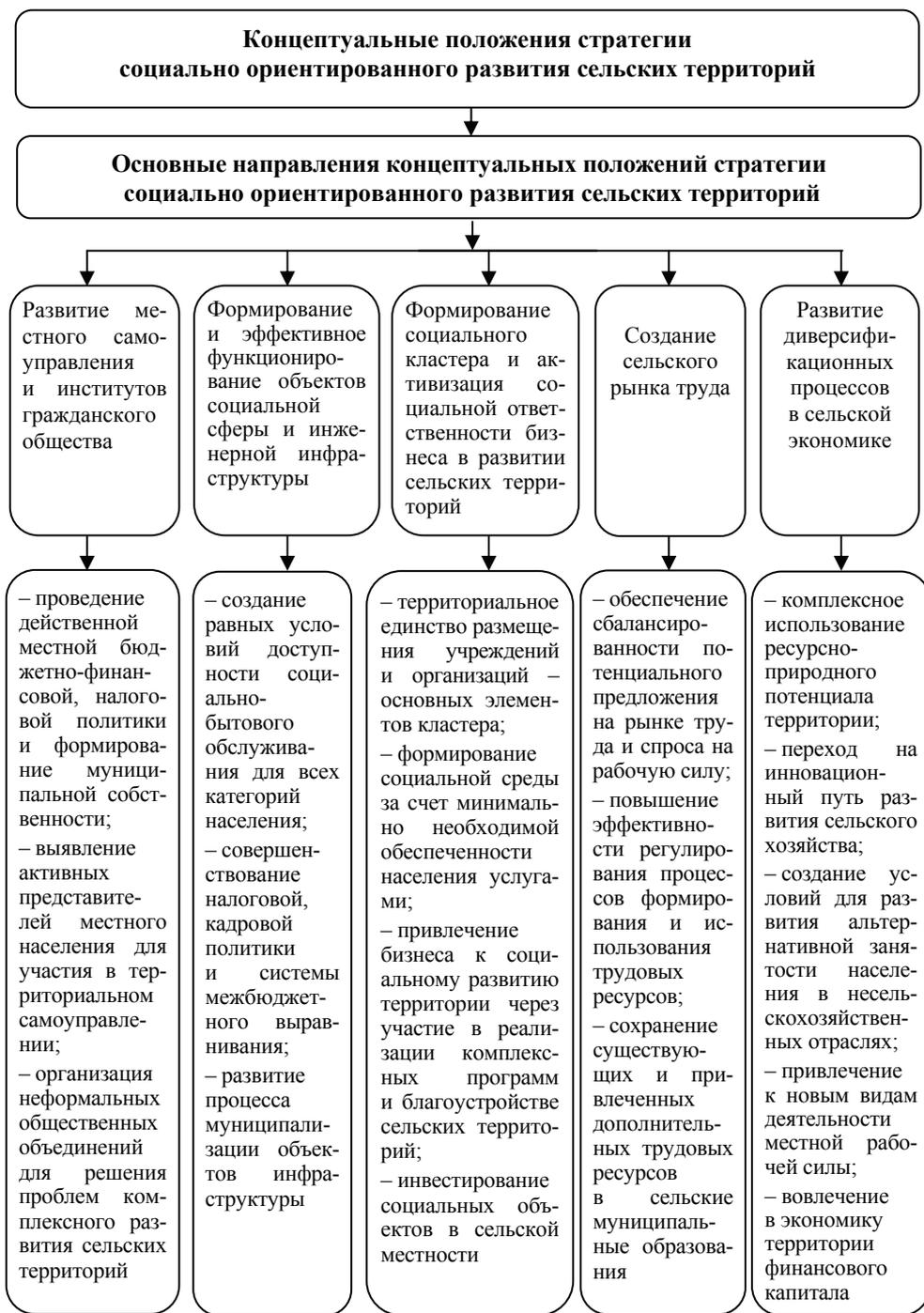
Разработка данной концепции предполагает изучение специфики и потенциала регионов, опираясь на следующие принципы: укрепление власти на местах и некоммерческих объединений; эффективное управление и организация учреждений социальной сферы; создание социального партнерства и стимулирование социально-ориентированной деятельности предпринимательства; стимулирование занятости в сельской местности; поддержка многопрофильности аграрного сектора экономики (рис. 3).

Остановимся на основном содержании обозначенных выше положений.

1. Совершенствование развития аграрного сектора ориентировано на снабжение населения продуктами питания высокого качества и формирование благоприятной среды для воспроизводства трудового потенциала.

Реализация намеченных целей требует привлечения средств из бюджета региона, размер которого определяется успешностью развития производственных систем. В этой связи региональные власти должны оказывать содействие различным направлениям бизнеса и укреплять взаимодействие с населением и предпринимателями для достижения всеобщего развития [5].

Сельскохозяйственным предприятиям в свою очередь следует стремиться к выпуску продукции высокого качества по доступной цене, способствовать улучшению социальной инфраструктуры в сельских территориях, уменьшать вредное воздействие на природу, проявлять ответственность за свою деятельность, соблюдая законы и вовремя выплачивая налоги.



**Рис. 3. Концептуальные положения стратегии социально ориентированного развития сельских территорий**

Принимая во внимание специфику сельской местности, важно осознавать, что стабильный рост и повышение благосостояния сельского населения возможны только при наличии крепкой экономической основы мест-

ного самоуправления. Основными мерами в этом направлении являются – результативная бюджетно-финансовая и налоговая стратегия, формирование муниципальной собственности и создание независимого бюджета, обеспечиваемое за счет успешной работы предприятий различных типов собственности.

Преобразования в сельской местности должны быть тесно связаны с участием жителей в управлении развитием территорий и формированием институтов гражданского общества, основанных на принципах общественного партнерства. Для этого необходимо находить инициативных граждан, готовых участвовать в местном самоуправлении, и создавать общественные организации для решения вопросов развития сельских территорий.

Главная задача местных органов власти состоит в формировании различных форм самоорганизации сельского населения и внедрении принципов социального партнерства в их работу. Социальный климат является определяющим фактором в развитии территорий, обеспечивая благоприятную среду для жизни сельского населения и оказывая значительное влияние на трудовую деятельность и экономическое благополучие в целом.

2. Несмотря на государственную поддержку и позитивные сдвиги, обусловленные проектами развития села, социальная сфера по-прежнему сталкивается с кризисными проявлениями. Прежде существовавший потенциал социальной инфраструктуры стремительно сокращается. Одной из ключевых причин является реструктуризация сельскохозяйственной отрасли, в результате которой объекты социальной инфраструктуры перешли в ведение муниципалитетов, что негативно отразилось на их функционировании и развитии.

В сложившейся экономической ситуации социальная инфраструктура нацелена на удовлетворение потребностей сельского населения, выступая в роли поставщика необходимых сервисов. Другими словами, ее цель – забота о сельском населении, удовлетворение его потребностей и создание оптимальной среды для развития, поддержания и защиты человеческих ресурсов.

В этой связи крайне важно переосмыслить приоритеты развития социальной инфраструктуры в сельских территориях, принимая во внимание трансформации, затронувшие аграрный сектор. Требуется выработать стратегические решения для создания взаимосвязанной системы ведения хозяйства, которая будет способствовать улучшению условий для развития сельских территорий, основываясь на сотрудничестве различных отраслей и уровней управления.

Развитие объектов социальной сферы в сельской местности требует комплексного подхода, сочетающего государственное финансирование, вложения местных администраций, участие бизнеса и личные средства граждан. Для повышения результативности необходимо сосредоточить ресурсы на ключевых направлениях, а не распределять по территории [6].

3. Современная система социального управления в сельской местности требует обновления. Совершенствование возможно благодаря согласованному взаимодействию государственных органов, социально ответственного бизнеса и местных жителей для решения наиболее актуальных проблем.

Развитие сельской социальной сферы требует пересмотра существующих подходов. Эффективное решение насущных проблем возможно при условии конструктивного сотрудничества между государственными институтами, бизнесом, проявляющим социальную ответственность, и самими сельскими жителями. Такой подход необходим для обеспечения социально-экономических гарантий сельскому населению и создания условий, способствующих их комфортной жизни и профессиональному развитию. Важной составляющей данного процесса является создание общественных объединений, что мотивировано не только желанием обеспечить материальную стабильность, но и осознанием значимости нематериальных аспектов жизни. Основой такого развития выступают здоровье и долголетие, доступность культуры и образования, охрана окружающей среды и гармония с природой. Иными словами, общественные организации должны создавать благоприятную среду для жизни, быта и активной деятельности сельских жителей.

При разработке стратегической концепции ключевыми условиями являются учет основных экономических и социальных задач, определение факторов развития и рациональное применение имеющихся ресурсов, что подчеркивает необходимость создания комплексной стратегии развития сельских территорий как жизненного пространства, оказывающего значительное воздействие на уровень жизни и деятельность людей [7].

4. Трудовая сфера села переживает острый кризис, представляя собой многокомпонентную систему, охватывающую трудовой потенциал сельских жителей, работодателей, имеющиеся вакансии, различные способы трудоустройства, включая индивидуальную трудовую деятельность, а также государственное регулирование трудовых взаимоотношений.

Ситуация с трудоустройством в сельских территориях претерпевает заметные изменения. Перечень актуальных профессий становится все более узким, количество вакансий в традиционных отраслях экономики неуклонно снижается, и значительная доля работоспособных граждан сталкивается с проблемой отсутствия стабильной занятости.

Указанные тенденции имеют как позитивные, так и негативные последствия. С одной стороны, это может стимулировать развитие новых направлений бизнеса и повышение квалификации работников. С другой – отсутствие рабочих мест может привести к оттоку населения из сельской местности и ухудшению социально-экономической ситуации.

Кроме того, расширяется выбор вариантов занятости, меняется роль работодателя как участника рынка, поддерживается привычный уклад жизни сельского труженика. Демографическое старение и отток молодежи за пределы сельской местности сдерживают перспективы расширения занятости и даже ведут к ее сокращению.

Особенности занятости в сельской местности создают трудности для достижения баланса из-за ряда факторов. Проблемы с трудоустройством усугубляются из-за территориальной разобщенности рабочих мест и доступной рабочей силы. Также негативно влияют слабое развитие секторов экономики, отличных от сельского хозяйства, удаленность служб занятости и нехватка информации о доступных вакансиях. Ухудшению ситуации

способствуют также ограниченная помощь малому бизнесу и сезонные колебания спроса на работников.

Чтобы изменить текущее положение дел, требуется комплексный подход, включающий создание, эффективное распределение и обдуманное применение рабочей силы с активным взаимодействием муниципальных органов управления, предприятий, их объединений и учебных заведений.

5. Существенным фактором для всестороннего развития сельских территорий и улучшения благосостояния жителей села является обеспечение занятости и повышение жизненного уровня за счет расширения направлений сельской экономики и развития дополнительных, не связанных с сельским хозяйством, видов деятельности.

Основная задача диверсификации сельского хозяйства – это обеспечение стабильного развития сельских территорий, что за счет эффективного распоряжения ресурсами и формирования новых рабочих мест для сельского населения и является важной частью стратегии развития этих территорий.

Стоит принимать во внимание, что неблагоприятные природно-климатические условия, сказывающиеся на конкурентоспособности сельского хозяйства, в сочетании с технологическим прогрессом в данной сфере приводят к сокращению рабочих мест. Возникает потребность в поиске альтернативных способов заработка. В связи с этим необходимо расширить поддержку аграрного сектора, включив в нее стимулирование развития местной промышленности, строительства, торговли, туризма, сферы услуг и других видов экономической активности.

При определении направлений диверсификации важно принимать во внимание, насколько сельскохозяйственные предприятия финансово устойчивы, насколько сельская местность привлекательна для туристической деятельности, доступность ресурсов, существующие рынки для сбыта произведенной продукции, основываясь на следующих принципах: приоритетное использование природных ресурсов региона и привлечение местного населения к новым видам деятельности; привлечение инвестиций, как из местных, так и из внешних источников; обеспечение полного цикла производства в пределах территории.

### **Заключение**

Формирование стратегии социально ориентированного развития сельских территорий предполагает использование совокупности организационных и экономических методов. Они должны быть нацелены на разрешение вопроса стабильного развития села в качестве социально-хозяйственной структуры, включая все области жизнедеятельности в сельской местности.

#### *Список литературы*

1. Греков, А. Н. Основные направления развития экономики аграрного региона / А. Н. Греков, О. С. Чиркина // Траектории социально-экономического развития региона в условиях внешнеполитического санкционного давления : материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф., Мичуринск-Наукоград РФ, 25 апреля 2023 года. – Мичуринск, 2023. – С. 90 – 93.

2. Грекова, Н. С. Основные направления стратегии развития сельскохозяйственного предприятия / Н. С. Грекова, Д. А. Костова // Траектории социально-экономического развития региона в условиях внешнеполитического санкционного давления : материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф., Мичуринск-Наукоград РФ, 25 апреля 2023 года. – Мичуринск, 2023. – С. 100 – 104.

3. Бабакина, Е. С. Управление трудовыми ресурсами и эффективность их использования в сельскохозяйственных организациях Тамбовской области / Е. С. Бабакина, А. С. Рубанова, М. А. Миронова // Траектории социально-экономического развития региона в условиях внешнеполитического санкционного давления : материалы III Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. – Мичуринск, 2025. – С. 76 – 79.

4. Левина, М. В. Экономическое развитие сельских территорий / М. В. Левина, С. Ю. Бурцев // Траектории социально-экономического развития региона в условиях внешнеполитического санкционного давления : материалы II Всерос. (национальной) науч.-практ. конф., Мичуринск, 17 апреля 2024 года. – Курск, 2024. – С. 147 – 152.

5. Карайчев, А. С. Современное состояние сельского хозяйства Тамбовской области / А. С. Карайчев // Траектории социально-экономического развития региона в условиях внешнеполитического санкционного давления : материалы II Всерос. (национальной) науч.-практ. конф., Мичуринск, 17 апреля 2024 года. – Курск, 2024. – С. 101 – 106.

6. Кузичева, Н. Ю. К вопросу о стратегии социально-экономического развития сельских территорий / Н. Ю. Кузичева., Е. А. Миронова // Аграрная экономика в условиях новых глобальных вызовов (V Шаляпинские чтения) : материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. – Мичуринск-Наукоград РФ, 2022. – С. 203 – 206.

7. Трунова, С. Н. Особенности разработки стратегии развития сельскохозяйственных организаций / С. Н. Трунова, Л. Г. Еганян // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 3. – URL : <https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/6881/6941> (дата обращения: 25.09.2025).

#### References

1. Grekov A.N., Chirkina O.S. *Trayektorii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona v usloviyakh vneshnepoliticheskogo sanktsionnogo davleniya: materialy Vseros. (natsional'noy) nauch.-prakt. konf.* [Trajectories of Socio-Economic Development of a region under the Conditions of Foreign Policy Sanctions Pressure: Proc. of the All-Russian (National) Scientific-Practical. Conf.], Michurinsk, 2023, pp. 90-93. (In Russ.)

2. Grekova N.S., Kostova D.A. *Trayektorii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona v usloviyakh vneshnepoliticheskogo sanktsionnogo davleniya: materialy Vseros. (natsional'noy) nauch.-prakt. konf.* [Trajectories of Socio-Economic Development of a region under the Conditions of Foreign Policy Sanctions Pressure: Proc. of the All-Russian (National) Scientific-Practical. Conf.], Michurinsk, 2023, pp. 100-104. (In Russ.)

3. Babakina Ye.S., Rubanova A.S., Mironova M.A. *Trayektorii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona v usloviyakh vneshnepoliticheskogo sanktsionnogo davleniya: materialy III Vseros. (natsional'noy) nauch.-prakt. konf.* [Trajectories of the Region's Socio-Economic Development under the Conditions of Foreign Policy Sanctions Pressure: Proc. of the III All-Russian (National) Scientific and Practical Conf.], Michurinsk, 2025, pp. 76-79. (In Russ.)

4. Levina M.V., Burtsev S.Yu. *Trayektorii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona v usloviyakh vneshnepoliticheskogo sanktsionnogo davleniya: materialy*

*II Vseross. (natsional'noy) nauch.-prakt. konf.* [Trajectories of the Region's Socio-Economic Development under the Conditions of Foreign Policy Sanctions Pressure: Proc. of the II All-Russian (National) Scientific and Practical Conf.], Kursk, 2024, pp. 147-152. (In Russ.)

5. Karaychev A.S., *Trayektorii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona v usloviyakh vneshnepoliticheskogo sanktsionnogo davleniya: materialy II Vseross. (natsional'noy) nauch.-prakt. konf.* [Trajectories of the Region's Socio-Economic Development under the Conditions of Foreign Policy Sanctions Pressure: Proc. of the II All-Russian (National) Scientific and Practical Conf.], Kursk, 2024, pp. 101-106. (In Russ.)

6. Kuzicheva N.Yu., Mironova Ye.A. *Agrarnaya ekonomika v usloviyakh novykh global'nykh vyzovov (V Shalyapinskiye chteniya): materialy Vseross. (natsional'noy) nauch.-prakt. konf.* [Agrarian Economy in the Context of New Global Challenges (V Shalyapin Readings): Proc. All-Russian (National) Scientific and Practical Conf.], Michurinsk-Naukograd RF, 2022, pp. 203-206. (In Russ.)

7. Trunova S.N., Yeganyan L.G. [Features of Developing a Development Strategy for Agricultural Organizations], *Nauka i Obrazovaniye* [Science and Education], 2024, vol. 7, no. 3, available at: <https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/6881/6941> (accessed 25 September 2025).

---

## Priority Directions for Socially-Oriented Development of Rural Areas

V. A. Solopov, E. S. Mishchenko, N. V. Zlobina,  
N. V. Karamnova, V. M. Belousov

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

**Keywords:** conceptual provisions of the strategy; rural areas; socially-oriented development; strategy; Tambov Region; stages of strategy development.

**Abstract:** A comprehensive analysis of the socio-economic situation in rural areas of the Tambov Region is conducted. A step-by-step model for developing a strategy aimed at socially-oriented development of rural areas in the region is presented. The main areas of the conceptual provisions of this strategy are defined, including: development of local self-government and civil society institutions; The creation and effective operation of social infrastructure and utilities; the formation of a social cluster and the promotion of corporate social responsibility in rural development; the development of the rural labor market; and the stimulation of rural economic diversification. The implementation of the rural development strategy will create conditions for improving the quality of life and standard of living for the rural population, building on the advantages of the rural lifestyle.

---

© В. А. Солопов, Е. С. Мищенко, Н. В. Злобина,  
Н. В. Карамнова, В. М. Белоусов, 2025

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ИНДЕКСА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНОВ ЦФО НА ОСНОВЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

**Р. Р. Толстяков, Н. В. Злобина, С. А. Кучерявенко**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»», Тамбов, Россия; ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»», Белгород, Россия*

**Ключевые слова:** визуализация экономических данных; индекс экономической устойчивости; карты позиционирования; факторный анализ; экономическая безопасность региона; экономическая преступность.

**Аннотация:** Рассмотрена актуальная проблема сравнительной оценки экономической устойчивости регионов Российской Федерации на примере Центрального федерального округа. Обоснована необходимость создания единого интегрального показателя экономической устойчивости региона, который учитывает как негативные (экономическая преступность), так и позитивные (экономическая безопасность) показатели. Предложена методика, базирующаяся на конфирматорном факторном анализе с использованием статистических данных по экономическим преступлениям. Предложенный механизм апробирован на данных из открытых статистических источников, в результате чего построены карты позиционирования регионов по годам за период 2022 – 2024, а также проведена оценка динамики изменения интегрального показателя экономической устойчивости регионов ЦФО.

### Введение

Начиная с 1990 года, интерес российских ученых к проблематике экономической безопасности становится одним из приоритетных направлений проводимых научных исследований. Очевидно, что создание эффективной системы обеспечения экономической безопасности выступает ус-

---

Толстяков Роман Рашидович – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономическая безопасность и качество», e-mail: tolstyakoff@mail.ru; Злобина Наталья Васильевна – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономическая безопасность и качество», ТамбГТУ, Тамбов, Россия; Кучерявенко Светлана Алексеевна – кандидат экономических наук, доцент, начальник отдела менеджмента качества, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия.

ловием устойчивого экономического развития на любом уровне управления [1]. При этом многообразие подходов и иногда избыточное множество параметров оценки экономической безопасности региона делает затруднительным сравнительный анализ объектов исследования между собой. Наиболее часто встречающиеся в научной публицистике методики оценки экономической безопасности представлены в табл. 1 (здесь и далее таблицы и рисунки составлены авторами).

На практике наиболее востребованным является индексный подход Третьякова Д. В. и Хаджаловой Х. М., а также механизм, используемый в Стратегии экономической безопасности РФ до 2030 года. С одной стороны, обилие теоретических и практических предложений и подходов к оценке экономической безопасности региона в пролонгированном научном периоде показывает актуальность данного направления, с другой – многообразие объекта исследования оставляет поле для авторских предложений в части совершенствования экономико-статистического моделирования и подходов к расчету единого индекса экономической устойчивости региона.

### **Методология исследования**

В развитии подходов, применяющих интегральный показатель для оценки экономической безопасности региона, предлагается использовать конфирматорный факторный анализ. При таком подходе укрупненно задачу можно разбить на следующие этапы:

- 1) отбор единых статистических показателей региона, отражающих критерии экономической безопасности – входных переменных в факторной модели;
- 2) построение факторной модели с одной компонентой (макрофактором);
- 3) проверка качества и обоснование построенной модели;
- 4) расчет латентной переменной, собственно интегрального показателя;
- 5) маркировка регионов исследования.

Источником модели выступают статистические показатели развития регионов из открытых источников. Настоящая модель базируется на оценке статистики по экономическим преступлениям, но может быть спроецирована на другую сферу экономической безопасности. Все показатели условно разделяются на два типа:

– негативные – число преступлений, число экономических преступлений, доля экономических преступлений, не раскрыто преступлений, зарегистрировано преступлений по ст. 290 УК РФ (получение взятки) и по ст. 291 УК РФ (дача взятки) и не раскрыто преступлений экономической направленности;

– позитивные – раскрыто преступлений, выявлено лиц, совершивших преступления экономической и коррупционной направленности, предварительно расследовано преступлений экономической и коррупционной направленности и их количество, уголовные дела которых направлены в суд.

Объединение двух типов в рамках одной факторной модели нецелесообразно, так как рост величины негативных показателей отражает экономические угрозы, а рост величины позитивных показателей – рост экономической безопасности. При совокупном объединении этих параметров

Таблица 1

**Классификация методических подходов к оценке уровня  
экономической безопасности региона**

Наименование подхода	Представители	Краткая характеристика
Комплексный метод – комплексная оценка экономической безопасности региона	Н. В. Дюженкова [2], Е. А. Олейников [3]	Использование большого количества факторов и показателей, возможность одновременного использования (комбинации) нескольких методов анализа
Индексный метод	Д. В. Третьяков [4], Х. М. Хаджалова [5]	Для оценки уровня экономической безопасности используется система заранее отобранных по определенным критериям показателей, на основе которой рассчитываются индексные величины
Сценарный метод	В. Л. Шульц, В. В. Кульба, А. Б. Шелков, И. В. Чернов [6]	Оценка базируется на различных сценариях развития регионов
Экспертный метод	В. А. Артамонова [7], Е. Н. Бекасова [8]	Предполагает использование в качестве основы оценки уровня экономической безопасности региона мнения и знания экспертов в формате рейтинговых и балльных оценок
Метод на основе экономико-математического моделирования	Т. Ю. Феофилова, Е. В. Радьгин, В. С. Лопников [9]	Проведение оценки на основе использования математических и статистических моделей
Макроэкономический метод – сравнение главных макроэкономических показателей с их пороговыми значениями	З. З. Абдулаева [10], С. Ю. Глазьев [11], И. В. Новикова, Н. И. Красников [12]	Для оценки уровня экономической безопасности регионов используются макроэкономические показатели. Проводится сравнение полученных расчетных значений с их пороговыми (нормативными) значениями
Динамический метод – оценка динамика развития региона по темпам роста основных макроэкономических показателей	И. В. Долматов [13], Н. М. Мухитов [14], В. К. Сенчагов, А. И. Соловьев [15]	В роли первостепенных индикаторов экономической безопасности принимаются социальные показатели
Эконометрический метод – оценка на базе многомерного статистического анализа, метода наименьших квадратов и др.	А. В. Минаков, Т. Н. Агапова [16]	Применяются интегральные показатели, которые характеризуют экономику и социальную сферу региона
Экспертрейтинговый метод – ранжирование уровней экономической безопасности с помощью рейтинговых, балльных и экспертных оценок	С. Г. Волков, С. В. Гук [17]	Используются балльные, экспертные и интегральные оценки показателей экономической безопасности

получатся разночтения. В связи с чем предполагается разделить входные данные на позитивные и негативные или параметры экономической преступности и экономической безопасности. Таким образом, могут быть рассчитаны два интегральных показателя – экономическая безопасность и экономическая преступность.

Проверка факторной модели осуществляется на основе традиционных подходов.

1. *Проверка входных данных на пригодность.* Для этого используется коэффициент Кайзера–Мейера–Олкина (**КМО**). Он позволяет определить, достаточно ли корреляций между входными переменными, чтобы факторный анализ был оправданным. Минимально допустимый порог КМО составляет 0,5.

2. *Построение графика нормализованного простого стресса или график «каменистой осыпи»* – это визуальный инструмент, с его помощью целесообразно определить количество факторов в факторной модели. На графике по оси  $X$  отображаются номера входных переменных (1, 2, 3 и т.д.), а по оси  $Y$  – собственные значения (eigenvalues), которые отражают долю дисперсии, объясненную каждым фактором. В случае пригодности входных данных для создания единого интегрального показателя график должен иметь вид резкого падения и затем, начиная с  $X = 2$ , плавно выравниваться вдоль оси. Однако точка излома может быть нечеткой, особенно если кривая плавно выравнивается, поэтому наиболее точным методом, подтверждающим количество факторов, служит таблица полной объясненной дисперсии.

3. *Оценка кумулятивного процента объясненной дисперсии* должна быть больше 60 % при одном факторе, но в качестве критического значения для завершения анализа возможно использовать значение 40 %.

4. *Построение матрицы компонент*, показывающей связи между исходными переменными и выделенными факторами. Для пригодности модели необходимо чтобы все (подавляющее большинство) коэффициентов принимали значения  $> 0,5$ . Хорошим результатом считается значение 0,7.

5. *Расчет коэффициента Composite Reliability (CR).* Это показатель внутренней согласованности факторов, являющийся альтернативой более известному коэффициенту альфа Кронбаха, но считается более точным в контексте факторного анализа. Точкой отсечки является значение  $CR = 0,7$ .

В случае соблюдения всех условий результат факторной модели целесообразно использовать для вычисления латентных переменных. Расчет латентных переменных предлагается провести на основе нормирования факторных значений в диапазоне от 1 до 10. Для интегрального показателя экономической преступности величина 1 соответствует очень низкому значению преступности, 10 – самому высокому. Это характеризует относительный показатель для сравнения регионов между собой. Нормирование не учитывает специфику региона, в том числе его географические размеры и численность. Предполагается, что это косвенно отражается во входных статистических показателях.

Для интегрального показателя экономической безопасности подход идентичный. Таким образом, каждый регион будет маркироваться двумя показателями – позитивным и негативным. С другой стороны, если  $X_{\text{ЭК.пр}}$  –

нормированный показатель экономической преступности,  $X_{\text{эк.без}}$  – нормированный показатель экономической безопасности, то единый индекс  $I$  для каждого региона может быть рассчитан как

$$I = (X_{\text{эк.без}} - X_{\text{эк.пр}}) / (X_{\text{эк.без}} + X_{\text{эк.пр}}).$$

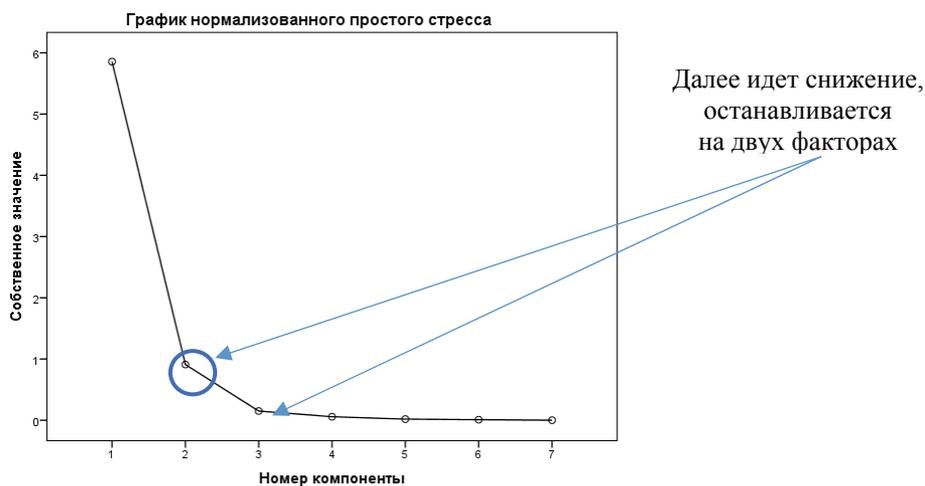
Такой подход целесообразно использовать при анализе региона в динамике по годам.

### Результаты исследования

Источником данных выступили материалы портала правовой статистики Генеральной прокуратуры Российской Федерации<sup>1</sup>, сайта Единой межведомственной информационно-статистической системы<sup>2</sup>, ниже представлен срез за 2024 год. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного продукта IBM SPSS Statistics.

При расчете индекса экономической преступности посредством факторного анализа полученная модель имеет следующие критерии:

- КМО = 0,615; статистическая значимость p-value = 0,001;
- визуально график нормализованного стресса подтверждает гипотезу о наличии одного макрофактора (рис. 1);
- кумулятивный процент полной объясненной дисперсии равен 83,64;
- матрица компонент показывает, насколько тесно коррелируют входные переменные с итоговым фактором. Видно, что шесть из семи переменных имеют высокую корреляцию с полученным макрофактором (> 0,6), одна переменная (доля экономических преступлений, %) не достигает порогового значения 0,5 (табл. 2).



**Рис. 1. График собственных значений при расчете факторной модели для показателей экономической преступности**

<sup>1</sup> Генеральная прокуратура РФ : Портал правовой статистики. Показатели преступности России / Таблица. – URL : [http://crimestat.ru/offenses\\_table](http://crimestat.ru/offenses_table) (дата обращения: 10.10.2025).

<sup>2</sup> ЕМИСС : Государственная статистика. Количество преступлений экономической направленности, зарегистрированных в отчетном периоде. – URL : <https://www.fedstat.ru/indicator/36222> (дата обращения: 10.10.2025).

Таблица 2

## Матрица компонент

Компонента*	Корреляция
Число преступлений	0,982
Число экономических преступлений	0,996
Доля экономических преступлений, %	<b>0,452</b>
Не раскрыто преступлений	0,986
Зарегистрировано преступлений по ст. 290 УК РФ (получение взятки)	0,966
Зарегистрировано преступлений по ст. 291 УК РФ (дача взятки)	0,949
Не раскрыто преступлений экономической направленности	0,943

\* Метод выделения: анализ методом главных компонент.

Исходя из матрицы компонент, проведен расчет коэффициента CR (комплексной надежности) сформированного фактора (табл. 3). Значение  $CR > 0,7$ , следовательно, построенная модель в полной мере пригодна для дальнейшего анализа.

Формула для расчета коэффициента комплексной надежности:

$$CR = \frac{(\sum L)^2}{(\sum L)^2 + \sum (1 - L^2)}$$

где  $L$  – коэффициенты корреляции;

$$CR = \frac{6,274}{(6,274 + 1,145)} = 0,846.$$

Для расчета латентной переменной значения факторов модели сохранены на основе метода регрессии. Для нормирования полученной переменной FAC1\_1 воспользуемся следующим методом (рис. 2):

- найдем наибольшее и наименьшее значения переменной FAC1\_1;
- разделим полученное значение на 10 (при нормировании к десятибалльной шкале);
- получим девять реперных точек, определяющих значения новой переменной А, В, С, D, E, F, G, H, I.

Визуально распределение ненормированных значений переменных по девяти нормированным значениям представлен на точечной диаграмме (рис. 3).

Если переменная FAC1\_1 находится ниже реперной точки А, то нормированное значение переменной будет равно 1, что соответствует низкому уровню экономической преступности. Далее по аналогии: между А и В – 2; В и С – 3, С и D – 4, D и E – 5; E и F – 6; F и G – 7; G и H – 8; H и I – 9. Исходя из графика, можно сказать, что нормированные значения

Таблица 3

Расчет коэффициента CR

Компонента	$L$	$L^2$	$1 - L^2$
Число преступлений	0,982	0,963	0,037
Число экономических преступлений	0,996	0,993	0,007
Доля экономических преступлений, %	0,452	0,204	0,796
Не раскрыто преступлений	0,986	0,972	0,028
Зарегистрировано преступлений по ст. 290 УК РФ (получение взятки)	0,966	0,933	0,067
Зарегистрировано преступлений по ст. 291 УК РФ (дача взятки)	0,949	0,901	0,099
Не раскрыто преступлений экономической направленности	0,943	0,889	0,111
Сумма	6,274		1,145

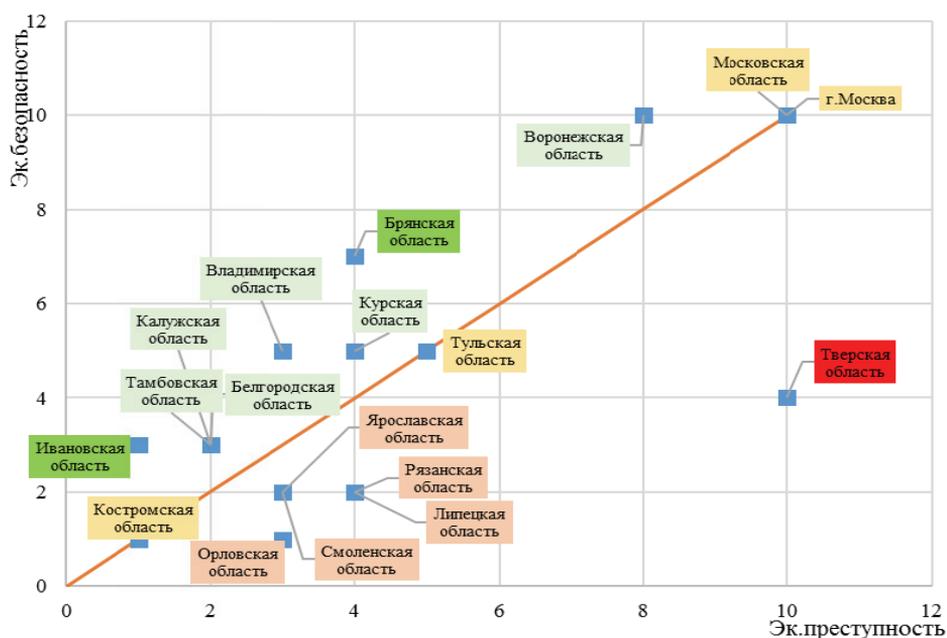
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1 reg	X	Fac	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Индекс зла	мин		-0,54958	
2 Белгородская область	1	-0,45878	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323	=ВП(C2;SP\$6:\$Q\$15;2;1)	4	L		0,28809	
3 Брянская область	2	-0,2949	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323					0,83767	
4 Владимирская область	3	-0,3502	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323						
5 Воронежская область	4	0,07448	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323						
6 Ивановская область	5	-0,53415	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			MIN		-0,54958	1
7 Калужская область	6	-0,45123	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			A		-0,46581	2
8 Костромская область	7	-0,54958	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			B		-0,38205	3
9 Курская область	8	-0,2513	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			C		-0,29828	4
10 Липецкая область	9	-0,24578	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			D		-0,21451	5
11 г. Москва	10	3,70689	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			E		-0,13075	6
12 Московская область	11	1,05971	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			F		-0,04698	7
13 Орловская область	12	-0,37011	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			G		0,036789	8
14 Рязанская область	13	-0,29768	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			H		0,120556	9
15 Смоленская область	14	-0,33642	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323			I		0,204323	10
16 Тамбовская область	15	-0,45221	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323						
17 Тверская область	16	0,28809	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323						
18 Тульская область	17	-0,15561	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323						
19 Ярославская область	18	-0,38122	-0,46581	-0,38205	-0,29828	-0,21451	-0,13075	-0,04698	0,036789	0,120556	0,204323						

а)



б)

Рис. 2. Расчет (а) и визуализация (б) нормированного индекса экономической преступности по регионам в электронных таблицах



**Рис. 3. Визуализация индекса экономической преступности и экономической безопасности по регионам ЦФО за 2024 г**

Таблица 4

**Сводные показатели факторных моделей**

Год	Экономическая безопасность			Экономическая преступность		
	КМО	Дисперсия, %	CR	КМО	Дисперсия, %	CR
2022	0,582	94,83	0,949	0,752	86,39	0,871
2023	0,581	95,52	0,956	0,779	84,4	0,852
2024	0,641	94,74	0,948	0,615	83,64	0,845

переменной в областях равны: Ивановская и Костромская – 1; Белгородская, Калужская и Тамбовская – 2; Владимирская, Орловская, Смоленская и Ярославская – 3; Брянская, Курская, Липецкая и Рязанская – 4; Тульская – 5; Воронежская – 8; г. Москва и Московская область и Тверская – 10.

Аналогичным образом построены и подтверждены факторные модели по показателю экономической преступности в срезах за 2022 – 2024 гг. Сводные показатели, показывающие пригодность факторных моделей, приведены в табл. 4.

**Заключение**

Для подведения логического итога необходимо объединить два индекса (экономическая преступность и экономическая безопасность) и рассчитать единый индекс для каждого региона. Предлагается графически визуализировать относительное положение регионов на декартовой плоскости.

кости. По оси  $X$  откладывается индекс экономической преступности (негативные факторы), по оси  $Y$  – индекс экономической безопасности (позитивные факторы). Получившийся квадрат (см. рис. 3)  $10 \times 10$  – диагональ разбивает на две части, все кто выше диагонали – регионы, в которых уровень экономической безопасности выше, чем уровень экономической преступности. Причем, чем дальше регион от диагонали, тем выше уровень экономической устойчивости (Калужская, Белгородская, Тамбовская области и т.д.).

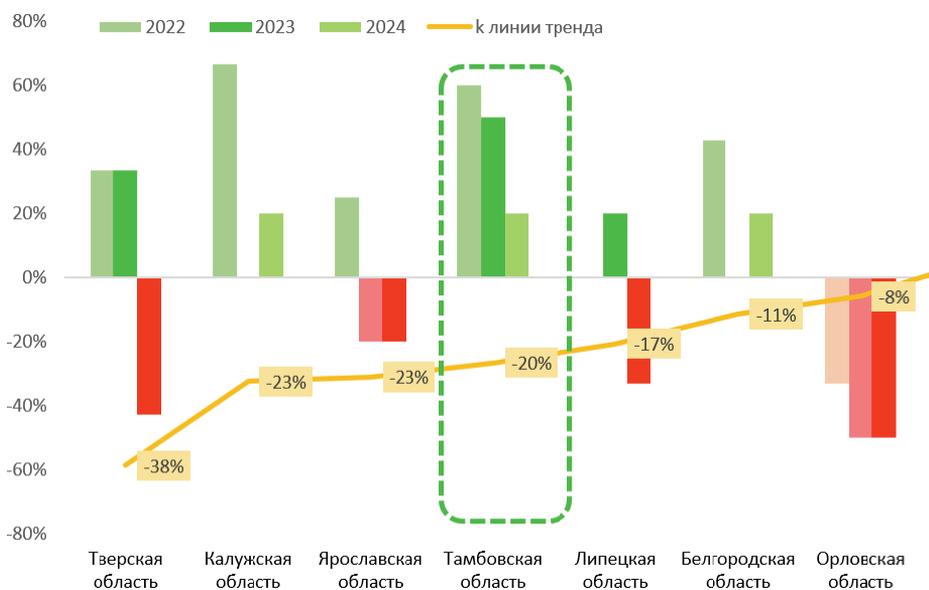
Если ниже диагонали, то наоборот – уровень экономической преступности выше, чем экономической безопасности, следовательно устойчивость региона ниже. Чем дальше от диагонали, тем хуже положение региона (Смоленская область, Рязанская и т.д.). Если точка области находится на диагонали, то сохраняется паритет между безопасностью и преступностью. Чем более удален регион от точки  $(0,0)$ , тем выше абсолютные показатели исходных параметров.

Положение экономической устойчивости изменяется во времени. Предлагаемая методика позволяет не только оценить относительное положение регионов в фиксированном интервале времени, но и провести такую оценку в динамике по годам (табл. 5).

Таблица 5

**Динамика нормированных показателей экономической безопасности и экономической преступности и расчет индекса экономической устойчивости региона за период 2022 – 2024 гг.**

Область	2022			2023			2024		
	$X_{\text{эк.пр}}$	$X_{\text{эк.без}}$	Индекс, %	$X_{\text{эк.пр}}$	$X_{\text{эк.без}}$	Индекс, %	$X_{\text{эк.пр}}$	$X_{\text{эк.без}}$	Индекс, %
Белгородская	2	5	42,9	2	2	0,0	2	3	20,0
Брянская	8	8	0,0	5	8	23,1	4	7	27,3
Владимирская	5	5	0,0	5	4	-11,1	3	5	25,0
Воронежская	10	10	0,0	10	10	0,0	8	10	11,1
Ивановская	5	4	-11,1	3	2	-20,0	1	3	50,0
Калужская	1	5	66,7	2	2	0,0	2	3	20,0
Костромская	1	1	0,0	1	1	0,0	1	1	0,0
Курская	3	4	14,3	4	3	-14,3	4	5	11,1
Липецкая	2	2	0,0	2	3	20,0	4	2	-33,3
г. Москва	10	10	0,0	10	10	0,0	10	10	0,0
Московская	10	10	0,0	10	10	0,0	10	10	0,0
Орловская	2	1	-33,3	3	1	-50,0	3	1	-50,0
Рязанская	5	2	-42,9	6	1	-71,4	4	2	-33,3
Смоленская	5	3	-25,0	5	2	-42,9	3	2	-20,0
Тамбовская	1	4	60,0	1	3	50,0	2	3	20,0
Тверская	2	4	33,3	2	4	33,3	10	4	-42,9
Тульская	9	7	-12,5	6	5	-9,1	5	5	0,0
Ярославская	3	5	25,0	3	2	-20,0	3	2	-20,0



**Рис. 4. Динамика экономической безопасности по регионам ЦФО за 2022 – 2024 гг. (фрагмент от общих данных)**

В развитии методики можно предложить различные методы визуализации динамического изменения индекса экономической устойчивости региона, начиная от спарклайнов до инфографики (рис. 4). По рисунку 4 можно сделать вывод, что Тверская область на протяжении 2022–2023 гг. была в зеленой зоне, но в 2024 г. сильно «просела». Тамбовская область, напротив, находится в снижающем тренде, но в зеленой зоне.

#### *Список литературы*

1. Маркина, С. А. Оценка и прогнозирование экономической преступности в системе обеспечения экономической безопасности / С. А. Маркина // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2019. – Т. 9, № 6(35). – С. 147 – 162.
2. Дюженкова, Н. В. Управление экономической безопасностью региона в современной России : дис. ... канд. экон. наук / Н. В. Дюженкова. – Тамбов, 2002. – 232 с.
3. Олейников, Е. А. Многофакторные модели по оценке экономического потенциала компании / Е. А. Олейников, С. А. Филин, А. С. Муравьев // Экономический анализ: теория и практика. – 2003. – № 10(13). – С. 35 – 44.
4. Третьяков, Д. В. Организационно-методический инструментарий обеспечения экономической безопасности региона : дис. ... канд. экон. наук / Д. В. Третьяков. – Тамбов, 2012. – 173 с.
5. Хаджалова, Х. М. Индекс человеческого развития как интегральный показатель благосостояния населения региона / Х. М. Хаджалова, Ф. И. Мирзабаева // Вопросы структуризации экономики. – 2000. – № 7. – С. 38 – 42.
6. Методы анализа влияния процессов трансформации права на развитие социально-экономической системы в условиях цифровизации: сценарный подход (постановка задачи) / В. Л. Шульц, В. В. Кульба, А. Б. Шелков, И. В. Чернов, А. А. Тимошенко // Российский журнал правовых исследований. – 2021. – Т. 8, № 1. – С. 19 – 36. doi: 10.17816/RJLS65146

7. Артамонов, В. А. Оценка механизма обеспечения экономической безопасности предприятия / В. А. Артамонов // Вестник науки. – 2024. – Т. 4, № 12(81). – С. 71 – 76.
8. Бекасова, Е. Н. Практический подход в экспертной оценке экономической безопасности предприятия / Е. Н. Бекасова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2021. – № 8(78). – С. 9 – 13. doi: 10.24412/2411-0450-2021-8-9-13
9. Феофилова, Т. Ю. Экономико-математические методы в моделировании системы управления обеспечением экономической безопасности / Т. Ю. Феофилова, Е. В. Радыгин, В. С. Лоптников // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7, № 2(27). – 13 с. doi: 10.15862/138EVN215. – URL : [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_24104425\\_57959115.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_24104425_57959115.pdf) (дата обращения: 10.10.2025).
10. Абдулаева, З. З. Разработка оптимальной системы экономических показателей безопасности в регионе / З. З. Абдулаева // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2010. – № 4(26). – С. 348 – 356.
11. Глазьев, С. Ю. Создание системы обеспечения экономической безопасности и управления развитием России / С. Ю. Глазьев // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2015. – № 4. – С. 12 – 26.
12. Новикова, И. В. Факторы региональной экономической безопасности / И. В. Новикова, Н. И. Красников // Вестник Ставропольского государственного университета. – 2008. – № 5. – С. 114 – 120.
13. Долматов, И. В. Формирование региональной системы обеспечения экономической безопасности : дис. ... канд. экон. наук / И. В. Долматов. – М., 2002. – 151 с.
14. Мухитов, Н. М. К вопросу об экономической безопасности государственных корпораций / Н. М. Мухитов // Интеграл. – 2011. – № 6. – С. 38.
15. Сенчагов, В. К. Глобальные риски и экономическая безопасность России: проблемы управления / В. К. Сенчагов, А. И. Соловьев // Современные технологии управления. – 2015. – № 10(58). – С. 19 – 27.
16. Минаков, А. В. Особенности формирования региональной инвестиционной безопасности в современных условиях / А. В. Минаков, Т. Н. Агапова // Вестник экономической безопасности. – 2024. – № 1. – С. 210 – 217. doi: 10.24412/2414-3995-2024-1-210-217
17. Гук, С. В. Экономическая безопасность регионального развития: институциональные условия, социальные императивы, инструментарий обеспечения: на примере Дальневосточного федерального округа : дис. ... канд. экон. наук / С. В. Гук. – Ростов н/Д, 2008. – 160 с.

### References

1. Markina S.A. [Assessment and Forecasting of Economic Crime in the Economic Security System], *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment* [Bulletin of the South-West State University. Series: Economics. Sociology. Management], 2019, vol. 9, no. 6(35), pp. 147-162. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Dyuzhenkova N.V. *PhD of Candidate's thesis (Economic)*, Tambov, 2002, 232 p. (In Russ.)
3. Oleynikov E.A., Filin S.A., Muravyov A.S. [Multifactor Models for Assessing a Company's Economic Potential], *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice], 2003, no. 10(13), pp. 35-44. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Tretyakov D.V. *PhD of Candidate's thesis (Economic)*, Tambov, 2012, 173 p. (In Russ.)
5. Khadzhhalova Kh.M., Mirzabalaeva F.I. [Human Development Index as an integral indicator of the well-being of the region's population], *Voprosy strukturirovaniya ekonomiki* [Issues of structuring the economy], 2000, no. 7, pp. 38-42. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Shultz V.L., Kul'ba V.V., Shelkov A.B., Chernov I.V., Timoshenko A.A. [Methods for analyzing the impact of legal transformation processes on the development of the socio-economic system in the context of digitalization: a scenario approach (problem statement)], *Rossiyskiy zhurnal pravovykh issledovaniy* [Russian Journal of Legal Research], 2021, vol. 8, no. 1, pp. 19-36. doi: 10.17816/RJLS65146 (In Russ., abstract in Eng.)
7. Artamonov V.A. [Assessment of the mechanism for ensuring the economic security of an enterprise], *Vestnik nauki* [Science Bulletin], 2024, vol. 4, no. 12(81), pp. 71-76. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Bekasova E.N. [Practical Approach to Expert Assessment of Enterprise Economic Security], *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economy and Business: Theory and Practice], 2021, no. 8(78), pp. 9-13. doi: 10.24412/2411-0450-2021-8-9-13 (In Russ., abstract in Eng.)
9. Feofilova T.Yu., Radygin E.V., Loptnikov V.S. [Economic and Mathematical Methods in Modeling the Economic Security Management System], *Internet-zhurnal Naukovedenie* [Online Journal of Naukovedenie], 2015, vol. 7, no. 2(27), 13 p. doi: 10.15862/138EVN215. available at: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_24104425\\_57959115.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_24104425_57959115.pdf) (accessed 10 October 2025) (In Russ., abstract in Eng.)
10. Abdulaeva Z.Z. [Development of an optimal system of economic indicators of security in the region], *Regional'nyye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional problems of economic transformation], 2010, no. 4(26), pp. 348-356. (In Russ., abstract in Eng.)
11. Glazyev S.Yu. [Creation of a system for ensuring economic security and managing the development of Russia], *Menedzhment i biznes-administrirvaniye* [Management and Business Administration], 2015, no. 4, pp. 12-26. (In Russ., abstract in Eng.)
12. Novikova I.V., Krasnikov N.I. [Factors of regional economic security], *Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Stavropol State University], 2008, no. 5, pp. 114-120. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Dolmatov I.V. *PhD of Candidate's thesis (Economic)*, Moscow, 2002, 151 p. (In Russ.)
14. Mukhitov N.M. [On the issue of economic security of state corporations], *Integral* [On the issue of economic security of state corporations], *Integral*, 2011, no. 6, pp. 38. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Senchagov V.K., Solov'yev A.I. [Global risks and economic security of Russia: management problems], *Sovremennyye tekhnologii upravleniya* [Modern Management Technologies], 2015, no. 10(58), pp. 19-27. (In Russ., abstract in Eng.)
16. Minakov A.V., Agapova T.N. [Features of the formation of regional investment security in modern conditions], *Vestnik ekonomicheskoy bezopasnosti* [Bulletin of Economic Security], 2024, no. 1, pp. 210-217. doi: 10.24412/2414-3995-2024-1-210-217 (In Russ., abstract in Eng.)
17. Guk S.V. *PhD of Candidate's thesis (Economic)*, Rostov n/D, 2008, 160 p. (In Russ.)

## **A Method for Calculating the Economic Stability Index of Central Federal District Regions Based on Factor Analysis**

**R. R. Tolstyakov, N. V. Zlobina, S. A. Kucheryavenko**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia;  
Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia*

**Keywords:** economic data visualization; economic stability index; positioning maps; factor analysis; regional economic security; economic crime.

**Abstract:** This article examines the pressing issue of comparative assessment of the economic stability of Russian regions using the Central Federal District as an example. It substantiates the need to create a single integrated indicator of regional economic stability that takes into account both negative (economic crime) and positive (economic security) indicators. A methodology based on confirmatory factor analysis using statistical data on economic crimes is proposed. The proposed mechanism was tested using data from open statistical sources, resulting in the construction of regional positioning maps by year for the period 2022–2024, as well as an assessment of the dynamics of changes in the integrated economic resilience indicator for the Central Federal District regions.

---

© Р. Р. Толстяков, Н. В. Злобина, С. А. Кучерявенко, 2025

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАЛОГОВЫХ СТИМУЛОВ НА ИНВЕСТИЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Р. Ю. Черкашнев, М. К. Ашурбекова**

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

**Ключевые слова:** налоговые стимулы; оптимизация налогового стимулирования; промышленный сектор; Тамбовская область.

**Аннотация:** Изучены теоретические аспекты: классификация и механизм воздействия на инвестиции, показатели и макро-/микроэкономические факторы, специфика промышленного сектора Тамбовской области. Исследована и осуществлена критика налоговых стимулов в Тамбовской области. Предложены меры по оптимизации налогового стимулирования в области путем осуществления сравнительного анализа с другими регионами ЦФО. Разработана инновационная модель для оценки влияния налоговых стимулов на инвестиционную активность в промышленном секторе.

### **Введение**

Формирование условий, способствующих привлечению инвестиций в реальный сектор экономики, признано одной из приоритетных задач стратегического развития России, о чем свидетельствует Указ Президента РФ от 7 мая 2024 года № 309 [1]. Налоговое стимулирование, являясь важнейшим элементом финансово-экономической политики государства, оказывает комплексное воздействие на инвестиционную мотивацию предприятий и структуру вложений в промышленное производство.

Тамбовская область характеризуется наличием развитой промышленной инфраструктуры и положительной динамикой ключевых показателей отрасли. По данным за 2024 год, объемы промышленного производства выросли на 12,5 % по сравнению с аналогичным периодом 2023 года. По индексу промышленного производства регион занимает седьмое место среди субъектов РФ [2]. В отраслевой структуре региона преобладают обрабатывающие производства, формирующие свыше 88 % объема отгруженной продукции. Ведущими направлениями остаются пищевая, маши-

---

Черкашнев Роман Юрьевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры стратегического развития экономики, e-mail: zakat05@mail.ru; Ашурбекова Мадина Курбановна – студент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина», Тамбов, Россия.

ностроительная, химическая промышленность, а также производство электротехнического оборудования и транспортных средств [3].

В 2024 году в Тамбовской области создан первый кластер сельскохозяйственного машиностроения (5 предприятий), планируется запуск еще 12 кластеров, включая нефтегазовый, охватывающий Тамбовскую, Тульскую, Воронежскую, Рязанскую, Челябинскую области и Пермский край. Создается особая экономическая зона промышленного типа с инвестициями свыше 20 млрд руб. и налоговыми льготами для резидентов. Кроме того, зафиксирован рост числа субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП) – на 5 % за 9 месяцев 2024 г. [4].

### Материалы и методы

Эмпирической базой исследования послужили официальные статистические и нормативно-правовые источники, отражающие состояние инвестиционной активности и особенности налогового регулирования в промышленном секторе Тамбовской области. Информационно-аналитические материалы сгруппированы по двум категориям: данные, характеризующие совокупность всех промышленных предприятий региона, и сведения, относящиеся к субъектам МСП.

Основные источники данных:

– официальные сведения Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области (объемы инвестиций, структура вложений, индекс промышленного производства, валовой региональный продукт, налоговые поступления) за 2022 – 2024 гг. [4, 5];

– данные инвестиционного паспорта Тамбовской области, включая структуру инвестиционных проектов, отраслевую дифференциацию, формы государственной поддержки [3];

– нормативно-правовая база Тамбовской области: Закон № 170-З «О налоге на имущество организаций», Закон № 553-З, Закон № 428-З, Постановление № 858 и др., регулирующие налоговое стимулирование инвестиционной деятельности [6 – 9];

– информация с официальных сайтов органов исполнительной власти региона – о развитии промышленных кластеров, особых экономических зон, налоговых льготах и программах поддержки МСП [2, 3, 10].

В рамках исследования применены следующие методы:

– метод сравнительно-статистического анализа – для выявления различий в инвестиционной активности и налоговой нагрузке между МСП и крупными предприятиями региона;

– коэффициентный и индексный анализ – при расчете показателей прироста инвестиций, налоговой нагрузки, индекса промышленного производства;

– графическая визуализация – для представления статистических данных в наглядной форме (рис. 1 – 5);

– моделирование на основе интегрального индекса инвестиционной эластичности промышленного развития (ИИЭПР), позволяющего количе-

ственно оценить влияние налоговой политики на инвестиции и выпуск продукции.

Расчеты по ИИЭПР выполнены на основе фактических данных за 2022 – 2023 гг., включая объемы инвестиций в основной капитал, налоговые поступления, ВРП и индекс промышленного производства [4, 5]. Коэффициенты структурной эффективности  $\beta$  и технологической интенсивности  $\gamma$  варьировались в диапазоне, обоснованном текущей отраслевой структурой региона. Модель позволила оценить как чувствительность инвестиций к изменениям налоговой нагрузки, так и эффективность трансформации инвестиций в промышленный рост.

Таким образом, применяемые методы обеспечили комплексную количественную и качественную оценку влияния налоговых стимулов на инвестиционную активность в промышленности региона.

### Результаты и их обсуждение

Промышленный сектор Тамбовской области имеет ключевое значение для социально-экономического развития, при этом прямое государственное участие в инвестициях ограничено. Важным инструментом стимулирования инвестиционной активности является налоговое стимулирование, включающее снижение налоговых ставок, инвестиционные вычеты, налоговые каникулы, преференции для кластеров и резидентов особой экономической зоны (ОЭЗ). Эти меры снижают налоговую нагрузку и улучшают инвестиционный климат.

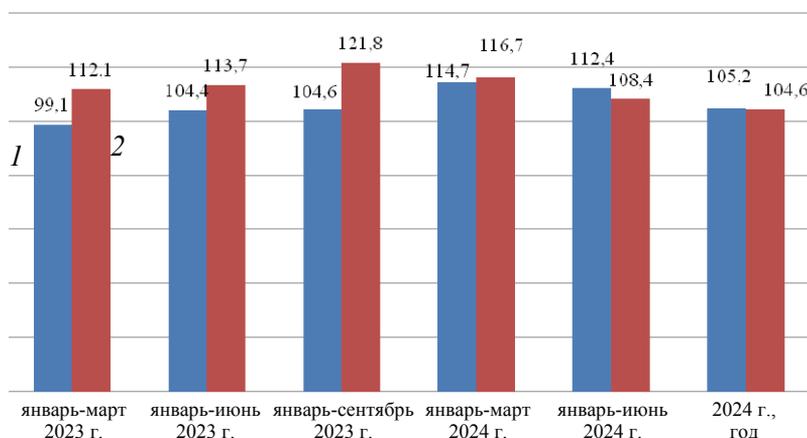
Основные механизмы налогового стимулирования в регионе:

1. Списание расходов на НИОКР – уменьшает налогооблагаемую прибыль.
2. Налоговый исследовательский кредит – увеличивает инвестиции в НИОКР.
3. Ускоренная амортизация основных фондов – стимулирует вложения в оборудование.
4. Инвестиционный налоговый кредит – поддерживает технологическую модернизацию.
5. Льготы на доход из иностранного источника – предотвращают двойное налогообложение.
6. Льготы на прибыль от продажи акций – стимулируют долгосрочные инновационные проекты.
7. Налоговый зарплатный кредит – компенсирует затраты на высококвалифицированный труд.

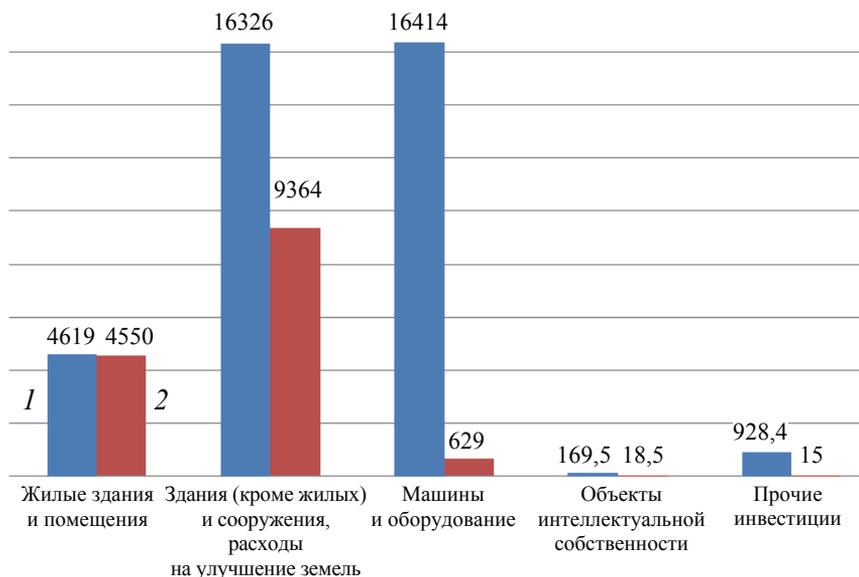
Эти инструменты положительно влияют на макро- и микроэкономические показатели. По данным инвестиционного паспорта Тамбовской области и Тамбовстата, реализуется около 30 проектов на сумму свыше 60 млрд р. В 2024 году инвестиции в промышленность превысили 18 млрд р. (рост в 2,5 раза), инвестиции в основной капитал выросли на 4,6 %, составив 92,4 млрд р. Рост промышленного производства составил 112,5 %, что обеспечило региону второе место в ЦФО. Средняя зарплата в отрасли увеличилась более чем на 25 %, налоговые поступления – на 23 %. Освоено

производство свыше 120 видов импортозамещающей продукции, включая спецтехнику, навигационные приборы и химматериалы [4].

На рисунках 1, 2 представлены данные, отражающие основную статистическую картину инвестиционной активности промышленного сектора Тамбовской области. Рисунок 2 отражает выраженную диспропорцию в структуре инвестиций. Малый и средний бизнес направляет 98,5 % вложений в жилые здания, тогда как крупные предприятия инвестируют преимущественно в машины и оборудование, используя в основном собственные средства – 15 087,6 млн р., в отличие от МСП, зависящих от заемных средств.



**Рис. 1. Динамика инвестиций в основной капитал, %:**  
1 – по организациям, не относящимся к МСП; 2 – по полному кругу организаций



**Рис. 2. Видовая структура инвестиций в основной капитал, млн. руб., 2024 г.**  
1 – по полному кругу организаций; 2 – по МСП

Лидерами по инвестициям в промышленности в 2024 г. стали АПК (10,9 %), машиностроение (4,8 %) и пищевая промышленность (4,7 %). Затем идет химическая промышленность (3,4 %), по 2,9 % приходится на переработку отходов и энергетику, оставшиеся 70,4 % – непромышленный сектор. В 2024 году обрабатывающие производства получили 40,4 % всех инвестиций (9 623 млн р.), что на 27,7 % выше уровня прошлого года и существенно превышает показатель 2019 г. (3,9 млрд р.) благодаря преодолению санкционных ограничений.

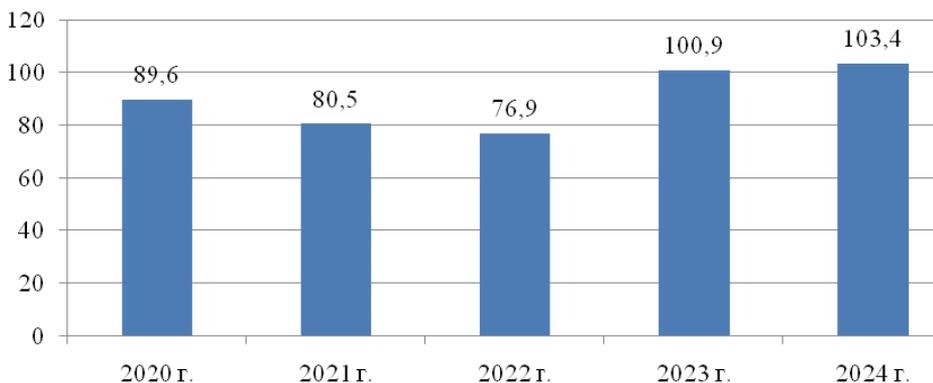
Санкции ограничили экспорт и доступ к технологиям, вызвав рост цен на сырье, логистику и кредиты, снизив при этом инвестиционную активность. Однако не во всех регионах и не во всех отраслях ущерб для предприятий будет одинаковым, поскольку на каждую отрасль санкции влияют по-разному, в зависимости от перечня санкционных ограничений, целевых рынков, сырья, оборудования, расходных материалов и других компонентов.

Для наглядности представим индексы физического объема инвестиций в основной капитал в промышленный сектор Тамбовской области (рис. 3). В период с 2018 по 2023 гг. индекс физического объема инвестиций в основной капитал Тамбовской области снижался. В 2024 году благодаря федеральным и региональным мерам зафиксирован рост.

Ключевым федеральным инструментом является инвестиционный налоговый кредит (Постановление Тамбовской области от 09.02.2000 г. № 104), предоставляемый по налогу на прибыль, региональным и местным налогам, сроком от 1 до 10 лет. Условия регулируются ст.ст. 66 и 67 Налогового кодекса РФ. Кредит позволяет постепенно снижать налоговые платежи в пределах установленной суммы.

Региональные меры включают:

1. Налоговые каникулы – 0 % ставка по упрощенной и патентной системам для новых предпринимателей до 1 января 2027 года (Закон Тамбовской области № 553-З от 29.10.2024) [8]; реализуются в рамках региональной бюджетной и налоговой политики (Постановление № 858 от 22.10.2020 г.) [9].



**Рис. 3. Индексы физического объема инвестиций в основной капитал по Тамбовской области [4]**

2. Льготы по налогу на имущество организаций – полное освобождение для имущества, созданного в инвестиционных проектах, объектов газораспределения (догазификация) и жилищного фонда (Закон № 170-З от 28.11.2003 г.) [7].

3. Поддержка малого и среднего предпринимательства, включая:

- сниженные ставки упрощенной системы налогообложения (УСН) 1 % и 5 % – для социальных предприятий;
- УСН 1 % – для зарегистрированных в регионе ИТ-компаний и производителей беспилотников;
- формирование реестра семейных предприятий – для упрощенного доступа к мерам поддержки.

Налоговая политика региона преимущественно ориентирована на «бюджетообразующих» налогоплательщиков. Для резидентов технопарков установлены льготные ставки по УСН: 1 % по системе «Доходы» и 5 % по «Доходы минус расходы», по видам деятельности согласно общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД): 26, 61–63, 71–72, 74.

Несмотря на фрагментарность и ограниченность налоговых стимулов, Тамбовская область занимает устойчивые позиции среди регионов ЦФО. В 2024 году доля инвестиций в основной капитал составила 8,4 %, что выше уровня 2019 г. (3,9 %) и средних значений по ЦФО (7,3 %) и России (10,9 и 8 % соответственно).

Среди лидеров по инвестициям в основной капитал в ЦФО – Смоленская, Тверская, Рязанская, Липецкая и Брянская области, что подтверждает возможную связь между налоговыми стимулами и инвестиционной активностью.

В таблице 1 наглядно представлены основные налоговые стимулы исследуемых регионов. Смоленская область сочетает налоговые льготы с инфраструктурной и субсидийной поддержкой, ориентируясь на высокотехнологичные отрасли. Тверская область фокусируется на резидентах ОЭЗ «Эммаусс» и агросекторе, обеспечивая налоговые преференции и субсидии для традиционных и инновационных отраслей. Рязанская область применяет универсальный подход, охватывая МСП, научные и социальные организации, поддерживая стратегические отрасли. В результате анализа отмечена необходимость диверсификации налоговых стимулов в Тамбовской области с акцентом на высокотехнологичные сектора.

Для количественной оценки влияния налоговых стимулов в промышленности региона предложен интегральный индекс инвестиционной эластичности промышленного развития (ИИЭПР), отражающий взаимосвязь между налоговыми поступлениями, инвестициями и промышленным выпуском:

$$\text{ИИЭПР} = \beta \frac{\Delta \text{ИП} / \text{ИП}}{\Delta \text{НН} / \text{НН}} \frac{\Delta \text{ПП} / \text{ПП}}{\Delta \text{ИП} / \text{ИП}} \gamma, \quad (1)$$

Таблица 1

**Передовые практики налоговой политики субъектов ЦФО**

Наименование	Содержание
Смоленская область	Льготы по налогу на имущество и прибыли организаций; инвестиционный налоговый вычет; аренда земель без торгов для крупных проектов; специальные инвестиционные контракты ( <b>СПИК</b> ); повышение производительности; сопровождение инвестиционных проектов
Тверская область	Субсидии по инвестиционным кредитам и страховым премиям в агросекторе; льготы по земельному, имущественному налогам и прибыли для резидентов ОЭЗ «Эммаусс» и туристско-рекреационных проектов; льготный доступ МСП к производственным площадям; микрофинансовая поддержка МСП
Рязанская область	Снижение налоговых ставок и инвестиционные вычеты для инвестиционных проектов; СПИК; поддержка региональных инвестиционных проектов ( <b>РИП</b> ) и резидентов территорий опережающего социально-экономического развития ( <b>ТОСЭР</b> ); льготы для производителей народных промыслов; поддержка экспорта малых региональных компаний; поддержка предприятий с числом инвалидов более 50 %

где  $\beta$  – коэффициент структурной эффективности инвестиций (0,7...1,3); ИП – объем инвестиций в промышленность; НН – налоговая нагрузка (соотношение налоговых доходов к ВРП); ПП – индекс промышленного производства;  $\gamma$  – индекс технологической интенсивности производства (0,8...1,5);  $\Delta$  – обозначает изменение показателя за период.

Данная формула позволяет оценить:

1. Эластичность инвестиций по отношению к налоговой нагрузке (первый множитель).
2. Эффективность инвестиций в обеспечении роста промышленного производства (второй множитель).
3. Структурную эффективность инвестиций  $\beta$ .
4. Технологическую интенсивность промышленного производства  $\gamma$ .

Исходные данные (на основе статистики региона):

- ПП = 112,3 % (2023 г.);
- ПП = 104,4 % (2022 г.);
- ИП = 92 397,8 млн р. (2023 г.);
- ИП = 81 328,8 млн р. (2022 г.);
- КБ = 98 773,0 млн р. (2023 г.), где (КБ – доходы консолидированного бюджета);
- КБ = 94 508,0 млн р. (2022 г.);
- ВРП = 473 768,7 млн р. (2022 г.);
- ВРП = оценочно 520 000 млн р. (исходя из средних темпов роста) (2023 г.)

Расчеты:

1. Налоговая нагрузка (**НН**):

$$\text{НН} = 94\,508,0 / 473\,768,7 = 0,1994 \text{ (19,94 \%)} \text{ (2022);}$$

$$\text{НН} = 98\,773,0 / 520\,000 = 0,1899 \text{ (18,99 \%)} \text{ (2023);}$$

$$\Delta\text{НН}/\text{НН} = (0,1899 - 0,1994) / 0,1994 = -0,0476 \text{ (-4,76 \%)}.$$

2. Изменение инвестиций:

$$\text{ДИП}/\text{ИП} = (92\,397,8 - 81\,328,8) / 81\,328,8 = 0,1361 \text{ (13,61 \%)}.$$

3. Изменение индекса промышленного производства:

$$\Delta\text{ПП}/\text{ПП} = (112,3 - 104,4) / 104,4 = 0,0757 \text{ (7,57 \%)}.$$

4. Коэффициенты:

$$\beta = 1,1$$

(учитывая положительную структуру инвестиций в промышленность);

$$\gamma = 1,2$$

(учитывая рост высокотехнологичных производств).

5. Расчет ИИЭПР:

– эластичность инвестиций по налоговой нагрузке:

$$(0,1361) \div (-0,0477) = -2,853;$$

– эффективность инвестиций:

$$(0,0757) \div (0,1361) = 0,5554;$$

$$\text{ИИЭПР} = 1,1 \times (-2,853) \times 0,5554 \times 1,2 = -2,092.$$

*Интерпретация результатов.*

Отрицательное значение ИИЭПР (-2,092) указывает на высокую обратную зависимость между снижением налоговой нагрузки и ростом инвестиций в промышленность. Величина показателя превышает 2, что свидетельствует о значительном влиянии налоговых стимулов на инвестиционную активность в промышленном секторе Тамбовской области.

Коэффициент эластичности инвестиций по налоговой нагрузке (-2,853) показывает, что снижение налоговой нагрузки на 1 % приводит к росту инвестиций примерно на 2,85 %.

Коэффициент эффективности инвестиций (0,5554) демонстрирует, что не все инвестиции одинаково эффективно трансформируются в рост промышленного производства. Примерно 55,5 % роста инвестиций конвертируется в рост промышленного производства.

*Отраслевой анализ влияния налоговых стимулов [11].*

Для углубленного понимания дифференцированного влияния налоговых стимулов на различные отрасли промышленности Тамбовской области рассмотрим индексы производства по видам экономической деятельности. Согласно данным за январь 2025 г., наибольший рост наблюдается в следующих отраслях:

– производство электрического оборудования – в 2,9 раза к соответствующему месяцу прошлого года;

– производство машин и оборудования – в 2,1 раза;

– производство напитков – в 2,3 раза.

При этом наименьшие показатели роста или даже спад наблюдается:

– в производстве кожи и изделий из кожи – 8,6 %;

– в производстве резиновых и пластмассовых изделий – 67,0 %.

Такая дифференциация свидетельствует о различной степени влияния налоговых стимулов на отдельные подотрасли промышленности, что требует более точной настройки налоговых инструментов.

*Аналитические выводы и рекомендации.*

1. Инвестиции чувствительны к налоговым стимулам: снижение налоговой нагрузки на 4,77 % обеспечило рост инвестиций на 13,61 %.

2. Умеренная отдача от инвестиций: только 55,5 % вложений трансформируются в промышленный рост, что указывает на структурные ограничения и долгосрочный характер проектов.

3. Максимальный эффект – в высокотехнологичных отраслях: наибольшая эластичность наблюдается в машиностроении, производстве электрооборудования и напитков.

4. Рекомендации по совершенствованию налогового стимулирования:

а) дифференцированный подход к налоговым льготам:

– расширение налоговых льгот для обрабатывающих производств с высоким индексом роста;

– создание специальных налоговых режимов для предприятий, осуществляющих техническое перевооружение;

– внедрение налоговых вычетов на НИОКР с повышающим коэффициентом для высокотехнологичных отраслей;

б) совершенствование инструментов инвестиционной поддержки:

– внедрение инвестиционного налогового кредита для приоритетных отраслей промышленности;

– установление пониженных ставок по налогу на прибыль для предприятий, реинвестирующих более 50 % прибыли в развитие производства;

– ускоренная амортизация для высокотехнологичного оборудования;

в) административные меры:

– упрощение процедуры получения налоговых льгот для инвестиционных проектов;

– создание единого информационного портала о доступных налоговых стимулах;

– внедрение системы оценки эффективности налоговых стимулов на основе предложенного ИИЭПР.

5. Система мониторинга эффективности. Предлагается ежеквартальный расчет ИИЭПР для оперативной оценки эффективности налоговых стимулов и своевременной корректировки региональной инвестиционной политики.

*Прогнозная модель влияния налоговых стимулов.*

1. Снижение налоговой нагрузки на 2 % может дать прирост инвестиций на 5,7 % (эластичность –2,853).

2. С учетом коэффициента эффективности (0,5554), это приведет к росту промышленного производства на 3,17 %.

3. При приоритетной поддержке высокотехнологичных отраслей эффект может увеличиться на 15 – 20 %.

## Заключение

Экономическая связь между налоговыми стимулами и инвестиционной активностью региона обусловлена воздействием налоговой политики на динамику инвестиций. Для максимизации положительного влияния налогового стимулирования необходимо обеспечение синергии налоговых и неналоговых инструментов, включая развитие инфраструктуры, предоставление льготных помещений для ведения деятельности, субсидирование затрат, связанных с кредитованием и страхованием, а также целевые налоговые льготы для высокотехнологичных отраслей. Важным элементом повышения эффективности является упрощение процедур налогового администрирования, что снижает административные барьеры и повышает доступность мер поддержки. Налоговое стимулирование должно обладать комплексностью и интегративностью, одновременно учитывая отраслевую и региональную специфику развития.

В работе использована модель на основе интегрального индекса инвестиционной эластичности промышленного развития, которая позволяет количественно оценивать влияние налоговых стимулов на инвестиционную активность и промышленный выпуск. Применение данной модели обеспечивает системный мониторинг и своевременную корректировку региональной инвестиционной политики.

Таким образом, комплексный и адаптированный к специфике региона подход к налоговому стимулированию является необходимым условием устойчивого инвестиционного роста и развития экономики региона.

### *Список литературы*

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309. – Текст электрон. – URL : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542> (дата обращения: 01.10.2025).
2. Основной вклад в рост тамбовской промышленности внесли обрабатывающие производства : офиц. сайт Правительства Тамбовской области. – URL : <https://www.tambov.gov.ru/news/osnovnoj-vklad-v-rost-tambovskoj-promyshlennosti-vnesli-obrabatyvayushhie-proizvodstva.html> (дата обращения: 20.04.2025).
3. В Тамбовской области фиксируются высокие темпы роста промышленного производства : офиц. сайт Правительства Тамбовской области. – URL : <https://www.tambov.gov.ru/news/v-tambovskoj-oblasti-fiksiryutsya-vysokie-tempy-rosta-promyshlennogo-proizvodstva.html> (дата обращения: 20.04.2025).
4. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области. – URL : <https://68.rosstat.gov.ru/folder/35534> (дата обращения: 20.04.2025).
5. Статистика инвестиций в основной капитал. – URL : [https://68.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/инфографика\\_invest\\_2kv\\_2024.pdf](https://68.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/инфографика_invest_2kv_2024.pdf) (дата обращения: 20.04.2025).
6. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Тамбовской области в сфере налогообложения : закон Тамбовской области от 24.11.2023 г.

№ 428-3. – Текст электрон. – URL : <http://publication.pravo.gov.ru/document/6800202311300003?index> (дата обращения: 01.10.2025).

7. О налоге на имущество организаций на территории Тамбовской области : закон Тамбовской области от 28.11.2003 г. № 170-З. – Текст электрон. – URL : [https://www.nalog.gov.ru/rn68/about\\_fts/docs/4473301/](https://www.nalog.gov.ru/rn68/about_fts/docs/4473301/) (дата обращения: 01.10.2025).

8. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Тамбовской области в сфере налогообложения : закон Тамбовской области от 29.10.2024 № 553. – Текст электрон. – URL : <http://publication.pravo.gov.ru/document/6800202410300009> (дата обращения: 01.10.2025).

9. Об утверждении основных направлений бюджетной и налоговой политики Тамбовской области на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов : постановление от 22 октября 2020 года № 858. – Текст электрон. – URL : <http://publication.pravo.gov.ru/document/6800202010230005> (дата обращения: 01.10.2025).

10. В Тамбовской области планируют создать особую таможенную зону и 12 промкластеров : офиц. сайт Правительства Тамбовской области. – URL : <https://www.tambov.gov.ru/news/v-tambovskoj-oblasti-planiruyut-sozdat-osobuyu-tamozhennuyu-zonu-i-12-promklasterov.html> (дата обращения: 20.04.2025).

11. Хамирзова, С. К. Роль налогового стимулирования в системе мер государственной поддержки промышленных предприятий / С. К. Хамирзова // Новые технологии. – 2023. – № 1. – С. 123 – 127.

#### *References*

1. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542> (accessed 01 October 2025).

2. Available at: <https://www.tambov.gov.ru/news/osnovnoj-vklad-v-rost-tambovskoj-promyshlennosti-vnesli-obrabatyvayushhie-proizvodstva.html> (accessed 20 April 2025).

3. Available at: <https://www.tambov.gov.ru/news/v-tambovskoj-oblasti-fiksiryutsya-vysokie-tempy-rosta-promyshlennogo-proizvodstva.html> (accessed 20 April 2025).

4. Available at: <https://68.rosstat.gov.ru/folder/35534> (accessed 20 April 2025).

5. Available at: [https://68.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/инфографика\\_invest\\_2kv\\_2024.pdf](https://68.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/инфографика_invest_2kv_2024.pdf) (accessed 20 April 2025).

6. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/6800202311300003?index> (accessed 01 October 2025).

7. Available at: [https://www.nalog.gov.ru/rn68/about\\_fts/docs/4473301/](https://www.nalog.gov.ru/rn68/about_fts/docs/4473301/) (accessed 01 October 2025).

8. Available at: URL : <http://publication.pravo.gov.ru/document/6800202410300009> (accessed 01 October 2025).

9. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/6800202010230005> (accessed 01 October 2025).

10. Available at: <https://www.tambov.gov.ru/news/v-tambovskoj-oblasti-planiruyut-sozdat-osobuyu-tamozhennuyu-zonu-i-12-promklasterov.html> (accessed 20 April 2025).

11. Khamirzova S.K. [The Role of Tax Incentives in the System of State Support Measures for Industrial Enterprises], *Novyye tekhnologii* [New Technologies], 2023, no. 1, pp. 123-127. (In Russ., abstract in Eng.)

## **Economic Assessment of the Impact of Tax Incentives on Investment Activity in the Industrial Sector of the Tambov Region**

**R. Yu. Cherkashnev, M. K. Ashurbekova**

*Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia*

**Keywords:** tax incentives; tax incentive optimization; industrial sector; Tambov Region.

**Abstract:** Theoretical aspects are examined: classification and mechanism of influence on investment, indicators and macro/microeconomic factors, and the specifics of the industrial sector of the Tambov Region. Tax incentives in the Tambov Region are analyzed and critiqued. Measures for optimizing tax incentives in the region are proposed through a comparative analysis with other regions of the Central Federal District. An innovative model has been developed to assess the impact of tax incentives on investment activity in the industrial sector.

---

© Р. Ю. Черкашнев, М. К. Ашурбекова, 2025

## *Теория и методика обучения и воспитания*

УДК 81

DOI: 10.17277/voprosy.2025.04.pp.127-137

### **О РОЛИ АУДИОВИЗУАЛЬНЫХ ТЕКСТОВ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ**

**В. С. Григорьева**

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

**Ключевые слова:** аудиовизуальные медиа; визуальные медиа; мультимедиа; паравербальные, вербальные и невербальные элементы; принцип модальности; принцип смежности.

**Аннотация:** Представлены результаты количественного исследования навыков аудирования и просмотра, проведенного автором среди студентов Тамбовского государственного технического университета, владеющих немецким языком на среднем уровне (B1 – B2). Исследование мотивировано следующими вопросами: насколько различаются результаты понимания текста при аудиовизуальном восприятии и при восприятии того же текста на слух? Чем можно объяснить эти различия в результатах тестирования? Каковы потенциальные преимущества аудиовизуальных текстов по сравнению с чисто слуховыми текстами для изучения иностранных языков?

#### **Введение**

Целенаправленное развитие навыков аудирования и просмотра в настоящее время приобретает все большее значение в обучении иностранным языкам. Существует множество публикаций, посвященных конкретному использованию аудио- и видеоматериалов в образовательном контенте. Однако эмпирических данных, сравнивающих два конструкта – аудирование и аудирование и просмотр – до сих пор недостаточно. В связи с растущей визуализацией средств массовой информации изображения все чаще приобретают эпистемическую функцию, то есть они больше не являются просто иллюстративными дополнениями к устным

---

Григорьева Валентина Сергеевна – доктор филологических наук, профессор кафедры «Иностранные языки и профессиональная коммуникация», e-mail: grigorieva@mail.ru; ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

или письменным текстам, а становятся незаменимыми для получения и передачи знаний. Вслед за развитием визуализации в средствах массовой информации в преподавании иностранных языков все чаще используется визуализация учебных материалов, в том числе с помощью DVD-дисков, что приводит к все более активной интеграции развития визуального и аудиально-зрительного восприятия в совокупность навыков, необходимых для изучения иностранного языка.

В образовательном контенте существует множество публикаций, посвященных конкретному использованию аудио- и видеоматериалов [1 – 4]. Утверждается, что аудиовизуальное восприятие текстов, представленных в видеоклипах и фильмах, более тесно связано с естественным пониманием, чем чисто слуховое восприятие аудиотекстов. С точки зрения когнитивной лингвистики визуальные и аудиовизуальные медиа также обладают потенциалом для изучения иностранных языков, поскольку они позволяют передавать живые, аутентичные региональные знания и особенности использования языка, внося тем самым важный вклад в изучение культуры страны изучаемого языка. Еще одним аргументом в пользу более широкого использования аудиовизуальных материалов в программе изучения иностранных языков является то, что аудирование и просмотр гораздо более естественны, чем чистое понимание текста на слух, например, в наши дни мы чаще «слушаем и смотрим» новости или интервью по телевизору или в интернете, чем по радио. Чистое аудирование также вряд ли является широко употребительным в повседневной жизни индивидуумов, за исключением телефонных разговоров, радиорепортажей и объявлений по громкоговорителю.

Однако способствуют ли аудиовизуальные тексты, такие как видеоподкасты, короткометражные и художественные фильмы, телесериалы, репортажи и ряд других, более высокому уровню понимания содержания по сравнению с чисто аудиальными текстами? Эта ситуация побудила провести количественное исследование со студентами, изучающими немецкий язык в Тамбовском государственном техническом университете. В исследовании изучалась степень, в которой качество понимания при аудиовизуализации отличается от качества понимания при прослушивании того же текста.

### **Теоретические основы формирования навыка понимания на слух и при просмотре видеороликов**

Вначале обратимся к теоретическим основам навыка понимания аудио- и видеоматериалов. Обучение иностранным языкам, связанное с пониманием аудио- и видеоматериалов, основано на теории «двойного кодирования» [5]. Согласно этой теории, словесная и предметная информация обрабатываются двумя отдельными подсистемами рабочей памяти, каждая из которых обладает ограниченной вычислительной мощностью. Между двумя системами существует связь, обеспечивающая взаимный обмен информацией. При одновременной обработке лингвистической и визуальной информации первоначально возникают два различных ментальных пред-

ставления – вербальное (так называемые логогены) и образное (так называемые имагены). Если лингвистическая и визуальная информация поступает максимально близко во времени и пространстве, например, звучание слова вызывает соответствующий визуальный сигнал, обе части информации могут быть связаны в единое представление и переданы в долговременную память. В противном случае, например, если иллюстрация или рисунок предъявляются в другое время, чем вербальный текст, может возникнуть когнитивная перегрузка, затрудняющая обработку текста. Соответственно, эффект обучения снижается или даже отсутствует [5, с. 53 – 56]. Согласно этим предположениям, работа с аудиовизуальными материалами требует, с одной стороны, повышенных усилий от реципиента, поскольку стимулы должны обрабатываться по двум каналам. Но, с другой стороны, при определенных условиях использование аудиовизуальных средств может способствовать более эффективному обучению. Медиапсихология исследовала такие условия, и были разработаны следующие принципы, в частности для восприятия вербальной и визуальной информации [6]:

1) *принцип мультимедиа*: текст в сочетании с визуальными стимулами приводит к более глубокой обработке информации, чем одиночный визуальный стимул [6, с. 223 – 226];

2) *принцип смежности*: Временная и пространственная близость при представлении изображений и текста положительно влияет на обработку информации [6, с. 135 – 138];

3) *принцип модальности*: Устный текст в сочетании с визуальными стимулами обрабатывается эффективнее, чем только письменный текст [6, с. 265 – 268].

Таким образом, оптимальная обработка происходит, когда входные данные могут обрабатываться как вербально, так и визуально, и, следовательно, могут быть быстрее извлечены из долговременной памяти. В этом случае происходит кумулятивное, устойчивое обучение. Суждения медиапсихологии предполагают, что аудирование иностранного языка также положительно влияет на одновременный визуальный просмотр, что приводит к лучшему пониманию текста.

### **Потенциал киноматериалов**

Если в обучении иностранным языкам используются аудиовизуальные материалы, включающие принципы мультимедиа, модальности и смежности, то визуализация, связанная с содержанием (так называемые контент-визуальные материалы), может конкретизировать и дополнять аудиальную информацию устных текстов в фильме. Таким образом, можно устранить двусмысленность в вербальных высказываниях, изменить высказывания и положительно повлиять на процессы вывода информации. Более того, в обучении иностранным языкам предполагается, что изображения также способствуют распознаванию лексики, а общее понимание становится проще и быстрее [7, с. 199; 8, с. 21; 9, с. 15 – 17; 10, с. 148]. Эти преимущества киноматериалов уже были использованы при разработке обучающих фильмов по языку, основанных на аудиовизуальном мето-

де. Однако из-за своей искусственности они часто служили лишь для отработки (стереотипных) языковых моделей, а не для создания аутентичных ситуаций восприятия и общения. Даже если звуковые и визуальные стимулы не возникают одновременно, потенциал аутентичных аудиовизуальных текстов заключается в том, что по сравнению с чистыми аудиотекстами, они могут предотвратить непонимание текста учащимися из-за незнания значений отдельных слов.

Начинающие изучать иностранные языки могут частично компенсировать свой лексический дефицит, сосредоточившись на визуальной информации. Чистые аудиотексты, с другой стороны, как правило, способствуют детальному пониманию благодаря одноканальной подаче и, следовательно, требуют значительных усилий и внимания. Изображения могут облегчить это, поскольку они «демонстрируют знания» и, таким образом, быстрее активируют ментальные связи [7]. Дополнительный потенциал заключается в том, что киноматериалы делают такие типы текстов, как интервью, новостные репортажи, рекламу, художественные фильмы и другие, видимыми, автоматически визуальное передавая контекст коммуникативной ситуации. Они делают видимыми разных говорящих и их смену, показывают говорящих в определенных пространственных и временных условиях и, таким образом, делают ситуацию социального действия узнаваемой.

Они также отображают паравербальные, вербальные и невербальные элементы, облегчая понимание и интерпретацию намерений говорящего и текстовых сообщений, а также служат структурирующим средством (так называемые визуальные элементы контекста) на протяжении всего текстового потока. И наконец, аутентичные изображения и фильмы из целевой культуры могут легко визуальное передавать региональную информацию и культурно-специфические особенности, что требует специальных знаний об условиях использования иностранного языка в чисто аудиовизуальных текстах. Таким образом, работа с аудиовизуальными материалами может способствовать лучшему пониманию иностранного языка, более благоприятному процессу понимания и более эффективному обучению. В контексте изучения иностранного языка визуальная грамотность означает подготовку учащихся «к пониманию и активному созданию взаимодействия различных средств и способов восприятия» [11, с. 26] изучаемой страны. Поэтому учащимся следует оказывать поддержку в более эффективном понимании связей между устным словом и визуальными стимулами (средствами восприятия), а также в правильном распознавании сообщений, намерений и интерпретационных фонов (способов восприятия), содержащихся в визуальном материале. Таким образом, им следует предоставлять больше возможностей использовать визуальные и аудиовизуальные материалы в качестве «вспомогательных средств понимания» и «слышать и видеть иноязычный контент с помощью изображений и обрабатывать его, ориентируясь на языковые действия» [12, с. 128].

Существует несколько исследований, изучающих влияние изображений и движущихся изображений на эффективность понимания прочитанного на слух в контексте принципов медиапсихологии. Первое исследова-

ние различий между конструктами понимания прочитанного на слух и аудиовизуального понимания представлено в 2010 году Р. Поршем, Р. Гротьяном и Б. Тешем [10]. Авторы провели эмпирическое исследование с участием 156 старшеклассников, для которых французский язык – это первый иностранный язык. Участникам тестирования были предложены три разных коротких текста, каждый из которых различался по типу, тематике и степени одновременной аудиовизуальной связи. Некоторым участникам тестирования тексты были представлены в аудиовизуальном виде, другим – только в устной форме. Эффективность понимания оценивалась с помощью заданий с выбором варианта ответа, кратким ответом и дополнением предложений. Согласно анализу, учащиеся в целом показали значительно лучшие результаты в тесте на понимание прочитанного с опорой на видео, чем в тесте на чистое аудирование. Основываясь на результатах исследования, авторы приходят к выводу, что аудирование и визуальное понимание можно отличить от чистого аудирования с точки зрения релевантности конструкта [10, с. 181]. По этой причине, заключают они, необходимо расширение традиционного конструкта аудирования с целью включения визуального компонента и более четкое определение аудирования и визуального понимания как самостоятельного навыка иностранного языка для уточнения образовательных стандартов [10, с. 180].

Дифференциация между двумя конструктами – аудированием и аудиовизуальным пониманием, побудила автора к сравнению эффективности понимания при восприятии аудиотекстов и аудиовизуальных текстов при изучении немецкого языка. Основное внимание в исследовании уделялось вопросу о том, в какой степени использование аудиовизуальных материалов может улучшить показатели понимания текста у изучающих немецкий язык. С этой целью в Тамбовском государственном техническом университете было проведено количественное исследование. Подгруппе студентов среднего уровня (В1–В2) дважды показывали видеofilm продолжительностью 4 минуты [13]. Другой группе студентов (также В1–В2) дважды показывали только аудиозапись того же видео. Обе группы получили одинаковый лист заданий с открытыми вопросами на понимание текста. Участники теста должны были, делая заметки по вопросам текста, продемонстрировать свои навыки понимания. Затем понимание на слух и аудирование с использованием визуального восприятия оценивалось в процентном соотношении.

Интервью на немецком языке встречаются в экзаменационных форматах и являются неотъемлемой частью разделов аудирования в ЕГЭ и сертификата Гете-института. На этом уровне, согласно Общеввропейским компетенциям владения иностранным языком, к учащимся предъявляются следующие требования к аудированию и аудиовизуальному восприятию:

– уровень В1: «Человек может понимать основные моменты, когда используется стандартный язык и когда речь касается знакомых тем из сферы работы, учебы, досуга и т.д. Человек может понимать основную информацию во многих радио- и телепередачах о текущих событиях и темах, связанных с его профессиональной деятельностью или сферой

профессиональных интересов, когда речь относительно медленная и четкая» [14];

– уровень В2: «Человек может понимать длинные речи и лекции, а также понимать сложные аргументы, если тема достаточно знакома. Человек может понимать большинство новостных программ и репортажей о текущих событиях на телевидении. Человек может понимать большинство фильмов при использовании стандартного языка» [14].

Согласно описаниям «могу – делаю», изучающие немецкий язык должны уметь понимать общее содержание аудиотекста или видеоклипа как посредством чистого слушания, так и посредством аудирования и визуального взаимодействия, интегрировать полученную информацию в общее понимание текста и извлекать конкретную информацию из текста посредством выборочного и иногда детального слушания.

При выборе подходящего текста для сравнительного исследования важнейшим критерием была его доступность для понимания участниками теста как на слух, так и с опорой на видео. Кроме того, это должен быть аутентичный текст, поскольку тренировка аудирования и зрительного восприятия на занятиях должна соответствовать естественному пониманию, при котором киноматериалы из повседневной жизни в чужой культуре воспринимаются, понимаются и интерпретируются в ее специфических кодах. Это означает, что как понимание аутентичной устной речи, которому также учат по традиционным учебникам, так и невербальная и экстравербальная информация с коммуникативной функцией, такая как мимика и жесты, фоновые изображения, активно включаются в процесс понимания.

Что касается содержания, текст не должен требовать каких-либо специальных предварительных знаний, а должен быть самореферентным по общей, легко понимаемой теме, что позволяет максимально исключить трудности понимания языка, связанные с недостаточным знанием содержания. Что касается типа текста, выбор пал на видеofilm „Weihnachten in Deutschland“ [13]. Для оценки понимания текста в тест были включены в общей сложности 10 элементов, которые воспринимаются как при чисто слуховом, так и при аудиовизуальном восприятии текста. Эти элементы оценивались с помощью десяти открытых вопросов в тестовом задании, требующих от участников продемонстрировать свое аудио- или аудиовизуальное понимание, делая как можно более подробные заметки по каждому вопросу. Из 10 элементов четыре могли восприниматься только на слух, то есть видео не содержало никаких изображений, визуально подтверждающих эти элементы. Шесть элементов можно было воспринимать как на слух, так и на слух с одновременным предъявлением речевых и визуальных стимулов. Каждый элемент, распознанный и отмеченный участником теста, оценивался в один балл, что означает: максимальный балл, который можно было получить в тесте, – 10. Текст длился около четырех минут и был предъявлен участникам дважды с коротким перерывом для конспектирования.

Результаты эксперимента показали, что наблюдается весьма значимая разница между показателями понимания при чистом аудировании и при

аудировании и просмотре текста: в то время как почти две трети (64,5 %) узнаваемых элементов были распознаны и названы участниками теста при просмотре видео, при прослушивании текста без изображений уровень понимания составил значительно меньше половины (39 %). Причиной этого можно считать отсутствие или иное понимание некоторых понятий в повседневной жизни немцев.

Согласно принципу двойного кодирования, вербальная и визуальная информация изначально воспринимаются раздельно во время аудиовизуального восприятия и сохраняются в сенсорной памяти. Следует отметить, что даже при одновременном восприятии существует иерархия языка и изображения: содержание передается преимущественно через язык, а когнитивное понимание достигается только через язык (ср.: [15, с. 23]). Однако, если языковая и визуальная информация представлены одновременно, визуальные носители информации могут способствовать более быстрому и глубокому пониманию, модифицируя и конкретизируя вербальную информацию. Языковая информация способствует формированию и конкретизации смысла изображения, то есть оба носителя информации влияют друг на друга.

Значительные различия в количестве распознанных элементов между аудиовизуальным и слуховым восприятием текста позволяют сделать следующее предположение: фильм, как визуальное средство понимания, помогает получателю более конкретно улавливать отдельные детали, поскольку визуальные репрезентации предоставляют непосредственную информацию как о типе текста (интервью или личный портрет), так и об отдельных темах разговора. В отличие от аудиотекста, киноматериалы предоставляют быстрые визуальные подсказки (так называемые «сигналы»), позволяющие получателю использовать определенный уровень имеющихся знаний для понимания текста. Эти непосредственные знания не только обеспечивают когнитивное осознание, но и облегчают получателю видеосюжета формирование соответствующих ожиданий относительно последующего контента, которые в свою очередь позволяют более эффективно использовать стратегии слушания (глобальные, избирательные, детальные), что, по-видимому, способствует более целенаправленному восприятию текста.

Предшествующие утверждения были направлены на демонстрацию того, что использование видеоматериалов в обучении иностранным языкам может способствовать более естественному и уверенному поведению учащихся при восприятии. Оцененные данные также показали, что аудиовизуальные материалы, соответствующие принципам медиапсихологии, улучшают когнитивные процессы. Благодаря конкретному представлению и эффекту усиления внимания, движущиеся изображения способствуют более высокому уровню общего понимания, чем чистые аудиотексты. Таким образом, они помогают получателю более эффективно помещать то, что он понимает с лингвистической точки зрения, в связанный общий контекст, при этом посредством визуальных стимулов они одновременно способствуют активации и формированию языковых знаний. Полное не-

понимание, как это иногда случается с аудиотекстами при обучении иностранному языку, можно компенсировать использованием подходящего видеоматериала, поскольку получатель имеет доступ как к вербальной, так и визуальной информации при обработке текста.

### **Заключение**

Сравнение эффективности антиципации и инференции при аудиальном и аудиовизуальном восприятии текста показало, что обработка киноизображений, как и чтение и аудирование, представляет собой активный когнитивно-конструктивистский процесс, в котором стимулы поступают из текста и взаимодействуют с предшествующими знаниями реципиента. Эти знания также включают в себя то, что уже получено, а именно знания о жанре текста и содержательную информацию, уже извлеченную из фильма. Используя эти структуры знаний, реципиент может ориентироваться в тексте или сюжете фильма, логически заполнять семантические пробелы (формируя выводы) и формировать содержательные выводы о дальнейшем развитии текста (антиципация). Полученная таким образом информация служит основой для интерпретации, с помощью которой может быть дополнено недостающее содержание текста и может быть предвосхищено последующее содержание текста. В дальнейшем процессе понимания текста реципиент должен постоянно анализировать свои гипотетические предположения о непрерывности текста, при необходимости пересматривать их и тем самым устанавливать связность содержания. Только используя имеющиеся знания и развивая их, можно понять новую информацию и интегрировать ее в сеть знаний долговременной памяти.

По сравнению с чтением или прослушиванием текстов, фильмы обладают большим потенциалом для когнитивного понимания благодаря разнообразию визуальных и звуковых представлений, что положительно влияет на процесс интерпретации. Исходя из этих объяснений, можно предположить, что во время аудиовизуального восприятия предшествующие знания, полученные из того, что уже было увидено и услышано, более эффективно включаются в дальнейший процесс понимания, чем при простом прослушивании текстов. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о том, что видеоматериалы обеспечивают более естественное восприятие по сравнению с аудиотекстами. Изображения в видео помогают преодолеть лингвистические пробелы, тем самым в определенной степени поддерживая весь процесс понимания текста.

Использование аудиовизуальных медиа также более естественно, поскольку, помимо усвоения культурной и языковой информации, изучающие иностранный язык также получают возможность в определенной степени ощутить особенности иностранного культурного поведения, отраженные в поведении человека, мимике и жестах, а также в невербальной, паравербальной и экстравербальной коммуникациях. Это позволяет учащимся шаг за шагом учиться декодировать информацию и включать ее в процессы понимания и интерпретации. Таким образом, видеоматериалы также способствуют межкультурному образованию.

Учитывая максимальные показатели понимания прочитанного участниками теста на аудирование и просмотр, можно констатировать, что простая демонстрация видеоматериалов не приводит к оптимальному пониманию. Использование киноматериалов в аудитории должно сопровождаться дидактической поддержкой, такой как упражнения на предварительную загрузку, задания по структурированию контента и направлению внимания, а также заданиями по расширению словарного запаса, особенно при использовании киноматериалов, созданных без соблюдения принципов медиапсихологии. Необходимы специальные дидактические подходы для снижения сложности визуальных и слуховых стимулов и для поддержки изучающих иностранный язык в управлении процессами понимания посредством соответствующих заданий и упражнений.

#### *Список литературы*

1. Барменкова, О. И. Видеозанятия в системе обучения иностранной речи / О. И. Барменкова // Иностранные языки в школе. – 1999. – № 3. – С. 20 – 25.
2. Бахтина, А. А. Преимущества и ограничения использования аудиовизуальных текстов при обучении иностранному языку студентов неязыковых вузов / А. А. Бахтина // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2024. – № 2(42). – С. 228 – 231.
3. Соловова, Е. Н. Методика обучения иностранным языкам. Базовый курс лекций / Е. Н. Соловова. – М. : Просвещение, 2002. – 298 с.
4. Леонтьева, Т. П. Опыт и перспективы применения видео в обучении иностранным языкам / Т. П. Леонтьева // Нетрадиционные методы обучения иностранным языкам в вузе : материалы респуб. конф. – Минск, 1995. – С. 61 – 74.
5. Paivio A. Mental Representations: A Dual-Coding Approach / A. Paivio. – New York : Oxford University Press, 1990. – 322 p.
6. Mayer, R. E. Multimedia Learning / R.E. Mayer. – New York : Cambridge University Press, 2009. – 320 p.
7. Biechele, B. „Ich sehe was, was du nicht siehst“ – Reflexionen zum Lernen mit Spielfilmen im Unterricht Deutsch als Fremd- oder Zweitsprache / B. Biechele // Esser, Ruth & Krumm, Hans-Jürgen (Hrsg.), Bausteine für Babylon: Sprache, Kultur, Unterricht. Festschrift zum 60. Geburtstag von Hans Barkowski. München: Iudicium, 2007. – S. 194 – 205.
8. Biechele, B. Verstehen braucht Sehen: entdeckendes Lernen mit Spielfilmen im Unterricht Deutsch als Fremdsprache / B. Biechele // Welke, Tina & Faistauer, Renate (Hrsg.), Lust auf Film heißt Lust auf Lernen. Wien: Praesens, 2010. – S. 13 – 32.
9. Biechele, B. Bewegte Bilder sehen lernen heißt fremde Sprache und Kultur verstehen / B. Biechele // Hahn, Martin & Wazel, Gerhard (Hrsg.), Theorie und Praxis des DaF- und DaZ-Unterrichts heute. Frankfurt: Lang, 2011. – S. 11 – 34.
10. Porsch, R. Hörverstehen und Hör-Sehverstehen in der Fremdsprache – unterschiedliche Konstrukte? / R. Porsch, R. Grotjahn, B. Tesch // Zeitschrift für Fremdsprachenforschung. – 2010. – Т. 21, № 2. – S. 143 – 189.
11. Hallet, W. Viewing Cultures: Kulturelles Sehen und Bildverstehen im Fremdsprachenunterricht / W. Hallet // Hecke, Carola & Surkamp, Carola (Hrsg.), Bilder im Fremdsprachenunterricht. Neue Ansätze, Kompetenzen und Methoden. Tübingen: Narr, 2010. – S. 26 – 54.

12. Blell, G. Filmbildung im Fremdsprachenunterricht: neue Lernziele, Begründungen und Methoden / G. Blell, C. Lütge // Fremdsprachen lehren und lernen. – 2008. – № 37. – S. 124 – 140.

13. Weihnachten in Deutschland. – URL : <https://international.ruhr-uni-bochum.de/de/weihnachten-deutschland> (дата обращения: 26.09.2025).

14. Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: lernen, lehren, beurteilen. – URL : [https://namdu.uz/media/Books/pdf/2024/06/22/NamDU-ARM-7323-Gemeinsamer\\_europ%C3%A4ischer\\_Referenzrahmen\\_f%C3%BCr\\_Sprachen\\_bYETAut.pdf](https://namdu.uz/media/Books/pdf/2024/06/22/NamDU-ARM-7323-Gemeinsamer_europ%C3%A4ischer_Referenzrahmen_f%C3%BCr_Sprachen_bYETAut.pdf) (дата обращения: 26.09.2025).

15. Болдырев, Н. Н. Язык и система знаний. Когнитивная теория языка / Н. Н. Болдырев. – 2-е изд. – М. : Издательский Дом ЯСК, 2019. – 480 с.

### References

1. Barmenkova O.I. [Video lessons in the system of teaching foreign speech], *Inostrannyye yazyki v shkole* [Foreign languages at school], 1999, no. 3, pp. 20-25. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Bakhtina A.A. [Advantages and limitations of using audiovisual texts in teaching a foreign language to students of non-linguistic universities], *Ekonomicheskiye i sotsial'no-gumanitarnyye issledovaniya* [Economic and social-humanitarian studies], 2024, no. 2(42), pp. 228-231. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Solovova Ye.N. *Metodika obucheniya inostrannym yazykam. Bazovyy kurs lekt-siy* [Methods of teaching foreign languages. Basic Lecture Course], Moscow: Prosveshcheniye, 2002, 298 p. (In Russ.)

4. Leont'yeva T.P. [Experience and Prospects of Using Video in Teaching Foreign Languages], *Netraditsionnyye metody obucheniya inostrannym yazykam v vuze: materialy respub. konf.* [Non-traditional Methods of Teaching Foreign Languages in Higher Education Institutions: Proc. of the Republican Conf.], Minsk, 1995, pp. 61-74. (In Russ.)

5. Paivio A. *Mental Representations: A Dual-Coding Approach*, New York: Oxford University Press, 1990, 322 p.

6. Mayer R.E. *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, 2009, 320 p.

7. Biechele B. „Ich sehe was, was du nicht siehst“ – Reflexionen zum Lernen mit Spielfilmen im Unterricht Deutsch als Fremd- oder Zweitsprache, Esser, Ruth & Krumm, Hans-Jürgen (Hrsg.), Bausteine für Babylon: Sprache, Kultur, Unterricht. Festschrift zum 60. Geburtstag von Hans Barkowski. München: Iudicium, 2007, S. 194-205.

8. Biechele B. *Verstehen braucht Sehen: entdeckendes Lernen mit Spielfilmen im Unterricht Deutsch als Fremdsprache*, Welke, Tina & Faistauer, Renate (Hrsg.), Lust auf Film heißt Lust auf Lernen. Wien: Praesens, 2010. S. 13-32.

9. Biechele B. *Bewegte Bilder sehen lernen heißt fremde Sprache und Kultur verstehen*, Hahn, Martin & Wazel, Gerhard (Hrsg.), Theorie und Praxis des DaF- und DaZ-Unterrichts heute. Frankfurt: Lang, 2011. – S. 11-34.

10. Porsch R, Grotjahn R. Tesch B. Hörverstehen und Hör-Sehverstehen in der Fremdsprache – unterschiedliche Konstrukte? *Zeitschrift für Fremdsprachenforschung* 2010, T. 21, № 2, S. 143-189.

11. Hallet W. *Viewing Cultures: Kulturelles Sehen und Bildverstehen im Fremdsprachenunterricht*, Hecke, Carola & Surkamp, Carola (Hrsg.), Bilder im Fremdsprachenunterricht. Neue Ansätze, Kompetenzen und Methoden. Tübingen: Narr, 2010, S. 26-54.

12. Blell G., Lütge C. Filmbildung im Fremdsprachenunterricht: neue Lernziele, Begründungen und Methoden, *Fremdsprachen lehren und lernen*, 2008, № 37, S. 124-140.

13. Available at: <https://international.ruhr-uni-bochum.de/de/weihnachten-deutschland> (accessed 26 September 2025).

14. Available at: [https://namdu.uz/media/Books/pdf/2024/06/22/NamDU-ARM-7323-Gemeinsamer\\_europ%C3%A4ischer\\_Referenzrahmen\\_f%C3%BCr\\_Sprachen\\_bYETAut.pdf](https://namdu.uz/media/Books/pdf/2024/06/22/NamDU-ARM-7323-Gemeinsamer_europ%C3%A4ischer_Referenzrahmen_f%C3%BCr_Sprachen_bYETAut.pdf) (accessed 26 September 2025).

15. Boldyrev N.N. *Yazyk i sistema znaniy. Kognitivnaya teoriya yazyka* [Language and the knowledge system. Cognitive theory of language], Moscow: Izdatel'skiy Dom YASK, 2019, 480 p. (In Russ.)

---

## On the Role of Audiovisual Texts in Learning Foreign Languages

V. S. Grigorieva

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** audiovisual media; visual media; multimedia; paraverbal, verbal and nonverbal elements; modality principle; adjacency principle.

**Abstract:** This paper presents the results of a quantitative study of listening and viewing skills conducted by the author among students at Tambov State Technical University with an intermediate level of German (B1–B2). The study was motivated by the following questions: To what extent do text comprehension results differ between audiovisual and auditory perception of the same text? What explains these differences in test results? What are the potential advantages of audiovisual texts compared to purely auditory texts for learning foreign languages?

---

© В. С. Григорьева, 2025

## ОБРАТНЫЕ ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ЗАДАЧИ

**А. Д. Нахман**

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

**Ключевые слова:** прием обращения; принцип вариативности; стохастические модели.

**Аннотация:** В рамках развития стохастической содержательно-методической линии предлагается соответствующие задачные системы дополнить обращенными задачами. Реализация этого предложения открывает путь к более полным интерпретациям результатов стохастического моделирования. В качестве механизма обращения используется подробно описанный и проиллюстрированный примерами принцип вариативности. Важной функцией процесса обращения является возможность обеспечения заданных границ вероятностей выходных состояний стохастической модели. Выделен случай Байесовской обратимости, в рамках которой происходит переоценка вероятностей априорных гипотез. Утверждается, что прием обращения является распространением технологии укрупненных дидактических единиц на курс стохастики.

### Введение

В настоящей работе рассматриваются вопросы обратимости вероятностных задач в контексте ранее введенного понятия инновационных задачных систем [1]. Воспользуемся следующими основными понятиями:

- стохастическая ситуация – ситуация, неопределенная в том смысле, что все ее возможные исходы представляют собою случайные события;
- стохастическая модель – модель стохастической ситуации, реализуемая в терминах вероятностно-статистической теории;
- оператор стохастической модели – механизм (алгоритм, закон, формула), обеспечивающий нахождение выходных параметров модели по заданным исходным значениям;
- прямая и обратная вероятностные задачи: в первом случае отыскивается результат действия оператора стохастической модели, во втором – результат действия обратного оператора (общая теория обратных задач [2]).

В применении к учебной практике понятие обращенной/обратной вероятностной задачи, по меньшей мере, трехаспектно: здесь присутствуют

---

Нахман Александр Давидович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика», e-mail: alextmb@mail.ru, ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

общефилософский, операторный и собственно дидактический аспекты. С философской точки зрения речь идет об обращении причинно-следственной связи – отыскании неизвестных причин по известным следствиям. Операторный аспект связан с отысканием входных параметров моделируемой ситуации (системы) по ее выходным параметрам в предположении, что оператор модели известен или может быть определен в процессе решения «прямой» задачи. В частности, в результате обращения стохастической модели возникает возможность обеспечения заданной степени надежности того или иного выходного состояния путем регулирования некоторых параметров входа (см. п. 3 настоящей работы).

С дидактической точки зрения использование приема обращения задач обеспечивает более глубокое осознание взаимосвязей и отношений, присущих заданной задачной ситуации, способствует развитию креативности и гибкости мышления обучающихся. Прием обращения «вписывается» в технологию укрупненных дидактических единиц (УДЕ), поскольку одной из важных ее составляющих является совместное рассмотрение прямых и обратных действий, теорем, задач [3]. Представляется поэтому, что идею обращения следовало бы распространить на стохастический компонент школьной и вузовской программ по математике. Добавим к этому, что самостоятельное конструирование учащимися обращенных задач может рассматриваться как полезный элемент математического творчества.

В силу вышесказанного предлагаем (в контексте дидактического аспекта) имеющиеся, а также и вновь конструируемые вероятностно-статистические задачные системы дополнить обращенными задачами. Реализация этого предложения может способствовать обнаружению дополнительных связей между структурными элементами стохастических моделей, что, в свою очередь, открывает путь к более полным интерпретациям результатов соответствующего моделирования.

Отметим, что результаты данной работы были частично анонсированы в [4].

## 1. Принцип вариативности

Обсудим вопросы однозначности/неоднозначности обращения вероятностных задач. Начнем с имеющегося в литературе [5, 6] предложения разграничить понятия обращенной и обратной задачи. Обращенной следует называть задачу «...получаемую из исходной путем извлечения из ее условия части или даже всех данных и включения их в требование», тогда как из него, соответственно, исключаются некоторые или все параметры (прежде бывшие искомыми) и переводятся в условие [5]. В частном («предельном») случае, когда все условия и требования прямой задачи поменяются ролями, говорят об обратной задаче.

В нашей интерпретации данного разграничения, в отношении «прямой» задачи действует *принцип вариативности обращения*, если отысканию подлежит лишь часть входных данных при известном выходе модели и известных оставшихся параметрах входа, так что известные и искомые

параметры входа можно варьировать – менять ролями. Принцип вариативности допускает следующую формализацию:

$$A\{p\} = \{r\}, \quad A^{-1}\{r\} \subseteq \{p\},$$

где  $p$  – вектор входных параметров задачи;  $r$  – вектор выхода;  $A$  – оператор прямой задачи;  $A^{-1}$  – обратный оператор; знак  $\subseteq$  включения показывает, что в результате действия обратного оператора восстанавливаются, вообще говоря, не все входные параметры (вариативность); случай знака равенства (вместо знака включения) соответствует обратной задаче.

Проиллюстрируем сказанное простыми примерами. Пусть  $p_1$  и  $p_2$  – вероятности выигрыша шахматной партии при игре, соответственно, белыми и черными фигурами ( $p_1 \geq p_2$ ; результаты игр считаем событиями независимыми, ничьи исключены). Тогда вероятность выигрыша в обеих партиях (прямая задача) найдется в виде  $P = p_1 \cdot p_2$ . Обращение же задачи вариативно: ставить вопрос о нахождении обеих  $p_1$  и  $p_2$  (по известной вероятности  $P$  и без каких-либо дополнительных ограничений) бессмысленно – решений будет бесконечно много; если же извлечь из координат входного вектора прямой задачи одну из компонент (например,  $p_2$ ) и дополнить ею параметры выхода, то ответ в получаемой обращенной задаче станет вполне определенным:  $p_1 = \frac{P}{p_2}$ .

Видоизменим ситуацию: пусть обе партии будут сыграны белыми фигурами. Тогда (прямая задача)  $P = (p_1)^2$  и однозначно получаем решение обратной задачи:  $p_1 = \sqrt{P}$ .

Заметим, что ответ может оказаться неоднозначным и при отсутствии вариативности, то есть в обратной задаче. Так обстоит дело в обращении следующей задачи: найти вероятность  $P$  ровно одного выигрыша в двух шахматных партиях, сыгранных белыми. Оператор соответствующей стохастической модели имеет вид

$$A: \quad P = 2p_1(1 - p_1);$$

обратный оператор  $A^{-1}$  будет реализован в виде квадратного уравнения, которое может иметь два различных корня: например, при  $P = 0,48$  возможны  $p_1 = 0,6$  и  $p_1 = 0,4$ .

Отметим еще одну особенность процесса обращения: если оператор  $A$  стохастической модели задан аналитически, то обратный оператор  $A^{-1}$  может не иметь аналитического задания.

## 2. Обращение задач в схеме Бернулли

Последний из приведенных примеров укладывается в схему повторяющихся независимых испытаний – так называемую схему Бернулли. В общем случае прямая задача и соответствующие ей обращенные представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Обращение задач в схеме повторяющихся опытов

Прямая задача	Оператор стохастической модели	Обращенная задача
<p>Стохастическая ситуация: конечная серия <math>n</math> повторяющихся опытов, в каждом из которых данное случайное событие <math>A</math> может наступить с вероятностью <math>p</math>; возможные исходы – наперед неизвестное количество <math>k</math>, <math>k \in \{0, 1, \dots, n\}</math> наступлений события <math>A</math>; задача состоит в нахождении вероятности <math>P(n; k)</math> ровно <math>k</math> наступлений <math>A</math></p>	<p>Входные параметры <math>p, n, k</math>. Аналитически заданный оператор – формула Бернулли</p> $P(n; k) = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k (1-p)^{n-k}$	<p>По известному значению <math>P(n; k)</math>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) определить вероятность <math>p = p(A)</math>, считая известными значения входных параметров <math>n</math> и <math>k</math>;</li> <li>2) определить, какое число <math>k</math> наступлений события <math>A</math> ожидается, если входные значения <math>n</math> и <math>p</math> известны;</li> <li>3) определить число <math>n</math> проведенных опытов при известных <math>p</math> и <math>k</math></li> </ol>
<p>Стохастическая ситуация: массовые испытания (число повторяющихся опытов <math>n</math> велико) с редкими равновероятными успехами (вероятность <math>p</math> успеха в каждом опыте мала). Нахождение <math>P(n; k)</math> в асимптотическом случае <math>n \rightarrow \infty, \lambda = np = \text{const}</math></p>	<p>Входные параметры <math>p, n, k</math>, либо <math>\lambda = np</math> и <math>k</math>. Аналитически заданный оператор – формула Пуассона</p> $P: P(n; k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$	<p>Вышеприведенные задачи 1) – 3) и 4) определить математическое ожидание <math>\lambda</math> числа наступлений события <math>A</math> при известном <math>k</math></p>

Приведем примеры.

1. В книжной лотерее в среднем каждый второй билет выигрывает. При каком количестве  $n$  купленных билетов вероятность ровно одного выигрыша будет наибольшей?

Прямая задача состояла бы в нахождении  $P(n; 1)$  при заданных значениях параметров  $n$  и  $p=0,5$ . Получение информации о количестве  $n$  купленных билетов можно отнести к обращенным задачам (см. задачу типа 3 в правой колонке таблицы 1). При  $k=1$  оператор модели принимает вид  $P(n; 1) = 0,5^n n$ . Полученная последовательность при  $n \geq 2$  убывает, следовательно, наибольшая вероятность  $P(2; 1) = 0,5$  достигается, если  $n=2$ . Но и  $P(1; 1)$  также равна  $0,5$ . Значит, искомое  $n=1$  или  $n=2$ .

2. Случайная величина  $X$  распределена по закону Пуассона, при этом вероятность наступления данного события 4 раза втрое меньше вероятности двукратного наступления. Каково математическое ожидание  $\lambda$  величины  $X$ ?

Данная задача служит одним из возможных обращений следующей стандартной задачи: зная среднее число успехов (математическое ожидание)  $\lambda = np$ , определить вероятность  $P(n; k)$  заданного количества  $k = 2$  и  $k = 4$  успехов.

Оператор модели – формула Пуассона. Результатом действия обратного оператора  $P^{-1}$  будет (как легко проверить) соотношение

$$\lambda^2 = (k+1)(k+2) \frac{P(n; k+2)}{P(n; k)}.$$

При  $k = 2$ , согласно условию обратной задачи,  $\frac{P(n; 4)}{P(n; 2)} = \frac{1}{3}$ , откуда  $\lambda^2 = 4$ , и, следовательно, искомое математическое ожидание равно 2.

### 3. Обеспечение заданных границ вероятностей выходных состояний

Один из наиболее важных типов таких задач: каковы должны быть входные параметры модели, чтобы вероятность одного из возможных выходных состояний была заключена в заданных пределах. Такого рода задачи возникают, когда требуется принять определенное решение в зависимости от степени осуществимости того или иного прогноза. Так, если исход  $N$  некоторой стохастической ситуации имеет вероятность  $P(N)$ , не превышающую заданного значения  $p_0$  (или, наоборот, превышающую  $p_0$ ) то целесообразно принять решение R, иначе – решение S. Требуется определить входные вероятности модели, для которых выполнялось бы соотношение  $P(N) \leq p_0$  (или, соответственно,  $P(N) > p_0$ ), порождающее решение R?

В учебной практике речь может идти об обращении задачи следующего типа.

В цехе химического комбината установлены три сигнализатора превышения ПДК (предельно допустимой концентрации) некоторого газа. Вероятность своевременного срабатывания каждого из них  $p = 0,9$ . Какова вероятность срабатывания хотя бы одного из них?

Ясно, что вычисление искомой вероятности может быть осуществлено по формуле (служащей оператором модели)

$$P(X \geq 1) = 1 - (1 - p)^n; \text{ в данном случае } n = 3.$$

Ясно также, что оператор допускает обращение как в отношении нахождения параметра  $n$ , так и в отношении параметра  $p$ . Имеем, таким образом, две следующие задачи.

1. Вероятность своевременного срабатывания каждого из сигнализаторов в случае превышения ПДК равна 0,9. Какое минимальное количество таких сигнализаторов следует установить, чтобы в указанном случае хотя бы один сигнал поступил с вероятностью не менее 0,999?

2. В каких границах должна быть вероятность срабатывания каждого из трех одинаковых сигнализаторов ПДК, чтобы вероятность поступления хотя бы одного сигнала была не менее 0,999?

В первой обращенной задаче

$$1 - (1 - 0,9)^n \geq 0,999, \text{ откуда } n \geq 3,$$

то есть следует принять решение об установке как минимум трех сигнализаторов. Во второй задаче

$$1 - (1 - p)^3 \geq 0,999, \text{ откуда } p \geq 0,9,$$

то есть надежность каждого из устанавливаемых сигнализаторов должна быть не менее 90 %.

#### 4. Байесовская обратимость

Возможности обращения задач представляют интерес и в рамках схемы гипотез. Здесь, при известной полной вероятности события, можно ставить вопрос о нахождении априорных вероятностей гипотез, а также – в случае наступления события – отыскивать апостериорные их вероятности. В последнем случае говорят о так называемой Байесовской обратимости. Продемонстрируем описываемый круг задач на примере следующего стохастического кейса.

При поиске нужной информации случайным образом с вероятностью 0,6 выбирается сайт  $H_1$ , выбор сайта  $H_2$  возможен с вероятностью 0,4. На сайте  $H_1$  в среднем 90 % информации достоверно, на сайте  $H_2$  – 80 %. Какова вероятность, что:

а) полученная таким образом информация окажется достоверной?

б) при двукратном обращении к информации на случайно выбранном сайте получаемые сведения остаются достоверными?

в) в ситуации п. б) ровно один раз получена достоверная информация?

г) обе попытки закончились получением фейковой информации?

Здесь оперируем событием  $A$ , состоящем в получении достоверной информации; событию  $A$  предшествует наступление одного из двух противоположных событий – гипотез  $H_1$  и  $H_2$  (случайный выбор одноименного сайта); соответствующие условные вероятности известны:  $P(A / H_1) = 0,9$ ;  $P(A / H_2) = 0,8$ .

Решение кейса основано на нахождении полной вероятности [7, с. 18]

$$P(A) = P(H_1) \cdot P(A / H_1) + P(H_2) \cdot P(A / H_2), \text{ то есть } P(A) = 0,86.$$

В пп. б) и г) требуется найти, соответственно,  $P^2(A)$  и  $P^2(\bar{A})$ ; в п. в) приходим к ответу  $2P(A) \cdot P(\bar{A})$ .

Одно из возможных обращений описываемой стохастической ситуации: вероятность успеха (получение достоверной информации) при случайном выборе сайта должна составить 0,86, при этом условные вероятности события  $A$  остаются прежними. Какова вероятность, что выбран

– сайт  $H_1$ ?

– сайт  $H_2$ ?

Здесь полная вероятность («выход» прямой задачи)  $P(A) = 0,86$  известна, так что

$$0,9P(H_1) + 0,8(1 - P(H_1)) = 0,86,$$

откуда находим априорные вероятности  $P(H_1) = 0,6$  и  $P(H_2) = 0,4$ .

Возможно и другое обращение: какова вероятность, что информация почерпнута с сайта  $H_1$ , если она оказалась

– достоверной?

– фейковой?

(условные вероятности события  $A$  остаются прежними).

Нахождению подлежат  $P(H_1 / A)$  и  $P(H_1 / \bar{A})$  соответственно; то есть следует переоценить вероятность гипотезы  $H_1$  по получении сведений о характере поступившей информации. Как хорошо известно [7, с. 20], в подобных случаях в роли обратного оператора выступают формулы Байеса:

$$P(H_1 / A) = \frac{P(H_1) \cdot P(A / H_1)}{P(A)} \quad \text{и} \quad P(H_2 / \bar{A}) = \frac{P(H_2) \cdot P(\bar{A} / H_2)}{P(\bar{A})},$$

откуда

$$P(H_1 / A) = \frac{27}{43} \approx 0,63 \quad \text{и} \quad P(H_2 / \bar{A}) = \frac{16}{43} \approx 0,37.$$

Следует обратить внимание на принципиальное отличие этих двух обращенных задач. В первой находится вероятность априорной гипотезы (точный исход стохастической ситуации неизвестен, известна лишь вероятность положительного исхода), во второй – вероятность апостериорной гипотезы (переоценка априорной гипотезы). Здесь вышеупомянутая «Байесовская обратимость» реализуется в виде формализации степени уверенности в некотором утверждении и корректировки этой степени по мере поступления информации относительно исследуемой ситуации. А именно, происходит обращение информации об априорных гипотезах в информацию о вероятности каждой апостериорной гипотезы.

Рассмотрим еще один пример, в котором идея обращения используется дважды.

Показания группы подозреваемых проверяются на детекторе лжи (полиграфе). Ложь подтверждается в 86 % случаев, правда – в 94 %. Известно, что в среднем в 10 % случаев полиграф выдает результат «ложь». При проверке показаний одного из подозреваемых полиграф показал «ложь». Какова вероятность, что этот человек действительно солгал?

Здесь событию  $A$  – полиграф показал «ложь» – предшествуют две гипотезы с неизвестными вероятностями:  $H_1$  – подозреваемый солгал – и  $H_2$  – сказал правду. Вероятность  $P(A) = 0,1$  и соответствующие условные вероятности события  $A$  даны:  $P(A / H_1) = 0,86$  и  $P(A / H_2) = 1 - 0,94 = 0,06$ . На первом шаге происходит обращение формулы полной вероятности (см. предыдущую задачу), в результате чего  $P(H_1) = 0,05$ . Теперь применима формула Байеса (переоценка вероятности гипотезы  $H_1$ ):

$$P(H_1 / A) = \frac{0,05 \cdot 0,86}{0,1}, \text{ то есть } P(H_1 / A) = 0,43.$$

### 5. Распределения случайных величин: обращение задач

Ограничимся рассмотрением одного типа обращенных заданий: по известным числовым характеристикам распределений восстановить другие входные параметры.

*Пример 1.* Дисперсия индикатора  $\eta = \eta(A)$  события  $A$  равна 0,21, при этом более вероятно, что  $A$  не наступит, чем наступит. Какова вероятность  $p = p(A)$ ?

В «прямой» задаче определяем дисперсию:  $D(\eta) = p(1 - p)$ , далее (обращение задачи)  $p(1 - p) = 0,21$ , откуда  $p = 0,7$  или  $p = 0,3$ . Условию задачи отвечает  $p = 0,3$ .

*Пример 2.* Непрерывная случайная величина  $X$  распределена равномерно на некотором интервале, при этом ее математическое ожидание и дисперсия равны соответственно 3 и 3. Восстановите плотность распределения.

Для получения ответа достаточен «возврат» от заданных числовых характеристик величины  $X$  к изначальным параметрам – концам интервала  $(a; b)$ , на котором плотность равномерного распределения  $f(x) = \frac{1}{b - a}$  [7, с. 85]. Согласно известным (см. там же) формулам для математического ожидания и дисперсии будем иметь соответственно

$$\frac{a + b}{2} = 3 \text{ и } \frac{(a - b)^2}{12} = 3,$$

откуда (при  $a < b$ ) получаем  $a = 0, b = 6$ . Следовательно,

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{6}, & x \in (0; 6) \\ 0, & x \notin (0; 6) \end{cases}.$$

В связи с последним примером отметим, что при переходе к специальным распределениям (геометрическому, биномиальному, показательному, нормальному и др.) открываются широкие возможности варьирования (в вышеуказанном смысле) параметров распределений и, следовательно, конструирования обращенных/обратных задач.

### Заключение

В настоящей работе предпринята попытка «встраивания» идеи обращения вероятностных задач в концепцию инновационных задачных систем; инновационность понимается при этом как наличие новизны, востребованность, ориентированность на практику.

Считаем полезным в процессе обучения математике рассматривать идею обращения как одну из возможных иллюстраций общеподлинной философской

категории причинно-следственной зависимости. Обсуждается принцип вариативности, на основе которого рекомендуется строить обращенные вероятностные задачи. Действие принципа может быть продемонстрировано на примере схемы Бернулли.

Важной функцией процесса обратимости является возможность обеспечения заданных границ вероятностей выходных состояний стохастической модели. Может быть также рекомендован случай Байесовской обратимости, в рамках которой происходит переоценка вероятностей априорных гипотез.

Рассмотрение обращенных вероятностных задач успешно согласуется с технологией УДЕ. Конструирование и решение учащимися обращенных/обратных вероятностных задач способствовало бы более глубокому погружению в моделируемую стохастическую ситуацию, формированию исследовательских навыков и элементов математического творчества, осознанию внутрипредметных (внутриматематических) связей.

#### *Список литературы*

1. Нахман, А. Д. Инновационные математические задачные системы / А. Д. Нахман // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2022. – № 5. – С. 55 – 58.
2. Бухгейм, А. Л. Введение в теорию обратных задач / А. Л. Бухгейм. – Новосибирск : Наука. Сибирское отделение, 1988. – 181 с.
3. Эрдниев, П. М. Обучение математике методом укрупнения дидактических единиц / П. М. Эрдниев. – Элиста : Калм. кн. изд-во, 1979. – 258 с.
4. Нахман, А. Д. Обращение задач как инновационный прием обучения стохастике / А. Д. Нахман // *Сборник трудов 7 Международного научно-технического форума СТНО-2024*. Т.10. – Рязань, 2024. – С. 106 – 109.
5. Абрамова, О. М. О функциональных и структурных отличиях понятий обратной и обращенной задачи / О. М. Абрамова // *Мир науки, культуры, образования*. – 2012. – № 6(37). – С. 152 – 154.
6. Абрамова, О. М. Окрестность обращенных задач как средство достижения полноты решения задачи в процессе обучения математике школьников / О. М. Абрамова // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 8 (часть 2). – С. 426 – 432.
7. Гутер, Р. С. Основы теории вероятностей / Р. С. Гутер, Б. В. Овчинский. – М. : Просвещение, 1967. – 162 с.

#### *References*

1. Nakhman A.D. [Innovative Mathematical Problem Systems], *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International Journal of Experimental Education], 2022, no. 5, pp. 55-58 (In Russ., abstract in Eng.).
2. Bukhgeym A.L. *Vvedenie v teoriyu obratnykh zadach* [Introduction to the Theory of Inverse Problems], Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie, 1988, 181 p. (In Russ.).
3. Erdniev P.M. *Obuchenie matematike metodom ukрупneniya didakticheskikh edinit* [Teaching Mathematics by Enlarging Didactic Units], Elista: Kalm. kn. izd-vo, 1979, 258 p. (In Russ.).
4. Nakhman A.D. [Problems inversion as an innovative method of teaching stochastics], *Sbornik trudov 7 Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnikeskogo foruma*

STNO-2024 [Collection of works of the 7th International scientific and technical forum STNO-2024], vol.10, Ryazan', 2024, pp.106-109 (In Russ.).

5. Abramova O.M. [On the functional and structural differences between the concepts of inverse and reversed problems], *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of science, culture, education], 2012, no. 6(37), pp.152-154 (In Russ.).

6. Abramova O.M. [The neighborhood of inverted problems as a means of achieving completeness of the solution of the problem in the process of teaching mathematics to schoolchildren], *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research], 2014, no. 8 (part 2), pp.426-432 (In Russ.).

7. Guter R.S., Ovchinskiy B.V. *Osnova teorii veroyatnostey* [The basis of probability theory], Moscow: Prosveshcheniye, 1967, 162 p. (In Russ.).

---

## Inverse Probabilistic Problems

**A. D. Nakhman**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** inversion technique; variability principle; stochastic models.

**Abstract:** As part of the development of a stochastic content-methodological approach, it is proposed to supplement the corresponding problem systems with inverse problems. Implementation of this proposal opens the way to more comprehensive interpretations of stochastic modeling results. The inversion mechanism utilizes the variability principle, described in detail and illustrated with examples. An important function of the inversion process is the ability to ensure specified probability boundaries for the output states of a stochastic model. A case of Bayesian reversibility is highlighted, within which the probabilities of a priori hypotheses are reassessed. It is argued that the inversion technique represents an extension of the technology of coarse-grained didactic units to a stochastics course.

---

© А. Д. Нахман, 2025

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ

**Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова**

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

**Ключевые слова:** генетический метод в обучении; обучение иностранных студентов; построение специальных математических курсов; средневековая математика Ближнего Востока; элементы истории в курсе математики.

**Аннотация:** Рассмотрен вопрос повышения качества математического образования иностранных студентов при их обучении в России. Показаны достоинства генетического метода в обучении (единство закона умственного развития) и использование элементов истории математики в процессе ее преподавания. Сформулированы основные требования к содержательному наполнению построенных на такой основе учебных курсов и их методическому наполнению. Обсуждаются формы включения исторического материала в содержание обучения и проблемы адаптации иностранных студентов в российском обществе.

### Введение

По сведениям Минобрнауки России в вузах страны постоянно происходит увеличение контингента иностранных студентов несмотря на предпринимаемые недружественными странами санкции. Заметно увеличилось и количество студентов, приезжающих из стран бывшего Советского Союза, особенно Средней Азии и Казахстана. Появились новые возможности налаживания дружественных отношений, залогом которых является качество получаемого в нашей стране образования. Обеспечение требуемого качества сопряжено как с объективными, так и субъективными трудностями, среди которых такие, как:

- уровень знаний поступающих недостаточно соответствует требованиям к абитуриентам наших вузов;
- языковые барьеры;
- новый менталитет общества в стране обучения.

---

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.

Перед российскими вузами возникают задачи разрешения такого рода проблем и, в частности:

- создание условий содействия в овладении русским языком – языком обучения и общения;
- формирование уважительного отношения к стране пребывания, ее гражданам, носителям ее культуры;
- развитие у приезжих коммуникативных способностей, достаточных для завоевания дружественных отношений с гражданами России, и хотя бы приемлемой адаптации в российское общество, чувства причастности к нему и полноценности сосуществования.

Качество образования зависит как от содержательного наполнения, так и методики преподавания широкого спектра учебных дисциплин, но одной из первых и достаточно значимой для обучения большинства студентов является математика. Овладение данным предметом имеет как положительные (для обеспечения качества), так и отрицательные составляющие (трудности). В работе [1] показано, что специфический язык математики является весьма значимым фактором повышения качества информационного общения с иностранными студентами, что, естественно, способствует разрешению выше сформулированных проблем. Существенным дополнением к такой идее является содержательное наполнение курса математики для иностранных студентов как на стадии их обучения на подготовительном отделении, так и при освоении специальности. Одним из механизмов повышения эффективности обучения следует считать включение в содержание элементов истории математики в тех регионах, из которых прибыли для обучения студенты, так как при таком подходе (среди прочего):

- углубляется знание учебного предмета «Математика»;
- повышается уровень мотивации к обучению за счет расширения области интересов при включении в содержание формального курса математики «гуманитарных», более понятных, исторических составляющих;
- формируется у обучающихся чувство национальной гордости за достижения своей родины, своих предков;
- повышается уровень освоения русского языка – языка преподавания всех учебных дисциплин за счет достоинств «хрестоматийного» метода изложения исторических приложений.

Одновременно с этим используется генетический метод в обучении математике [2], признанный как весьма эффективный многими известными педагогами.

Историко-генетический метод в обучении математике широко популяризировался многими отечественными деятелями математического образования начиная с XIX столетия [2]. Высказывалось мнение, что «умственное развитие молодых поколений управляется такими же законами, которые имели место на соответствующих ступенях умственного развития всего человечества». Отсюда делался вывод о том, что теоретической основой методики преподавания математики является история математики. Такой генетический метод должен быть признан наиболее правильным в дидактическом отношении.

Использование историко-математических знаний способствует решению такой важной педагогической задачи, как воспитание «скромности

ума», ввиду того что изучение творчества великих математиков без ознакомления с их предысторией производит на ум человека «поражающее», почти подавляющее действие, так как учащийся лишается возможности созерцать тот медленный и кропотливый труд целого ряда столетий, который приводит в науке к каждому значимому результату. Это способствует формированию мысли о преувеличении понятия о силах ума отдельного человеку. На самом деле это творение целой эпохи.

Историзм в преподавании математики должен быть таким методом, который наряду с систематическим сообщением историко-математических сведений раскрывает, хотя бы в общих чертах, путь ученых, пришедших к тому или иному математическому открытию.

Использование исторического подхода в преподавании математики должно ориентироваться на формирование в сознании учащихся таких закономерностей в развитии математики, как ее связь с практикой, развитием других наук и решением своих внутренних проблем. В результате появляется убежденность учащихся в целесообразности изучения математики, возрастает интерес к учебе, активность, успеваемость и прочность полученных знаний.

Это весьма важный момент воспитания образованного человека, так как многие люди, включая даже известные личности, проявляют по отношению к математике подозрительное недопонимание, не имея ответа на вопрос «Чем собственно занимается математика и как могло случиться, что она играет в нашей культуре такую заметную роль?»

Наиболее действенным средством устранения отрицательных взглядов на математику, по мнению В. В. Бабарыкина (1849 – 1919), известного российского популяризатора этой науки, является только история математики, убеждение обучающихся, читателей в пользу изучения математики, углубления понимания трудных вопросов курса математики и расширения запасов их знаний, укрепление в памяти преподаваемого им содержания. Особое внимание надо уделять вербовке лиц, склонных посвятить свою деятельность математике.

В то же время изучение самостоятельного курса истории математики проблематично по многим причинам, начиная с простого недостатка времени. Поэтому изучение истории математики должно предоставляться самим учащимся под контролем преподавателя, сосредоточив его внимание на создании историко-математических хрестоматий, содержащих учебные материалы, подобранные с учетом степени умственного развития обучающихся.

В процессе преподавания математики нельзя признавать правильными ситуации, когда элементы истории математики или вообще игнорируются, или на них смотрят как на любопытные исторические факты. Неоспоримо, что путь развития, которым шло человечество в приобретении научных знаний в древности, привел его к созданию все того, что представлено современной наукой. Для рациональной постановки преподавания математики необходимо, чтобы мнения о неприемлемости или непригодности того или иного из указаний истории математики были строго обоснованы.

В результате проведенного анализа проблемы историзма в преподавании математики можно сделать, по крайней мере, следующие выводы:

– процесс обучения математике целесообразно сближать с процессом ее познания, историей ее развития;

– необходима подготовка пособий по истории математики для преподавателей.

В процессе преподавания математики встречаются имена знаменитых математиков (в названии теорем, формул, правил и др.), которые не знакомы студентам и которые преподаватель оставляет без должного внимания, упуская тем самым возможность повысить познавательный, методический, эмоциональный уровень преподавания. В то же время освещение исторического материала играет много образовательных функций:

– в углублении знаний по математике;

– совершенствовании общих знаний и умений;

– расширении умственного кругозора студентов за счет уточнения содержания рассматриваемых вопросов в прошлом и настоящем, научного анализа;

– повышении общей культуры студентов;

– понимании роли математики в обществе.

В содержательном плане можно рассматривать такие компоненты исторического материала, как:

– биографические сведения об отдельных математиках, их достижениях;

– история развития идей, теорий, решения значимых задач;

– история возникновения некоторых математических понятий, обозначений, терминов.

Формы обращения к истории математики могут быть весьма различными, например:

– сообщение преподавателем;

– самостоятельная работа студентов с методической литературой;

– подготовка студентами докладов, сообщений на конференциях, публикаций, их участие в различных конкурсах.

Знание студентами истории развития математики способствует их осознанию значимости математики в современной жизни, формированию представлений о культурных факторах становления математической науки, ее универсальном языке, позволяющем описывать и изучать реальные процессы и явления [3].

Вводя элементы истории в преподавание математики, мы, по возможности, достигаем следующие цели:

– развиваем научное мышление. Прокомментировав студентам процесс научных изысканий, их значимость в настоящем и будущем, смену буквенной символики и терминологий, мы доказываем, что математические понятия, факты и методы развиваются и изменяются под влиянием общества, каким был трудным и длительным путь ученого к истине, которую они созерцают в упрощенном виде;

– повышаем уровень привлекательности содержания учебного материала, развиваем познавательный интерес студентов к математике;

– развиваем творческие способности студентов на примере сведений о научных трудах крупных ученых: в итоге рассматриваются новые задачи, методы их решений и результаты. Одновременно студент убеждается

в том, что в таком творчестве нет ничего необычного, сверхъестественного и в результате упорного труда возможен успех;

– воспитываем чувство гордости за достижения отечественных математиков, их биографии содержат множество примеров благородства, уникальности ума и поступков.

Важная методическая проблема использования исторического материала в преподавании математики – умелое сочетание его с самой математикой, в отборе конкретного содержания и форм представления.

В идеале по каждой теме курса математики необходимо иметь соответствующие методические разработки с указанием конкретных исторических фактов и методов их освещения, как, например [4, 5]. В итоге преподаваемый курс нацеливается на создание условий того, чтобы студенты увидели, как сложилась та или иная математическая теория, причины ее возникновения, а также как возникла наша наука, какими методами работает, какие ее возможности.

Отвечая на вопрос о содержательном наполнении «исторической» компоненты курса математики, следует понимать, что результаты работы математиков древнего мира писались на языке, непонятном для современных читателей, поэтому экскурс в прошлое целесообразно начать с математики средневековья и увидеть математику «в оригинале». В частности, действенным механизмом достижения поставленных целей может стать использование в процессе изучения математики сведений об естественнонаучных взглядах средневековых персидско-таджикских и арабских энциклопедистов. Такой подход обязывает всю образовательную систему вузов и других учебных заведений прививать своим ученикам чувство высокой ответственности перед обществом, ценить и уважать научное и духовное наследие предков, уважать, сохранять и умножать национальные обычаи и традиции.

Средневековые ученые внесли огромный вклад в дело образования и воспитания подрастающего поколения в духе любви к знаниям, преданности своему народу и Родине. Для историко-педагогической науки результаты их исследований оказались весьма полезными для совершенствования процесса обучения математике. В качестве примера можно выделить трактат великого иранского математика Мухаммада Мусы аль-Хорезми (783 – 850 гг.) об исчислении, восполнении и противопоставлении «Китаб аль-джебр ва-ль-мукабала» («Книга о восстановлении и противопоставлении»), положивший начало самостоятельному развитию алгебры как науки. В своей «Алгебре» аль-Хорезми дает классификацию простейших уравнений первой и второй степени, выделив шесть основных видов, придавая их решениям наглядное геометрическое представление (представление доказательства). Значительные успехи в решении уравнений третьей степени были достигнуты таджикским ученым-астрономом Омаром Хайймом (1048 – 1131 гг.) в работе «Трактат о доказательствах задач Алгебры», написанной в 1074 г. Он положительно высказался о возможности разрешения уравнений в радикалах, что было действительно сделано итальянским математиком Джироламо Кардано (1501 – 1576 гг.) около 500 лет спустя.

Персидско-таджикские средневековые ученые особое внимание уделяли вопросам геометрии и тригонометрии, применяя их в астрономиче-

ских исследованиях. Например, в книге «Китоб-ут-тафхим» Абу Рейхона Бируни (973 – 1048 гг.) целая глава отражает основные геометрические понятия на уровне, приемлемом и в настоящее время. Он верно определил, что внутри сферы может быть расположено пять таких фигур: куб, икосаэдр, октаэдр, тетраэдр и додекаэдр, что подробно изучается в современных учебниках по геометрии.

Наиболее значимое развитие математического образования наблюдалось в двух крупных научных центрах: Марагинском (современный Ирак, Восточный Азербайджан), основанном в 1259 г. выдающимся средневековым математиком и астрономом Насир ад-Дин Туси (1201 – 1274 гг.) и Самаркандском, возглавляемым известным правителем и меценатом науки Улугбеком (1394 – 1449 гг.).

Вообще можно отметить более 20 арабских и персидско-таджикских ученых (от аль-Хорезми до аль-Ризе (1489 – 1559 гг.)), внесших заметный вклад в развитие математической науки, биографии которых представляют несомненный интерес в математическом образовании современных студентов [6 – 12]. Изучение и анализ, сохранение и умножение исторических традиций, вдумчивое использование научного и духовного наследия этих ученых составляют неотъемлемую часть современной педагогической науки.

С педагогической точки зрения следует считать, что в процессе изучения различных разделов математики сведения об истории ее развития последние могут и должны служить значимой помощью обучающимся в глубоком усвоении учебного материала, так как они быстрее осмысливают значение рассматриваемых теоретических вопросов, легче воспринимают новый для себя учебный материал, а также знакомятся с научным творчеством классиков математической науки, что немаловажно для человека, получающего высшее образование. При этом надо учитывать следующее обстоятельство. В отличие от многих учебных дисциплин методология изучения математики демонстрирует совершенно непривычный подход к освоению нового, когда приходится постоянно, начиная с первого занятия, отмечать и доказывать, что и эти, и более сложные понятия математики не придуманы для каких-то неясных целей. На самом деле к возникновению новых понятий приводит решение ученым все новых и новых задач, стоящих перед человечеством. Обоснование идей многих гениальных догадок требовало многолетней работы, в ходе которой выстраивалась та строгая научная теория, элементы которой надо знать математику.

## Результаты

В Тамбовском государственном техническом университете (*далее университет*) обучение студентов-иностранцев осуществляется уже около 30 лет. В последнее время большинство из них – жители арабского мира. Учитывая специфику вуза, на подготовительном отделении помимо русского языка основным предметом является математика. Методическое обеспечение учебного процесса постоянно обновляется и совершенствуется [13 – 15], используются новые механизмы как повышения качества знаний [2, 3, 5, 16], так и мотивации к их овладению. С положительной точки

зрения зарекомендовала себя идея максимально возможного включения исторических материалов в содержание учебного предмета «Математика».

Исторический материал целесообразно использовать как на учебных занятиях, так и во внеаудиторной учебной деятельности, особенно с иностранными студентами. В университете ежегодно на подготовительном отделении проводятся заседания семинара «Вклад ученых-математиков Древнего Востока в развитие математики» (учитывая основной контингент обучающихся), основными задачами которого ставятся:

- освещение тенденций развития математической мысли средневековья математиками ближнего Востока в соответствии с существовавшими проблемами;
- апробация навыков владения научным стилем речи обучающимися;
- формирование навыков учебно-познавательной деятельности средствами народного языка.

Примерные темы заседаний семинара: «История математики», «Развитие математической мысли ученых Древнего Востока», «Математики мусульманского средневековья», «Математические трактаты аль-Хорезми» и т. п.

Материалы заседаний семинара систематизируются, обобщаются в форме своего рода хрестоматии по истории математики и используются при работе с новыми студентами.

На факультете международного образования университета проводится конкурс проектов по проблеме «Открытия ученых-математиков древнего Востока» с целями и задачами:

- поиск и систематизация сведений математического характера о научной деятельности ученых того времени;
- закрепления практики владения русским языком студентами-иностранцами;
- популяризация Российской системы образования. При этом иностранные студенты опираются на многие источники [5, 6, 8 – 11].

Кроме того, результаты работы со студентами-иностранцами широко обсуждались во время ежегодной международной научно-практической конференции «Аспекты междисциплинарного сотрудничества» с участием как преподавательского, так и студенческого состава для достижения следующих педагогических целей:

- развитие разговорной речи иностранных студентов в процессе защиты научных проектов;
- углубленное обучение иностранных студентов русскому языку через предметы общетеоретического цикла;
- систематизация знаний в области математики, физики, химии, биологии;
- изучение и применение научного стиля речи как основы языка выбранной профессии;
- углубление индивидуальной работы с иностранными студентами, как учебной, так и воспитательной, для повышения мотивации и заинтересованности в учебном процессе;
- укрепление принципов интернационального сотрудничества.

В качестве справочного материала как преподавателям, организующим работу иностранных студентов, так и самим студентам можно рекомендовать издания, прошедшие проверку временем [13 – 15].

Второй важной педагогической проблемой использования предлагаемого метода стала разработка приемов включения исторических сведений в содержание изучаемого предмета. Опыт практической работы подсказывает следующий алгоритм:

- 1) характеристика той проблемы (задачи), которая возникла на определенном этапе развития человеческого общества;
- 2) когда и кем эта задача решена (решалась);
- 3) в какое время (годы) это решение стало известно в научной литературе.

Располагая такими сведениями, студент проводит исторический анализ обозначенной проблемы и осознает ее связь с изучаемым разделом математики. Такого рода методические приемы можно организовать как при изучении таких крупных разделов математики, как «Системы линейных алгебраических уравнений», «Векторы», «Производная», «Интеграл», «Ряды», так и мелких вопросов «История числа  $\pi$ », «История числа  $e$ », «Решение уравнений в радикалах» и т.п.

Таким образом, в процессе учебных занятий по математике необходимо присутствие комплексного воздействия на обучаемого: содержание учебного материала, методы его изучения, дидактические принципы, используемые в процессе обучения, в том числе и использование исторического материала; умение преподавателя сфокусировать внимание студентов на главном, существенном, вызвать их интерес к изучаемым вопросам.

Изучение истории математики средних веков студентами-иностранцами арабского или персидского происхождения укрепляет их представление о взаимоотношениях наших стран, что их предков знают и уважают за то, что они добились выдающихся достижений в области продвижения такой непростой науки, как математика, что Россия ведет правильную интернациональную политику, повышая уровень образованности иностранных студентов на равных со студентами своей страны, почитает арабских ученых, показывая их значимость в мировой науке, процессе развития человечества.

### **Заключение**

В современных условиях несправедливых санкций ряда недружественных стран актуализируется проблема развития и укрепления дружеских отношений со странами, не придерживающимися этой политики. Значимая составляющая такого взаимодействия – обучение иностранных студентов в вузах России, а главная задача – обеспечение качества такой профессиональной подготовки.

Учебная дисциплина «Математика», являясь фундаментальной для изучения практически всех остальных дисциплин и преподаваемой в самый ранний период обучения, задает стандарт качества всей подготовки и нуждается в глубоком, методическом обеспечении учебного процесса, постоянном совершенствовании его технологии.

Качество математической подготовки (среди всего прочего) определяется ее содержанием и уровнем заинтересованности обучаемых в получении соответствующих знаний. Наиболее приемлемым для выполнения этих условий – использование генетического метода в обучении – метода, развивающего в преподавании положения и выводы науки именно таким образом, как они развивались в действительности [5].

Использование генетического метода предполагает применение элементов истории на занятиях по математике, углубляя знания данного предмета, соответствующие умения, их систематизацию и обобщение, а также повышая общую культуру студентов, способствует воспитанию лучших качеств жителей своей страны, своих предков.

При изложении исторического материала целесообразно пополнять его содержанием, отражающим развитие математической науки в зоне (регионе) проживания обучаемого, а для иностранных студентов – в их стране (и соседних странах). Использование на лекционных и практических занятиях вуза элементов истории математики помогает слушателям представить исторический путь формирования математических понятий, теорем и их применений, а представленная методика существенно повышает качество обучения иностранных студентов, углубляя их знания, формируя чувства национальной гордости за свою страну, воспитывает приверженность интересам России, дружественным отношениям с ее жителями.

Одной из первостепенных задач по реализации генетического метода в преподавании математики является его содержательное методическое обеспечение.

#### *Список литературы*

1. Пучков, Н. П. Язык математики как фактор повышения качества информационного общения с иностранными студентами / Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского. – 2024. – № 2(96). – С. 146 – 155. doi: 10.17277/voprosy.2024.02. pp.146-155
2. Шодиев, М. С. Естественнонаучные взгляды средневековых персидско-таджикских энциклопедистов и их использование в процессе обучения математике / М. С. Шодиев // Наука и школа. – 2012. – № 6. – С. 100 – 102.
3. Дробышев, Ю. А. О решении проблемы использования генетического метода в обучении учащихся математике в работах В. В. Бобынина / Ю. А. Дробышев // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2010. – № 4. – С. 127 – 133.
4. Каллаур, Н. А. История математики : учебно-методический комплекс для студ. физико-математического факультета / Н. А. Каллаур. – Брест : Изд-во БрГУ, 2020. – 120 с.
5. Игнатушкина, И. В. Использование исторической компоненты в обучении студентов некоторым разделам математического анализа / И. В. Игнатушкина, И. К. Зубова // Continuum. Математика. Информатика. Образование. – 2022. – № 3(27). – С. 69 – 81. doi: 10.24888/2500-1957-2022-3-69-81
6. Булгаков, П. Г. Мухаммад ал-Хорезми / П. Г. Булгаков, Б. А. Розенфельд, А. А. Ахмедов. – М. : Наука, 1983. – 239 с.
7. Раик, А. Е. Очерки по истории математики в древности / А. Е. Раик. – Саранск : Мордовское книжное изд-во, 1967. – 352 с.
8. Выготский, М. Я. Арифметика и алгебра в древнем мире / М. Я. Выготский. – М. : Наука, 1967. – 367 с.
9. История математики с древних времен до XIX века. Том 1 / А. П. Юшкевич, Э. И. Березкина, А. И. Володарский [и др.] ; под ред. А. П. Юшкевича. – М. : Наука, 1970. – 302 с.
10. Матвиевская, Г. П. Учение о числе на средневековом Ближнем и Среднем Востоке / Г. П. Матвиевская. – Ташкент : Фан, 1967. – 344 с.
11. Юшкевич, А. П. История математики в средние века / А. П. Юшкевич. – М. : Физматгиз, 1961. – 448 с.

12. Пиковер, К. Великая математика: от Пифагора до 57-мерных объектов : 250 основных вех в истории математики / К. Пиковер ; пер. с англ. С. А. Иванова. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 540 с.
13. Пучков, Н. П. Изучение математики иностранными студентами в вузе : В 4 ч. [Электрон. ресурс, мультимедиа] : учеб. пособие. Ч. 1 / Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова, Т. В. Губанова. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО ТГТУ, 2021. – 85 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
14. Пчелинцев, А. Н. Изучение математики иностранными студентами в вузе : В 4 ч. [Электрон. ресурс, мультимедиа] : учеб. пособие. Ч. 2 / А. Н. Пчелинцев, Т. Ю. Забавникова, О. В Максимова. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО ТГТУ, 2022. – 85 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
15. Пчелинцев, А. Н. Изучение математики иностранными студентами в вузе : В 4 ч. [Электрон. ресурс, мультимедиа] : учеб. пособие. Ч. 3 / А. Н. Пчелинцев, Т. Ю. Забавникова, О. В Максимова. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО ТГТУ, 2023. – 88 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
16. Пучков, Н. П. Развитие общего и профессионального математического образования в системе национальных университетов и педагогических вузов / Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова // Материалы 40-го Междунар. науч. семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов. – Брянск, 2021. – С. 214 – 218.

#### References

1. Puchkov N.P., Zabavnikova T.Yu. [The language of mathematics as a factor in improving the quality of information communication with foreign students], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2024, no. 2(96), pp. 146-155. doi: 10.17277/voprosy.2024.02.pp.146-155 (In Russ., abstract in Eng.)
2. Shodiyev M.S. [Natural science views of medieval Persian-Tajik encyclopedists and their use in teaching mathematics], *Nauka i shkola* [Science and School], 2012, no. 6, pp. 100-102. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Drobyshev Yu.A. [On the solution to the problem of using the genetic method in teaching students mathematics in the works of V.V. Bobynin], *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye i sotsial'nyye nauki* [Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Humanities and Social Sciences], 2010, no. 4, pp. 127-133. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Kallaur N.A. *Istoriya matematiki: uchebno-metodicheskiy kompleks dlya stud. fiziko-matematicheskogo fakul'teta* [History of Mathematics: a teaching aid for students of the Physics and Mathematics Faculty], Brest: Izdatel'stvo BrGU, 2020, 120 p. (In Russ.)
5. Ignatushkina I.V., Zubova I.K. [Using the Historical Component in Teaching Students Some Sections of Mathematical Analysis], *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovaniye* [Continuum. Mathematics. Computer Science. Education], 2022, no. 3(27), pp. 69-81. doi: 10.24888/2500-1957-2022-3-69-81 (In Russ., abstract in Eng.)
6. Bulgakov P.G., Rozenfel'd B.A., Akhmedov A.A. *Mukhammad al-Khorezmi* [Muhammad al-Khwarizmi], Moscow: Nauka, 1983, 239 p. (In Russ.)
7. Raik A.Ye. *Ocherki po istorii matematiki v drevnosti* [Essays on the History of Mathematics in Ancient Times], Saransk: Mordovskoye knizhnoye izdatel'stvo, 1967, 352 p. (In Russ.)
8. Vygotskiy M.Ya. *Arifmetika i algebra v drevnem mire* [Arithmetic and Algebra in the Ancient World], Moscow: Nauka, 1967, 367 p. (In Russ.)
9. Yushkevich A.P. (Ed.), Berezkina E.I., Volodarskiy A.I. [et al.]. *Istoriya matematiki s drevnikh vremen do XIX veka* [History of Mathematics from Ancient Times to the 19th Century], vol. 1, Moscow: Nauka, 1970, 302 p. (In Russ.)

10. Matviyevskaya G.P. *Ucheniye o chisle na srednevekovom Blizhnem i Srednem Vostoke* [The Doctrine of Number in the Medieval Near and Middle East], Tashkent: Fan, 1967, 344 p. (In Russ.)
11. Yushkevich A.P. *Istoriya matematiki v sredniye veka* [History of Mathematics in the Middle Ages], Moscow: Fizmatgiz, 1961, 448 p. (In Russ.)
12. Pikover K.; Ivanov S.A. (Tr.) *Velikaya matematika: ot Pifagora do 57-mernykh ob"yektov: 250 osnovnykh vekh v istorii matematiki* [Great Mathematics: from Pythagoras to 57-Dimensional Objects: 250 Key Milestones in the History of Mathematics], Moscow: Binom. Laboratoriya znaniy, 2014, 540 p. (In Russ.)
13. Puchkov N.P., Zabavnikova T.Yu., Gubanova T.V. *Izucheniye matematiki inostrannymi studentami v vuze* [Study of Mathematics by Foreign Students at the University], In 4 parts, Part 1, Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VO TGTU, 2021, 85 p., 1 CD-ROM. (In Russ.)
14. Pchelintsev A.N., Zabavnikova T.Yu., Maksimova O.V. *Izucheniye matematiki inostrannymi studentami v vuze* [Study of Mathematics by Foreign Students at the University], In 4 parts, Part 2, Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VO TGTU, 2022, 85 p., 1 CD-ROM. (In Russ.)
15. Pchelintsev A.N., Zabavnikova T.Yu., Maksimova O.V. *Izucheniye matematiki inostrannymi studentami v vuze* [Study of Mathematics by Foreign Students at the University], In 4 parts, Part 3, Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VO TGTU, 2023, 88 p., 1 CD-ROM. (In Russ.)
16. Puchkov N.P., Zabavnikova T.Yu. *Materialy 40-go Mezhdunar. nauch. seminara prepodavateley matematiki i informatiki universitetov i pedagogicheskikh vuzov* [Proceedings of the 40th International Scientific Seminar for Teachers of Mathematics and Computer Science from Universities and Pedagogical Universities], Bryansk, 2021, pp. 214-218. (In Russ.)
- 

## Using Historical Knowledge in Teaching Mathematics to Foreign Students

N. P. Puchkov, T. Yu. Zabavnikova

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** genetic method in teaching; teaching international students; developing specialized mathematics courses; medieval mathematics of the Middle East; elements of history in mathematics courses.

**Abstract:** This article examines the issue of improving the quality of mathematics education for international students studying in Russia. The advantages of the genetic method in teaching (the unity of the law of mental development) and the use of elements of the history of mathematics in teaching are demonstrated. The main requirements for the substantive content and methodological content of courses built on this basis are formulated. The forms of inclusion of historical material in the content of education and the problems of adaptation of foreign students in Russian society are discussed.

---

© Н. П. Пучков, Т. Ю. Забавникова, 2025

## МЕТОДИКА ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ 5-6 ЛЕТ СО СТЕРТОЙ ДИЗАРТРИЕЙ

**Ю. В. Симакова**

*ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина», Москва, Россия*

**Ключевые слова:** артикуляционная гимнастика; артикуляция; звукопроизношение; координация; логоритмика; мелкая (тонкая) моторика; общая моторика; просодика; стертая дизартрия; физическая подготовленность; физическая реабилитация.

**Аннотация:** Представлены результаты контролируемого эксперимента, в котором для одной из двух эквивалентных логопедических групп дошкольников 5-6 лет со стертой формой дизартрии внедрен специально разработанный комплекс физических упражнений (лечебная физическая культура + логоритмика). Проведено сравнение экспериментальной и контрольной групп по 15 детей ( $n = 15$ ) по показателям координации, общей и мелкой моторики, выносливости, артикуляционной и мимической моторики, зрительной памяти и концентрации внимания. Отмечено статистически значимое улучшение во всех ключевых тестах у экспериментальной группы по сравнению с контролем (для всех приведенных сравнений  $p < 0,05$ ).

### Введение

*Актуальность темы.* Рассматриваемая проблема определяется несколькими причинами:

– число детей с нарушениями речи очень велико и оно постоянно растет. Связанно это с множеством факторов: социально-экономических, экологических, генетических. Исследования детей в массовых садах показали, что в старших и подготовительных к школе группах, от 40 до 60 % детей имеют отклонения в речевом развитии. Одним из наиболее сложных и распространенных речевых нарушений является дизартрия;

– дети с нарушениями речи не относятся к категории больных людей и зачастую вынуждены обучаться по общеобразовательным программам, в то время как не приспособлены к этому, в связи с чем требуется разработка соответствующей программы. Дошкольные коррекционные учреж-

---

Симакова Юлия Владимировна – преподаватель кафедры физвоспитания и спорта, e-mail: kuv20@mail.ru; ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина», Москва, Россия.

дения (логопедические сады и группы) и школы V вида не справляются возрастающей нагрузкой

*Изученность проблемы.* Количество детей с нарушениями речи постоянно растет. Одним из сложных и часто встречающихся нарушений является дизартрия – нарушение произносительной стороны речи, вследствие нарушения иннервации мышц артикуляционного аппарата. Она возможна из-за органического поражения центральной нервной системы. Для этих детей характерно нарушение общей и мелкой моторики, встречаются патологические особенности в артикуляционном аппарате, на что указывают исследования [1].

Чтобы помочь нормализовать речь этим детям требуется комплекс мер, таких как психологическая, логопедическая, медицинская помощь, а также физическая реабилитация. Существует потребность в усовершенствовании методов и подходов физической реабилитации для дошкольников с нарушением звукопроизношения, так как диагностика стертой дизартрии и методики коррекционной работы разработаны пока недостаточно, что отмечено в работе [2].

Впервые попытки классификации форм стертой дизартрии сделаны авторами [3] на основе классификации этого диагноза, предложенной в работе [4]. На слух такая речь детей звучит невнятно, монотонно и невыразительно, нередко она характеризуется повышенной громкостью, замедленностью и напряженностью.

Вопросами коррекции дизартрии занимались многие специалисты [5 – 10]. Все авторы отмечают необходимость проведения специфической целенаправленной работы по развитию общей и мелкой моторики, артикуляционной моторики, мелкой моторики пальцев рук, а также проведение пальцевой гимнастики, дыхательных и голосовых упражнений.

В эксперименте разработан комплекс физической культуры для детей 5-6 лет со стертой дизартрией.

*Объект исследования:* методика физической реабилитации детей 5-6 лет со стертой дизартрией.

*Предмет исследования:* структура и содержание методики физической реабилитации детей 5-6 лет со стертой дизартрией.

*Гипотеза исследования* заключается в том, что постоянное применение новых методик реабилитации у детей со стертой дизартрией будет способствовать более эффективному коррекционному воздействию на речевые расстройства и оздоровлению организма дошкольников.

*Цель исследования* – повысить эффективность физической реабилитации детей 5-6 лет со стертой дизартрией в условиях дошкольного образовательного учреждения комбинированного вида. Для этого специально для одной из двух равнозначных логопедических групп, у детей которых в речевой карте значится стертая форма дизартрии, разработан комплекс физической реабилитации.

*Основные задачи* исследования характеризуется следующими аспектами:

1) усовершенствовать и повысить эффективность физической активности детей 5-6 лет со стертой дизартрией в условиях дошкольного учреждения;

2) провести эксперименты, подтверждающие положительную динамику у детей с дизартрией в отношении увеличения двигательной активности на уровне 5-6 лет со сниженным уровнем физической подготовленности;

3) выделить основные педагогические элементы, необходимые для применения программы реабилитации для детей со стертой формой дизартрии, в рамках дошкольного образования.

*Научная новизна исследования.* Впервые теоретически разработана и экспериментально обоснована инновационная методика физической реабилитации детей 5-6 лет со стертой дизартрией. Физические упражнения, включенные в программу, способствовали значительному улучшению мелкой моторики рук, развитию чувства ритма и восприятия пространства, а также улучшению равновесия как в статике, так и в динамике. Эти занятия были направлены на оптимизацию пространственно-временных характеристик движений и коррекцию двигательных умений, что соответствовало возрастным возможностям детей с нарушениями речи.

*Теоретическая значимость* представленного исследования состоит в углублении научных знаний относительно методологического обеспечения физической реабилитации среди детей. Рассмотренная практика физической реабилитации направлена на развитие интегрированных программ коррекции речевых нарушений, а также на устранение недостатков в двигательной активности у дошкольников 5-6 лет с дизартрией. Основным акцентом делается на взаимосвязь физической активности и речевой терапии, которая в свою очередь формирует основу для внедрения методических рекомендаций в реабилитационных центрах и детских садах, что способствует улучшению физического состояния и речевой функции пациентов.

*Практическая значимость* основана на возможности интеграции представленных методик в образовательный процесс подготовки специалистов в сфере физической реабилитации. Направление по специальности «Физическая реабилитация» может включать в себя данные методики, что даст возможность повысить квалификацию педагогов детских садов и специалистов реабилитационных учреждений, работающих с детьми, имеющих речевые нарушения. Разработанные материалы могут быть использованы в программах дополнительного образования, что обеспечит их практическую применимость и актуальность.

### **Методология исследования**

Исследование проводилось на базе ГБОУ комбинированного вида в двух логопедических группах (экспериментальной и контрольной) по 15 детей каждая ( $n = 15$ ). У всех детей в речевой карте указан диагноз «стертая дизартрия». Обе группы – старший дошкольный возраст (5-6 лет), половой состав: в каждой группе 13 мальчиков и 2 девочки.

Экспериментальная группа занималась по разработанной комплексной программе лечебной физической культуры, включавшей дыхательные и артикуляционные упражнения, ритмико-двигательные и игровые задания, упражнения на развитие тонкой моторики; контрольная – по стан-

дартной программе. Обе группы получали регулярную логопедическую помощь; экспериментальная группа дополнительно посещала еженедельные занятия по логоритмике.

Программа длилась несколько месяцев и была разделена на три периода: адаптационный, тренировочный и стабилизационный. Занятия проводились три раза в неделю: два занятия – лечебная физкультура, одно занятие – ритмическая гимнастика сюжетно-ролевой направленности.

Применялись следующие методы: общенаучные, педагогические, психологические, медико-биологические, математической статистики. На этапах исследования проводилось тестирование координации, физической подготовленности, артикуляционной и мимической моторики, кратковременной зрительной памяти и концентрации внимания.

### **Результаты исследования**

Пяти-шестилетний возраст является наиболее восприимчивым к формированию речевой активности. В этом возрасте происходит бурное развитие всех познавательных процессов, а также развитие общих и специальных речевых навыков. Важные факторы, способствующие развитию речи и других навыков, – системность и активность в обучении, стиль воспитания, особенности родителей, а также их социальный статус и уровень материального обеспечения.

Речевое развитие детей происходит не только в детских образовательных учреждениях, но и в семейной и социальной среде, которая также имеет большое значение для воспитания и обучения. Длительность пребывания в детских учреждениях влияет на общее развитие ребенка. Поэтому нужно интегрировать новые методы логопедической работы и физической реабилитации, необходимые для активации речевых зон, ответственных за восприятие и произношение слов.

Для достижения максимально положительных результатов при работе с детьми с нарушениями речевого развития необходимо использовать специальное оборудование и методики в реабилитационных программах, что находит подтверждение в научных статьях и практических исследованиях.

Дети с дизартрией имеют следующие отличия в дыхательной функции: увеличение частоты дыхательных движений в покое, а также уменьшение времени задержки дыхания на вдохе и выдохе по сравнению с нормально развивающимися детьми. В связи с этим необходимо включить дыхательные упражнения в физические занятия дошкольников с дизартрией, что повлияет на улучшение дыхательной функции, повышение физической работоспособности и укрепление психоэмоционального состояния, а также координационные способности [11].

В первичном обследовании физическая подготовленность обеих групп была низкой; различия между группами до эксперимента отсутствовали (разница средних значений  $\leq 10\%$ ) (табл. 1, где  $\Delta$  – относительное изменение показателя, %;  $p$  – статистическая значимость, во всех таблицах и в тексте указано, что различия считаются статистически значимыми при  $p < 0,05$ ).

Таблица 1

**Результаты тестирования уровня координационных способностей помощью двигательных тестов**

Двигательный тест	Группа	До эксперимента	После эксперимента	$\Delta$ , %
1	2	3	4	5
Тест № 1. «Повтори упражнение», балл	Контроль – мальчики	2,54 ± 0,88	3,00 ± 1,08	15,38
	Контроль – девочки	2,00 ± 0,00	2,50 ± 0,71	20,00
	Эксперимент – мальчики	2,46 ± 1,05	3,50 ± 0,71	29,67
	Эксперимент – девочки	2,50 ± 0,71	4,00 ± 0,00	37,50
Тест № 2. Воспроизведение заданного ритма, балл	Контроль – мальчики	2,31 ± 1,03	2,50 ± 1,00	7,69
	Контроль – девочки	2,50 ± 0,71	3,00 ± 0,00	16,67
	Эксперимент – мальчики	2,69 ± 1,11	3,50 ± 0,76	23,08
	Эксперимент – девочки	2,00 ± 0,00	3,50 ± 0,71	42,86
Тест № 3. Удержание равновесия, с	Контроль – мальчики	22,54 ± 5,38	25,00 ± 6,81	9,85
	Контроль – девочки	16,50 ± 2,12	21,00 ± 1,41	21,43
	Эксперимент – мальчики	21,08 ± 5,02	27,00 ± 4,29	21,94
	Эксперимент – девочки	14,00 ± 2,83	24,50 ± 2,12	42,86
Тест № 4. «Кулак – ладонь – ребро», балл	Контроль – мальчики	2,77 ± 0,83	3,00 ± 0,51	7,69
	Контроль – девочки	2,00 ± 0,00	2,50 ± 0,71	20,00
	Эксперимент – мальчики	2,62 ± 0,96	3,50 ± 1,18	25,27
	Эксперимент – девочки	1,50 ± 0,71	3,00 ± 0,00	50,00
Тест № 5. Теппинг-тест, число точек	Контроль – мальчики	8,92 ± 5,31	10,00 ± 3,73	10,77
	Контроль – девочки	14,50 ± 0,71	17,50 ± 0,71	17,14
	Эксперимент – мальчики	9,77 ± 4,75	14,50 ± 4,91	32,63
	Эксперимент – девочки	13,00 ± 1,41	17,50 ± 3,54	25,71

1	2	3	4	5
Тест № 6. Отбивание мяча от пола, удары за 10 мин	Контроль – мальчики	6,62 ± 3,04	7,00 ± 2,53	5,49
	Контроль – девочки	5,50 ± 0,71	6,00 ± 1,41	8,33
	Эксперимент – мальчики	5,23 ± 2,55	7,50 ± 2,50	30,26
	Эксперимент – девочки	5,00 ± 0,00	8,50 ± 0,71	41,18

По результатам тестирования после эксперимента можно отметить улучшение всех показателей. При этом такие тесты, как «повтори упражнение», «воспроизведение заданного ритма» и «удержание равновесия», показали улучшение экспериментальной группы по сравнению с контрольной примерно на 15 %, а тесты «кулак, ладонь, ребро», теппинг-тест и отбивание мяча от пола показали улучшение более 20 %. При этом также необходимо отметить неоднородность результатов у детей контрольной и экспериментальной групп, что свидетельствует о различном уровне развития ( $p < 0,05$ ).

У детей с недостатками краткосрочной памяти и внимательности наблюдается ухудшение усвоения учебного материала, высокая утомляемость и сложности в переключении на новый вид деятельности на занятиях, вследствие чего в одном занятии можно использовать лишь несколько видов двигательных заданий. Для повышения двигательной активности целесообразно проводить занятия с акцентом на освоение одного конкретного двигательного навыка. Данный подход объясняется тем, что низкий уровень физической подготовки детей не позволяет выполнять задания с высокой интенсивностью. В связи с этим по мере улучшения координационных навыков и физической подготовки детей предполагается поэтапное увеличение объема двигательной активности до 2-3 повторений. Данные, полученные в экспериментальной группе, сопоставимы с контрольной [12].

Выявленный недостаточный уровень гибкости предполагает включить упражнения на развитие гибкости. Самые большие различия выявлены при тестировании координации, выносливости и мелкой моторики. Таким образом, пониженное развитие согласованности движений чревато травмами, а низкая выносливость приводит к быстрому утомлению, уменьшению работоспособности и является фактором того, что дети начинают отвлекаться на занятиях [13]. Поэтому в программу нужно включить упражнения с небольшим (теннисные мячи, кубики, флажки, мелкие игрушки разной формы) и средним (мячи, скакалки, гимнастические палки) инвентарем, который будет помогать развивать тонкую моторику у детей. Еще использование кистевых эспандеров способствует развитию моторики. В дополнение целесообразно проводить самомассаж кистей, пальцев и активно использовать пальчиковую гимнастику.

В плане общей моторики упражнения в основных видах движений выполнялись не только в стандартных условиях, но и с изменением темпа,

ритма и условий выполнения. Для увеличения двигательной активности, повышения интереса детей к занятиям физической культурой, а также для создания благоприятного психоэмоционального фона в программе использовалось музыкальное сопровождение [14].

Также для более интенсивного развития общей и тонкой моторики, точности движений, координации в программе применялись элементы логопедической ритмики, фонетической ритмики и речедвигательной ритмики, ритмической гимнастики. Они способствуют развитию ребенка в эмоциональном и творческом отношении, улучшается правильное звукопроизношение, чувство ритма, музыкальный слух, память, внимание, согласованность движения со словом и музыкой [14].

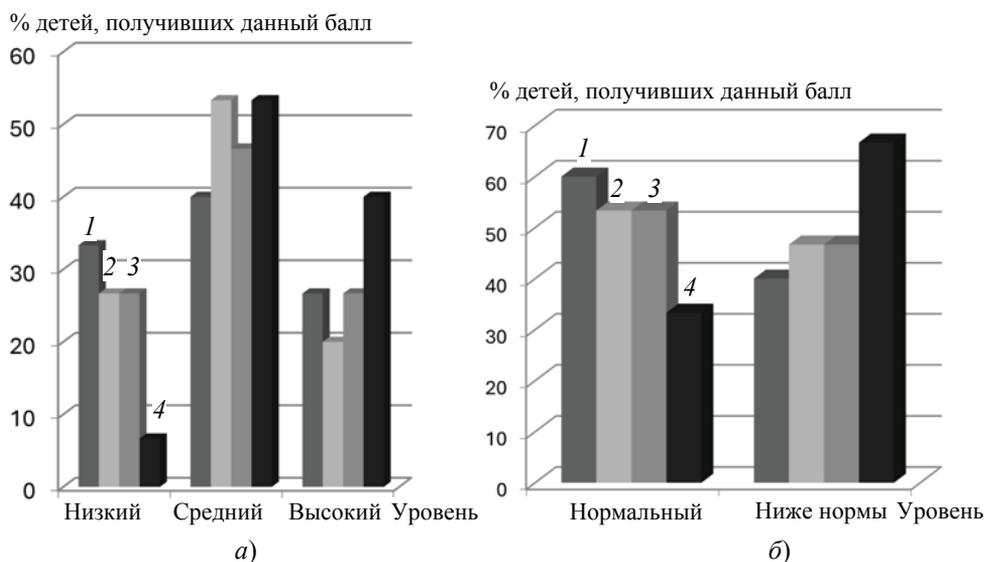
В ходе эксперимента проведен анализ медицинских карт у детей контрольной и экспериментальной групп, а также проведено обследование звукопроизношения, словарного запаса, грамматического строя, связной речи, тестирование концентрации внимания, двигательной памяти, различных видов мышления, тестирование физической подготовленности, артикуляционной и мимической моторики, уровня координационных способностей, выявлена динамика показателей антропометрии до эксперимента и после [13, 14]. Ниже представлены результаты некоторых из них.

У детей контрольной и экспериментальной групп по результатам первого тестирования до эксперимента практически отсутствуют отличия в уровне развития кратковременной зрительной памяти. В контрольной группе у 5 (33 %) – низкий уровень кратковременной зрительной памяти, у 6 (40 %) – средний и у 4 (27 %) – высокий. Аналогичная ситуация в экспериментальной группе: низкий уровень у 4 (27 %), средний – у 7 (47 %), высокий – у 4 (27 %).

При тестировании после эксперимента в контрольной группе изменения практически укладываются в статистическую погрешность (4 (24 %) имели низкий уровень, 8 (53 %) – средний и (20 %) – высокий). В экспериментальной группе четко выраженная динамика в сторону повышения уровня развития кратковременной зрительной памяти (1 ребенок (7 %) – с низким уровнем развития, 8 (53 %) – со средним и 6 (40 %) – с высоким уровнем). Динамика изменения уровня развития кратковременной зрительной памяти графически представлена на рис. 1, а.

При оценке уровня концентрации внимания в контрольной и экспериментальной группах до проведения эксперимента выявлено отсутствие отличий у детей данных групп. У 9 детей (60%) в контрольной группе – низкий уровень концентрации внимания, 6 (40%) имели высокий уровень. Ситуация в экспериментальной группе подобна контрольной: 8 (53%) – с низким уровнем, 7 (47%) – с высоким.

По окончании исследования проведена оценка полученных данных, которая позволила четко выделить различия в показателях детей контрольной и экспериментальной групп. В контрольной группе не наблюдалось динамики: 8 детей (53 %) имели низкий уровень концентрации внимания, а 7 детей (47 %) – высокий. В то же время в экспериментальной группе зафиксированы положительные изменения: 5 детей (33 %) показали низкие результаты, в то время как 10 детей (67 %) продемонстрировали высокий уровень внимания. Для того чтобы наглядно проиллюстрировать изменения, происходившие в обеих группах на протяжении эксперимента, составлен график (рис. 1, б).

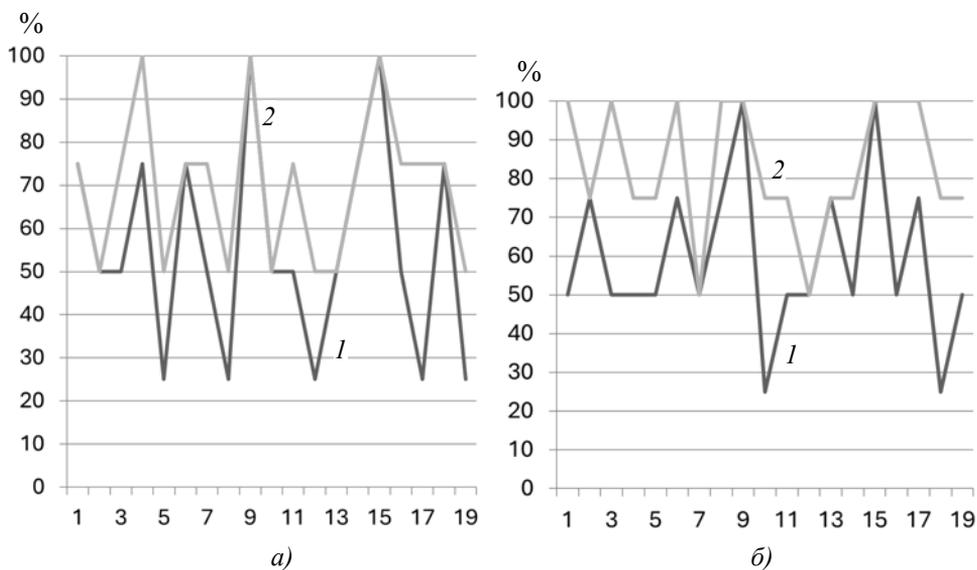


**Рис. 1. Результаты тестирования зрительной памяти (а) и концентрации внимания (б) в группах:**

1, 3 – соответственно контрольная и экспериментальная до исследования;  
2, 4 – контрольная и экспериментальная после исследования

Также в начале эксперимента проведена общая диагностика артикуляционной и мимической моторики у детей.

Результаты выявили отсутствие значительных статистических различий в параметрах между контрольной и экспериментальной группами детей (рис. 2). В конце эксперимента улучшение в артикуляционной и мимической моторике детей, участвовавших в экспериментальной группе, выросло до 40 %. В контрольной группе наблюдался меньший рост – на уровне 26 %.



**Рис. 2. Результаты обследования моторики у детей контрольной (а) и экспериментальной (б) групп до (1) и после (2) тестирования**

Тестирование после эксперимента выявило значительные различия в результатах физической подготовленности контрольной и экспериментальной групп (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты тестирования физической подготовленности  
с помощью двигательных тестов**

Двигательный тест	Группа	До эксперимента	После эксперимента (M ± SD)	Δ, %
Тест № 1. Бег на 30 м, с	Контроль – мальчики	8,38 ± 0,64	7,60 ± 0,51	10,32
	Контроль – девочки	8,30 ± 0,71	7,65 ± 0,21	8,50
	Эксперимент – мальчики	8,32 ± 0,61	7,10 ± 0,28	17,10
	Эксперимент – девочки	8,35 ± 0,64	7,15 ± 0,07	16,80
Тест № 2. Бег на 90 м, с	Контроль – мальчики	34,38 ± 2,05	32,00 ± 1,10	7,40
	Контроль – девочки	34,05 ± 0,35	30,00 ± 0,42	13,50
	Эксперимент – мальчики	33,42 ± 2,03	27,95 ± 0,68	19,58
	Эксперимент – девочки	33,55 ± 1,20	27,00 ± 0,71	24,26
Тест № 3. Подъем туловища в сед за 30 с, количество	Контроль – мальчики	7,15 ± 1,14	8,50 ± 1,32	15,80
	Контроль – девочки	6,00 ± 1,41	7,50 ± 0,71	20,00
	Эксперимент – мальчики	7,38 ± 1,19	10,50 ± 1,61	29,67
	Эксперимент – девочки	7,50 ± 2,12	11,00 ± 1,41	31,80
Тест № 4. Прыжок в длину с места, см	Контроль – мальчики	76,00 ± 6,70	88,50 ± 5,95	14,12
	Контроль – девочки	71,00 ± 9,90	81,50 ± 9,19	12,88
	Эксперимент – мальчики	74,31 ± 5,95	107,50 ± 8,20	30,88
	Эксперимент – девочки	68,00 ± 9,89	92,00 ± 4,24	26,09
Тест № 5. Наклон вперед сидя, см	Контроль – мальчики	2,85 ± 1,14	3,50 ± 0,63	18,68
	Контроль – девочки	3,50 ± 2,12	5,50 ± 0,71	36,36
	Эксперимент – мальчики	3,15 ± 1,40	5,50 ± 1,25	42,66
	Эксперимент – девочки	5,00 ± 2,83	9,50 ± 3,53	47,37

Экспериментальная группа показала более выраженное улучшение физических показателей по всем приведенным тестам по сравнению с контрольной. Наибольшие относительные и абсолютные приросты в экспериментальной группе отмечены в тестах № 4 (прыжок в длину с места) и № 3 (подъем туловища за 30 с).

### **Заключение**

В ходе эксперимента удалось повысить эффективность физической реабилитации детей 5-6 лет со стертой дизартрией в условиях дошкольного учреждения, а также:

- выявить недостаточность комплексных методик лечебной физической культуры и научно-методического обеспечения их содержания в условиях детских садов;

- дети 5-6 лет со стертой дизартрией показали более низкий уровень развития мелкой моторики, координационных способностей и выносливости. В результате тестирования после эксперимента отмечено улучшение всех показателей;

- в эксперименте применены оценочные методики, демонстрирующие уровень выраженности различных психических функций у детей до начала и после окончания коррекционно-развивающего воздействия. В результате анализа полученных данных в контрольной группе у всех участников подтвердились адекватные показатели развития высших психических процессов, тогда как экспериментальная группа детей продемонстрировала уверенные положительные изменения в выраженности всех показателей;

- сравнительный анализ результатов контрольной и экспериментальной групп (численных выражений процентов прироста показателей после проведенных коррекционных мероприятий) показывает действительное преобладание динамики варианта экспериментальной группы, когда величина прироста наблюдается на уровне 20 – 25 %, а в контрольной – всего лишь в пределах 13 – 16 %.

Физические упражнения, подобранные для занятий детей со стертой дизартрией, способствовали значительному улучшению мелкой моторики рук, развитию чувства ритма и восприятия пространства, а также улучшению равновесия как в статике, так и динамике. Эти занятия были направлены на оптимизацию пространственно-временных характеристик движений и коррекцию двигательных умений, что соответствовало возрастным возможностям детей с нарушениями речи. Такой подход не только расширяет горизонты для детей с отклонениями речевого развития, позволяя им найти интерес в физической культуре и активных играх, но также обеспечивает плавный переход к систематическому физическому воспитанию в школе.

На основании проведенных педагогических наблюдений можно отметить, что физическое состояние детей в экспериментальной группе улучшилось по всем основным направлениям. Увеличение уровня координа-

ционных способностей у детей с дизартрией подтверждает эффективность разработанной программы.

Результаты демонстрируют преимущество комплексной программы для детей со стертой дизартрией: помимо улучшения двигательных навыков, отмечено улучшение когнитивных компонентов (внимания, кратковременной памяти) и артикуляционно-фонетических показателей. Все это подтверждает идею о тесной взаимосвязи моторики и речевой функции и указывает на необходимость интеграции физических и логопедических методов в коррекционную практику.

#### *Список литературы*

1. Архипова, Е. Ф. Стертая дизартрия / Е. Ф. Архипова. – М. : АСТ : Астрель, 2007. – 331 с.
2. Левина, Р. Е. Методы коррекции нарушений звуковой стороны речи у детей : сб. ст ; под ред. Р. Е. Левиной. – Киев : [б. и.], 1979. – 82 с.
3. Винарская, Е. Н. Дизартрия: [речевые расстройства при очаговых поражениях мозга, анатомия и физиология речи: закономерности развития и фонетические нормы, сравнительная характеристика и диагностика клинических форм, практическая методика коррекционно-педагогической работы] / Е. Н. Винарская. – 2-е изд. – М. :URSS: ЛЕНАНД, 2021. – 200 с.
4. Токарева, О. А. Устранение фонологических дефектов произношения звуков как средство повышения внятности речи глухонемых : автореф. дис. ... канд. пед. наук / О. А. Токарева. – М., 1953. – 16 с.
5. Правдина, О. В. Тяжелая дизартрия детского возраста в логопедической практике : автореф. дис. ... канд. пед. наук / О. В. Правдина. – М., 1949. – 8 с.
6. Мастюкова, Е. М. Специальная педагогика: подготовка к обучению детей с особыми проблемами в развитии: ранний и дошкольный возраст : учеб. пособие / Е. М. Мастюкова. – М. : Классикс Стиль, 2003. – 319 с.
7. Семенова, К. А. Дизартрии / К. А. Семенова, Е. М. Мастюкова, М. Я. Смуглин // Хрестоматия по логопедии (извлечения и тексты) : учеб. пособие : в 2 томах / ред. : Л. С. Волкова, В. И. Селиверстова. – М. : Владос, 1997. – Т. 1: – 1997. – С. 173–189.
8. Первеева, В. А. Формирование моторики и комплексное развитие эстетико-психологических способностей детей 4–6 лет с нарушением функции речи средствами художественной гимнастики : автореф. дис. ... канд. пед. наук. – СПб., 2003. – 25 с.
9. Серебрякова, Н. В. Развитие лексики у дошкольников со стертой дизартрией : метод. пособие / Н. В. Серебрякова. – СПб. : Каро, 2009. – 222 с.
10. Лопатина, Л. В. Система дифференцированной коррекции фонетико-фонематических нарушений у дошкольников со стертой дизартрией : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – СПб., 2005. – 38 с.
11. Приходько, О. Г. Логопедическое обследование детей с нарушениями речи / О. Г. Приходько // Специальное образование. – 2010. – № 3. – С. 82 – 87.
12. Белякова, Л. И. Методика развития речевого дыхания у дошкольников с нарушениями речи / Л. И. Белякова, Н. Н. Гончарова, Т. Г. Шишкова. – М. : Книголюб, 2004. – 56 с.
13. Зигангирова, И. И. Особенности развития ручной моторики у детей раннего возраста с отклонениями в развитии речи / И. И. Зигангирова, Е. В. Шереметьева // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 50. – С. 35 – 39. URL : <http://e-koncept.ru/2016/76652.htm> (дата обращения: 29.09.2025).

14. Жулина, Е. В. Логопедическая ритмика как средство коррекции просодики у детей дошкольного возраста со стертой дизартрией / Е. В. Жулина, Н. Н. Соловьева // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – №58-2. – С. 79 – 82.

#### References

1. Arkhipova Ye.F. *Stertaya dizartriya* [Erased dysarthria], Moscow: AST: Astrel', 2007, 331 p. (In Russ.)
2. Levina R.Ye. *Metody korrektsii narusheniy zvukovoy storony rechi u detey: sb. st.* [Methods of Correction of Sound Speech Disorders in Children: Coll. articles], Kiyev: [N. p.], 1979, 82 p. (In Russ.)
3. Vinarskaya Ye.N. *Dizartriya: [rechevyye rasstroystva pri ochagovykh porazheniyakh mozga, anatomiya i fiziologiya rechi: zakonomernosti razvitiya i foneticheskiye normy, sravnitel'naya kharakteristika i diagnostika klinicheskikh form, prakticheskaya metodika korrektsionno-pedagogicheskoy raboty]* [Dysarthria: [speech disorders in focal brain lesions, anatomy and physiology of speech: development patterns and phonetic norms, comparative characteristics and diagnostics of clinical forms, practical methods of correctional and pedagogical work]], Moscow: URSS: LENAND, 2021, 200 p. (In Russ.)
4. Tokareva O.A. *Extended abstract of Candidate's of pedagogy thesis*, Moscow, 1953, 16 p. (In Russ.)
5. Pravdina O.V. *Extended abstract of Candidate's of pedagogy thesis*, Moscow, 1949, 8 p. (In Russ.)
6. Mast'yukova Ye.M. *Spetsial'naya pedagogika: podgotovka k obucheniyu detey s osobymi problemami v razviti: ranniy i doshkol'nyy vozrast : ucheb. posobiye* [Special Pedagogics: Preparation for Teaching Children with Special Developmental Problems: Early and Preschool Age: Textbook], Moscow : Klassiks Stil', 2003, 319 p. (In Russ.)
7. Semonova K.A., Mast'yukova Ye.M., Smuglin M.Ya. *Dizartrii* [Dysarthria], In book: *Khrestomatiya po logopedii (izvlecheniya i teksty): ucheb. posobiye* [Speech Therapy Reader (extracts and texts): Textbook], In 2 vols., Moscow: Vlados, 1997, vol. 1, 1997, pp. 173-189. (In Russ.)
8. Perveyeva V.A. *Extended abstract of Candidate's of pedagogy thesis*, St. Petersburg, 2003, 25 p. (In Russ.)
9. Serebryakova N.V. *Razvitiye leksiki u doshkol'nikov so stertoy dizartriye: metod. posobiye* [Development of vocabulary in preschoolers with erased dysarthria: Methodological manual], St. Petersburg: Karo, 2009, 222 p. (In Russ.)
10. Lopatina L.V. *Extended abstract of Doctor's of pedagogy thesis*, St. Petersburg, 2005, 38 p. (In Russ.)
11. Prikhod'ko O.G. [Speech therapy examination of children with speech disorders], *Spetsial'noye obrazovaniye* [Special education], 2010, no. 3, pp. 82-87. (In Russ., abstract in Eng.)
12. Belyakova L.I., Goncharova N.N., Shishkova T.G. *Metodika razvitiya rechevogo dykhaniya u doshkol'nikov s narusheniyami rechi* [Methodology for the development of speech breathing in preschoolers with speech disorders], Moscow: Knigolyub, 2004, 56 p. (In Russ.)
13. Zigangirova I.I., Sheremet'yeva Ye.V. [Features of the development of hand motor skills in young children with deviations in speech development], *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal "Kontsept"* [Scientific and methodological electronic journal "Concept"], 2016, V. 50, pp. 35-39. available at: <http://e-koncept.ru/2016/76652.htm> (accessed 29 September 2025). (In Russ., abstract in Eng.)

14. Zhulina Ye.V., Solov'yeva N.N. [Speech therapy rhythm as a means of correcting prosody in preschool children with erased dysarthria], *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya* [Problems of modern pedagogical education], 2018, no. 58-2, pp. 79-82. (In Russ., abstract in Eng.).

---

## **Physical Rehabilitation Methodology for 5-6-Year-Old Children with Mild Dysarthria**

**Yu. V. Simakova**

*Gubkin Russian State University of Oil and Gas  
(National Research University), Moscow, Russia*

**Keywords:** articulation exercises; articulation; sound production; coordination; logorhythmics; fine motor skills; gross motor skills; prosody; mild dysarthria; physical fitness; physical rehabilitation.

**Abstract:** The results of a controlled experiment are presented, in which a specially developed set of physical exercises (therapeutic physical training + logorhythmics) was introduced to one of two equivalent speech therapy groups of 5-6-year-old preschoolers with mild dysarthria. A comparison of experimental and control groups of 15 children ( $n = 15$ ) was conducted on measures of coordination, gross and fine motor skills, endurance, articulatory and facial motor skills, visual memory and concentration. Statistically significant improvements were noted in all key tests in the experimental group compared to the control group ( $p < 0.05$  for all comparisons).

---

© Ю. В. Симакова, 2025

## **РАЗВИТИЕ РЕГУЛЯТИВНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ УЧАЩИХСЯ 8 – 11 КЛАССОВ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО ПОМОЩНИКА**

**Л. П. Хабарова, Е. Е. Белоусова**

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

**Ключевые слова:** ЕГЭ; ОГЭ; регулятивные универсальные учебные действия; цифровой помощник; чат-бот.

**Аннотация:** Рассмотрен потенциал применения чат-ботов с predetermined сценариями для формирования регулятивных универсальных учебных действий (УУД) у учащихся в процессе подготовки к ОГЭ и ЕГЭ. Представлены конкретные функции чат-бота, способствующие целеполаганию, планированию, самоконтролю и коррекции учебных действий. Составлена таблица соответствия элементов регулятивных УУД и функциональных модулей чат-бота. Даны практические рекомендации по внедрению чат-бота в образовательный процесс.

### **Введение**

В условиях цифровизации образования особое значение приобретает развитие универсальных учебных действий (УУД) учащихся 8 – 11 классов, среди которых ключевую роль играют регулятивные, поскольку обеспечивают самостоятельность, организованность и осознанность учебной деятельности школьников [1, 2]. Регулятивные учебные действия включают целеполагание, планирование, контроль и коррекцию, что формирует у учащихся способность к саморегуляции в процессе обучения [3].

Согласно федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС ООО и ФГОС СОО), одним из результатов освоения образовательной программы является сформированность УУД, в том числе регулятивных. Однако практика показывает, что учащиеся 8 – 11 классов часто испытывают трудности в самостоятельном планировании и контроле своей учебной деятельности [4], которые обостряются в старшем звене школы, где возрастает объем материала, растет нагрузка, а мотивационные и волевые механизмы еще не сформированы в полной мере [5].

---

Хабарова Людмила Петровна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Иностранные языки и профессиональная коммуникация», e-mail: urimm@yandex.ru; Белоусова Екатерина Евгеньевна – студент, ТамбГТУ, Тамбов, Россия.

Кроме того, под влиянием мультимедийных и информационных технологий у современных школьников формируется клиповое мышление, для которого характерны отсутствие причинно-следственных связей, фрагментарность и алогичность [6].

С появлением и внедрением цифровых образовательных ресурсов и технологий в учебный процесс открываются новые возможности для поддержки и развития регулятивных УУД. К одному из перспективных направлений следует отнести использование цифровых помощников – интеллектуальных программных агентов, способных сопровождать, направлять и предоставлять обратную связь в процессе учебной деятельности. Современные исследования показывают, что цифровые помощники могут эффективно способствовать формированию навыков саморегуляции, особенно если они интегрированы в индивидуальные образовательные траектории [7, 8].

Особую важность данная тема приобретает при подготовке к государственной итоговой аттестации в форме ОГЭ и ЕГЭ, поскольку подготовка к этим экзаменам способствует профориентационному выбору и определяет дальнейшую образовательную траекторию учащихся. В то же время процесс подготовки к данным экзаменам имеет ряд нюансов и организационных особенностей, в которых зачастую сложно разобраться ввиду очень больших и постоянно меняющихся объемов информации, а также распространения неофициальной и часто не соответствующей действительности информации в социальных сетях.

Таким образом, актуальность данной темы обусловлена несколькими факторами:

1. Социальный заказ на формирование самостоятельных и ответственных выпускников. В современных условиях важной задачей школы становится воспитание личности, способной к самоорганизации, самообучению и критическому мышлению. Формирование регулятивных УУД напрямую связано с этими компетенциями [9].

2. Развитие цифровых технологий в образовании. Использование искусственного интеллекта и цифровых ассистентов в учебной среде становится все более распространенным. Однако исследования, посвященные их влиянию именно на регулятивные действия учащихся старших классов, пока немногочисленны [10, 11].

3. Потребность в индивидуализации обучения. Цифровые помощники позволяют учитывать индивидуальные особенности учеников, адаптируя информацию и тем самым способствуя развитию их саморегуляции [12].

Таким образом, исследование вопроса формирования регулятивных учебных действий учащихся 8 – 11 классов с помощью цифрового помощника имеет не только теоретическую, но и практическую значимость. Оно позволит обосновать и апробировать эффективные подходы к педагогическому сопровождению старшеклассников в цифровой образовательной среде.

### **Метапредметный подход к формированию регулятивных УУД**

Существующие цифровые решения (например, электронные дневники, LMS-платформы) в основном сконцентрированы на управлении учебным процессом, но не направлены специально на развитие регулятивных

УУД. Большинство из них не направлены на адаптивное сопровождение и не используют элементы когнитивной модели ученика.

Предлагаемый подход к формированию регулятивных УУД нацелен на метапредметный результат, а не только на предметные знания, и ориентирован на формирование навыков саморегуляции, а не на механический поиск информации.

Развитие регулятивных универсальных учебных действий в рамках реализации ФГОС является важным направлением формирования учебной самостоятельности и способности к самоуправлению учащихся. Согласно подходу, представленному в работах [1, 13, 14], регулятивные действия формируются в процессе совместной деятельности и последующего внутреннего присвоения внешних регуляторов.

Цифровые технологии, а именно чат-бот, в данной модели рассматриваются как инструмент внешней регуляции, переходящей в саморегуляцию. Педагогическая ценность чат-бота заключается в его функциональной и развивающей роли в образовательном процессе. Ключевыми аспектами являются:

- планирование и целеполагание: Чат-бот помогает учащимся самостоятельно планировать подготовку, ориентируясь на расписание экзаменов и даты подачи заявлений.

- самоконтроль и самооценка: Информация о типах заданий и критериях оценивания способствует осознанию сильных и слабых сторон.

- организация учебной деятельности: Автоматические напоминания и структурированный доступ к информации формируют навыки учебной самостоятельности.

Кроме того, повышается доступность и прозрачность информации. Учащиеся и их родители оперативно получают достоверные сведения, что снижает уровень тревожности перед экзаменами. Исключаются дезинформация и слухи, особенно по таким важным вопросам, как формат заданий и ответов, апелляции и пересдачи.

Также использование чат-бота способствует формированию информационной грамотности. Учащиеся осваивают навыки поиска, анализа и использования информации в цифровой среде. Важным преимуществом применения чат-бота учащимися и их родителями является снижение нагрузки на педагогов, так как они освобождаются от рутинного повторения организационной информации, концентрируясь на содержательной части подготовки. Четкое понимание структуры экзамена и правил поведения на нем снижает стресс и способствует более высоким результатам. Более того, происходит постепенный переход от внешней регуляции к внутренней за счет снижения опоры на подсказки и увеличение доли самостоятельности.

При разработке чат-бота были учтены следующие методические принципы:

- принцип поэтапного формирования УУД [15] – от внешней, озвученной регуляции к внутренней и автоматизированной;

- принцип личностной направленности – чат-бот ориентируется на индивидуальные особенности учащихся;

Таблица 1

**Соответствие компонентов регулятивных УУД  
и функций чат-бота**

Компонент регулятивных УУД	Пример реализация в чат-боте
Целеполагание	Выбор предметов по выбору
Планирование	Пошаговое описание действий
Прогнозирование	Предупреждение об ошибках и сложностях
Контроль	Проверка правильности выполнения, само-проверка
Коррекция	Выдача рекомендаций при затруднениях
Оценка	Запрос рефлексии и самооценки

– принцип активности и субъектности – учащиеся не получают готовых решений, а взаимодействуют, размышляют и оценивают;

– принцип педагогической поддержки – чат-бот не заменяет учителя, а дополняет его в роли цифрового наставника.

Таким образом, образовательный эффект заключается в формировании устойчивых привычек к постановке целей и планированию; развитии навыков самоконтроля и саморефлексии; повышении учебной самостоятельности, осознанности учебной деятельности.

В результате систематического применения чат-бота учащиеся постепенно осваивают модель регулятивного поведения, которая переносится и в другие виды учебной и внеучебной активности.

Регулятивные УУД включают следующие ключевые компоненты (по ФГОС) (табл. 1):

- 1) целеполагание – постановка учебной задачи;
- 2) планирование – определение последовательности действий;
- 3) прогнозирование – предвидение возможных затруднений;
- 4) контроль – сравнение результата с заданным эталоном;
- 5) коррекция – внесение изменений в способ действия;
- 6) оценка – осмысление достигнутого результата.

Чат-бот с заранее разработанным сценарием представляет собой программный инструмент, ведущий диалог с пользователем на основе заданных условий, команд и реакций. В образовательной среде он может:

- задавать учебные цели;
- напоминать о сроках и этапах подготовки;
- давать рекомендации по устранению пробелов;
- инициировать рефлексия.

Таким образом, чат-бот становится не просто средством информирования, а педагогическим механизмом управления индивидуальной образовательной траекторией, обеспечивающим развитие регулятивной компетентности.

## Этапы разработки чат-бота для подготовки к ОГЭ и ЕГЭ

Ключевым этапом разработки чат-бота для сопровождения подготовки к ОГЭ и ЕГЭ стало выявление актуальных информационных потребностей учащихся и их родителей. Для этого проведено анкетирование с использованием онлайн-инструмента Яндекс.Формы, с помощью которого собраны и систематизированы данные в структурированном виде.

Целью опроса стало определение функций, тем и информационных блоков, которые должны быть включены в меню чат-бота для максимального соответствия запросам целевой аудитории – учащихся и их родителей.

Разработаны четыре анкеты:

1. *Для учащихся 8-9-х и 10-11-х классов* – вопросы были сконцентрированы на знании организационных и методических аспектов проведения экзаменов, страхах, дезинформации, профориентации и предпочтениях в цифровых ресурсах.

2. *Для родителей обучающихся 8-9-х и 10-11-х классов* – акцент сделан на информированности и ключевых вопросах, вызывающих тревогу.

Опросы включали как закрытые вопросы (с вариантами ответов), так и открытые (для качественного анализа потребностей). В выборке приняли участие: 2 263 учащихся (1 407 – 8-9 класс, 856 – 10-11 класс) и 1 969 родителей Тамбовской области. На основе анализа полученных данных выделены приоритетные блоки, востребованные обеими аудиториями (табл. 2).

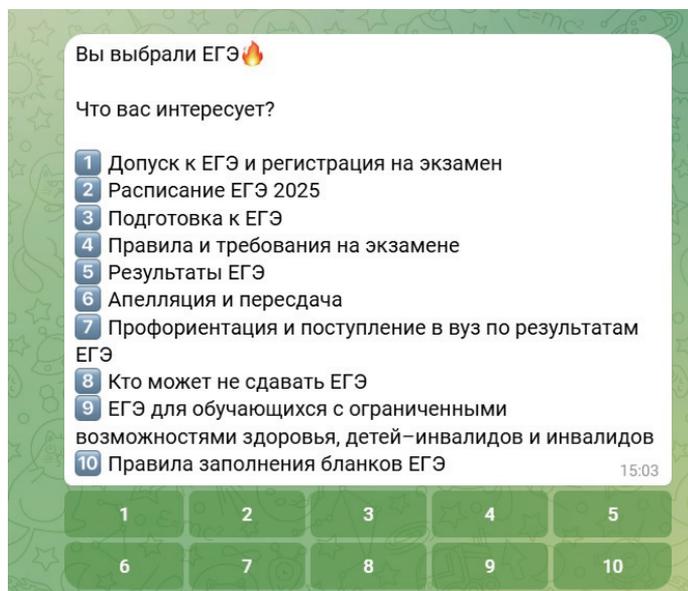
Таким образом, на основе интерпретации собранных данных разработана структура чат-бота, отражающая реальные потребности учащихся и родителей в период экзаменационной подготовки. Полученные данные позволили построить логически обоснованное, педагогически целесообразное и пользовательски ориентированное меню, которое в дальнейшем легло в основу сценарного дизайна цифрового помощника.

Каждый раздел сопровождается короткими пояснениями, навигацией и ссылками на официальные ресурсы (ФИПИ, Рособрнадзор, региональные платформы). Меню представлено на рис. 1.

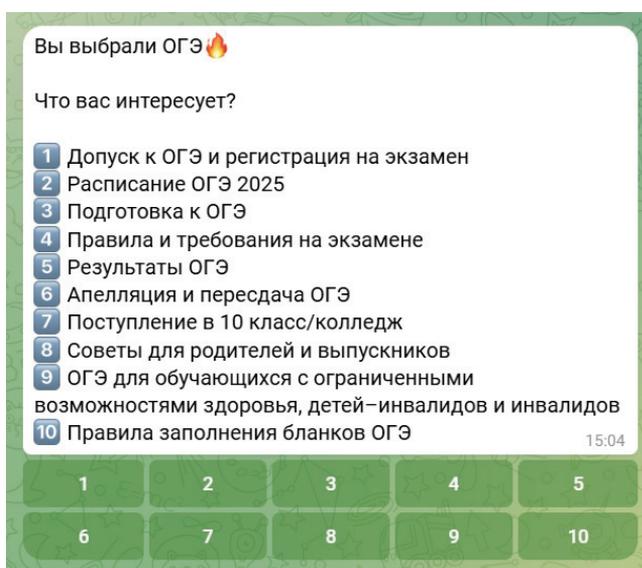
Таблица 2

### Приоритетные блоки для меню чат-бота

Информационная потребность (по результатам опроса)	Доля респондентов, указавших блок как значимый, %	Влияние на структуру меню чат-бота
Расписание экзаменов	85	Раздел «Расписание»
Подготовка к экзаменам	78	Раздел «Подготовка к экзаменам»
Правила апелляции и пересдачи	71	Раздел «Апелляции и пересдачи»
Критерии оценивания заданий	68	Встроенные блоки в разделе «Подготовка к экзаменам»
Поступление в 10 класс/колледж/вуз	64	Раздел «Профориентация и поступление в вуз / Поступление в 10-й класс/колледж»
Результаты	42	Подраздел «Результаты ОГЭ/ЕГЭ»



а)



б)

Рис. 1. Структура меню ЕГЭ (а) и ОГЭ (б)

### Заключение

Представленный подход к использованию чат-бота с predetermined сценарием демонстрирует высокую педагогическую эффективность в формировании регулятивных УУД. Такой инструмент способствует не только информационной поддержке учащегося, но и развитию ключевых навыков самоуправления, что особенно актуально в условиях подготовки к ОГЭ и ЕГЭ. При этом можно выделить следующие рекомендации по применению:

- 1) интегрировать чат-бот в ежедневную подготовку;
- 2) использовать чат-бот как дополнение к деятельности учителя, а не как замену, тем самым обеспечивая связь между автоматизированной и живой педагогической поддержкой;
- 3) проводить мониторинг эффективности бота, анализируя поведенческие и академические показатели учащихся;
- 4) развивать цифровую культуру учащихся через обучение продуктивному взаимодействию с автоматизированными системами.

Предлагаемый подход отличается тем, что чат-бот рассматривается не как вспомогательный инструмент, а как активный участник образовательного процесса, способный:

- стимулировать рефлексию и самоанализ;
- развивать критическое мышление;
- выступать медиатором в формировании учебной мотивации.

Таким образом, происходит не только информирование, но и формирование действий, лежащих в основе УУД.

В условиях растущей цифровой грамотности учащихся чат-боты становятся не просто техническими помощниками, а полноправными участниками образовательного процесса, способствующими развитию самостоятельности, рефлексии и коммуникативных навыков.

*Исследование выполнено на средства гранта, выделенные Администрацией Тамбовской области, проект № МУ2024-01/09.*

#### *Список литературы*

1. Выготский, Л. С. Проблема обучения и умственного развития в школьном возрасте / Л. С. Выготский // Эксперимент и инновации в школе. – 2009. – № 6. – С. 26 – 34.
2. Эльконин, Б. Д. Введение в психологию развития (в традиции культурно-исторической теории Л. С. Выготского) / Б. Д. Эльконин. – М. : Трикола, 1994. – 168 с.
3. Еремина, Е. А. Формирование регулятивных учебных действий у детей и подростков в рамках реализации общеобразовательной (общеразвивающей) программы дополнительного образования / Е. А. Еремина, Л. А. Неретина, М. А. Тихонова // International Scientific Review. – 2016. – № 2(12). – С. 320 – 322.
4. Богданова, Ю. С. Формирование универсальных учебных действий учащихся старших классов / Ю. С. Богданова // Вестник науки. – 2022. – Т. 2, № 12(57). – С. 129 – 132.
5. Ильина, Е. А. Проблемы адаптации школьников и студентов к процессу обучения / Е. А. Ильина, А. С. Сентюрин // Интерактивная наука. – 2022. – № 3(68). – С. 56 – 57.
6. Кубанцева, Д. И. Клиповое мышление в контексте образовательного процесса / Д. И. Кубанцева // Проблемы современного образования. – 2022. – № 6. – С. 70 – 79. doi: 10.31862/2218-8711-2022-6-70-79
7. Федорова, С. Н. Цифровой помощник в образовательном процессе: результаты анкетирования студентов / С. Н. Федорова, Н. Д. Голикова // Вестник Марийского государственного университета. – 2023. – № 3(51). – С. 369 – 378. doi: 10.30914/2072-6783-2023-17-3-369-378
8. Мамажонов, У. М. Цифровые технологии: их роль в образовательном процессе / У. М. Мамажонов // Проблемы современного образования. – 2022. – № 5. – С. 209 – 218. doi: 10.31862/2218-8711-2022-5-209-218

9. Громова, Т. В. Особенности обучения студентов в условиях цифровой трансформации образования / Т. В. Громова. // Современное педагогическое образование. – 2023. – № 4. – С. 150 – 154. doi: 10.24412/2587-8328-2023-4-150-154

10. Алферьева, А. А. Искусственный интеллект в образовании: как адаптивное обучение и цифровые ассистенты меняют подход к обучению и воспитанию подростков / А. А. Алферьева // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 1(82). – С. 111 – 119.

11. Хабарова, Л. П. Оценка эффективности внедрения чат-бота как цифрового образовательного помощника для родителей и учащихся в контексте подготовки к стандартизированным тестам / Л. П. Хабарова, Н. А. Гунина, Е. Ю. Воякина // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2025. – Т. 30, № 2. – С. 395 – 409.

12. Рого, Г. Э. Использование технологий искусственного интеллекта для решения проблемы индивидуализации образования / Г. Э. Рого, Е. В. Рого // StudArctic Forum. – 2024. – Т. 9, № 1. – С. 87 – 94.

13. Леонтьев, А. Н. Деятельность. Сознание. Личность / А. Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1975. – 304 с.

14. Давыдов, В. В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретического и экспериментального психологического исследования : для специалистов в области психологии и педагогики. – М. : Педагогика, 1986. – 240 с.

15. Гальперин, П. Я. Опыт изучения формирования умственных действий / П. Я. Гальперин // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2017. – № 4. – С. 3 – 20. doi: 10.11621/vsp.2017.04.03

### References

1. Vygotskiy L.S. [The Problem of Learning and Mental Development in School Age], *Ekspерiment i innovatsii v shkole* [Experiment and Innovations at School], 2009. no. 6, pp. 26-34. (In Russ., abstract in Eng.)

2. El'konin B.D. *Vvedeniye v psikhologiyu razvitiya (v traditsii kul'turno-istoricheskoy teorii L. S. Vygotskogo)* [Introduction to Developmental Psychology (in the Tradition of L. S. Vygotsky's Cultural-Historical Theory)], Moscow: Trivola, 1994, 168 p. (In Russ.)

3. Yeremina Ye.A., Neretina L.A., Tikhonova M.A. [Formation of Regulatory Learning Actions in Children and Adolescents within the Framework of the Implementation of the General Education (General Development) Program of Supplementary Education], *International Scientific Review*, 2016, no. 2(12), pp. 320-322. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Bogdanova Yu.S. [Formation of universal educational actions of senior school students], *Vestnik nauki* [Bulletin of Science], 2022, vol. 2, no. 12(57), pp. 129-132. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Il'ina Ye.A., Sentyurin A.S. [Problems of adaptation of schoolchildren and students to the learning process], *Interaktivnaya nauka* [Interactive Science], 2022, no. 3(68), pp. 56- 57. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Kubantseva D.I. [Clip thinking in the context of the educational process], *Problemy sovremennoy obrazovaniya* [Problems of Modern Education], 2022, no. 6, pp. 70-79. doi: 10.31862/2218-8711-2022-6-70-79 (In Russ., abstract in Eng.)

7. Fedorova S.N., Golikova N.D. [Digital assistant in the educational process: results of a survey of students], *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Mari State University], 2023, no. 3(51), pp. 369-378. doi: 10.30914/2072-6783-2023-17-3-369-378 (In Russ., abstract in Eng.)

8. Mamazhonov U.M. [Digital technologies: their role in the educational process], *Problemy sovremennoy obrazovaniya* [Problems of Modern Education], 2022, no. 5, pp. 209-218. doi: 10.31862/2218-8711-2022-5-209-218 (In Russ., abstract in Eng.)

9. Gromova T.V. [Features of student learning in the context of digital transformation of education], *Sovremennoye pedagogicheskoye obrazovaniye* [Modern Pedagogical Education], 2023, no. 4, pp. 150-154. doi: 10.24412/2587-8328-2023-4-150-154 (In Russ., abstract in Eng.)
10. Alfer'yeva A.A. [Artificial intelligence in education: how adaptive learning and digital assistants are changing the approach to teaching and raising teenagers], *Vestnik nauki* [Bulletin of Science], 2025, vol. 1, no. 1(82), pp. 111-119. (In Russ., abstract in Eng.)
11. Khabarova L.P., Gunina N.A., Voyakina E.Yu. *Otsenka effektivnosti vnedreniya chat-bota kak tsifrovogo obrazovatel'nogo pomoshchnika dlya roditeley i uchashchikhsya v kontekste podgotovki k standartizirovannym testam* [Assessment of the Effectiveness of Implementing a Chatbot as a Digital Educational Assistant for Parents and Students in the Context of Preparing for Standardized Tests], *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki* [Tambov University Review. Series: Humanities], 2025, vol. 30, no. 2, pp. 395-409. (In Russ.)
12. Rego G.E., Rego Ye.V. [Using Artificial Intelligence Technologies to Solve the Problem of Individualization of Education], *StudArctic Forum*, 2024, vol. 9, no. 1, pp. 87-94. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Leont'yev A.N. *Deyatel'nost'. Soznaniye. Lichnost'* [Activity. Consciousness. Personality], Moscow: Politizdat, 1975, 304 p. (In Russ.)
14. Davydov V.V. *Problemy razvivayushchego obucheniya: Opyt teoreticheskogo i eksperimental'nogo psikhologicheskogo issledovaniya: Dlya spetsialistov v oblasti psikhologii i pedagogiki* [Problems of Developmental Learning: Experience of Theoretical and Experimental Psychological Research: For Specialists in the Field of Psychology and Pedagogy], Moscow: Pedagogika, 1986, 240 p. (In Russ.)
15. Gal'perin P.Ya. [Experience in Studying the Formation of Mental Actions], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psikhologiya* [Bulletin of Moscow University. Series 14: Psychology], 2017, no. 4, pp. 3-20. doi: 10.11621/vsp.2017.04.03 (In Russ., abstract in Eng.)

---

## Developing Regulatory Universal Learning Activities for Students in Grades 8 – 11 Using a Digital Assistant

L. P. Khabarova, E. E. Belousova

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** USE; BSE; regulatory universal learning activities; digital assistant; chatbot.

**Abstract:** This article examines the potential of using chatbots with predefined scenarios to develop regulatory universal learning activities (ULA) for students preparing for the Basic State Exam (BSE) and Unified State Exam (USE). Specific chatbot functions are presented that facilitate goal setting, planning, self-monitoring, and learning activity correction. A table of correspondence between the elements of regulatory ULA and the functional modules of the chatbot is compiled. Practical recommendations are given for implementing a chatbot in the educational process.

---

© Л. П. Хабарова, Е. Е. Белоусова, 2025