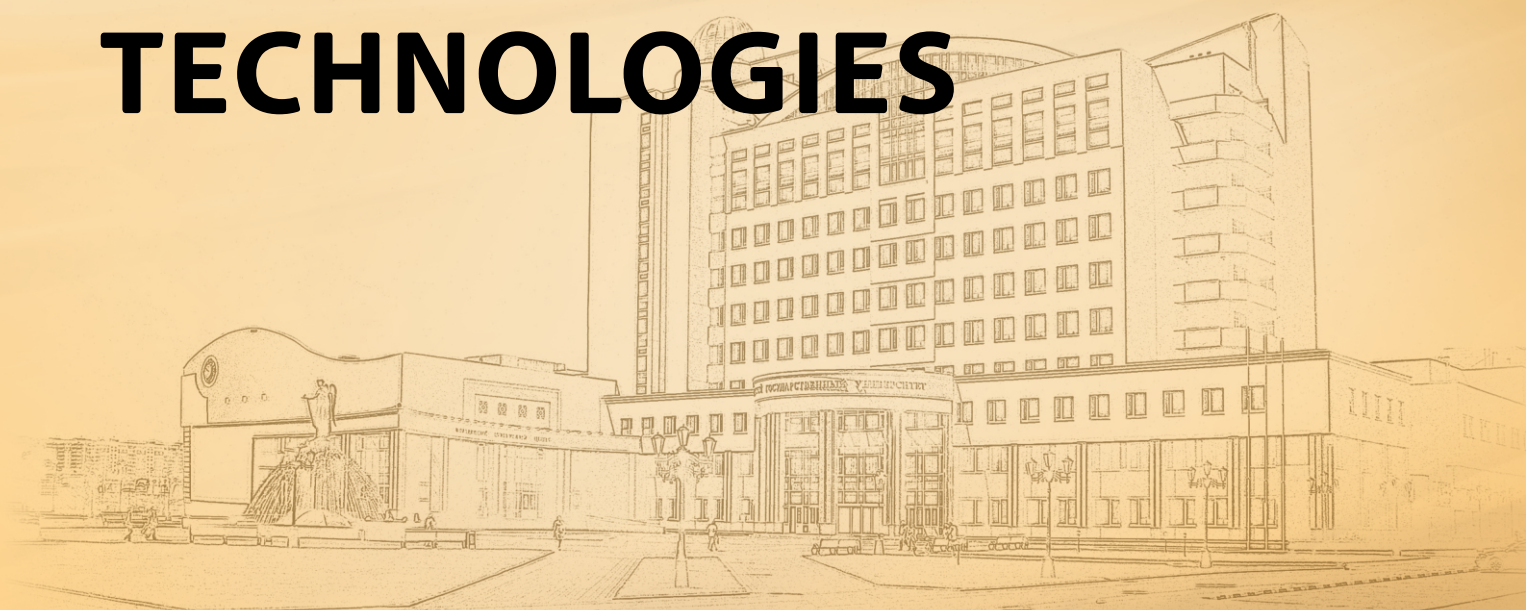


НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

SCIENTIFIC JOURNAL

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES



2026. Том 53, № 2



ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

2026. Том 53, № 2

До 2020 г. журнал издавался под названием «Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика».

Основан в 1995 г.

Журнал включен в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации; 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами; 2.3.4. Управление в организационных системах; 2.3.8. Информатика и информационные процессы; 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика; 5.2.4. Финансы; 5.2.6. Менеджмент). Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

Издатель: НИУ «БелГУ». Адрес издателя: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор

Е.Г. Желяков, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий института инженерных и цифровых технологий (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Заместитель главного редактора

Е.А. Стрякова, доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой прикладной экономики и экономической безопасности института экономики и управления (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Ответственные секретари

Ю.В. Лыцкова, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности института экономики и управления (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Е.В. Болгова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий института инженерных и цифровых технологий (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

Члены редколлегии:

А.В. Богомолов, доктор технических наук, профессор (Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил Минобороны России, Москва, Россия)

О.В. Ваганова, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой инновационной экономики и финансов института экономики и управления (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

М.В. Владыка, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, заместитель директора по научной работе института экономики и управления (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

В.П. Волчков, доктор технических наук, профессор (Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия)

В.П. Воронин, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры торгового дела и товароведения (Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия)

В.С. Голиков, доктор технических наук, профессор (Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), Мексика)

О.А. Ивацук, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой информационных и робототехнических систем (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

А.В. Коськин, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и цифровых технологий (Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия)

Н.А. Кулагина, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры государственного управления, экономической и информационной безопасности, директор инженерно-экономического института (Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Россия)

А.С. Молчан, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры бизнес-аналитики (Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия)

Т.В. Никитина, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры банков, финансовых рынков и страхования, директор Международного Центра исследований финансовых рынков (Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург, Россия)

А.А. Сирота, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации (Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия)

В.Б. Сулимов, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский вычислительный центр, Москва, Россия)

В.М. Тумин, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента (Московский политехнический университет, Москва, Россия)

Т.Л. Тен, доктор технических наук, профессор, проректор по цифровым технологиям и инновациям (Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан)

А.А. Черноморец, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий института инженерных и цифровых технологий (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

ISSN 2687-0932

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77-77834 от 31.01.2020.

Выходит 4 раза в год.

Выпускающий редактор Ю.В. Мишенина. Корректурa, компьютерная верстка и оригинал-макет Ю.В. Мишенина. Редактор англоязычных текстов Е.С. Данилова. Гарнитура Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Уч.-изд. л. 25,8. Дата выхода 30.06.2026. Оригинал-макет подготовлен центром полиграфического производства НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

- 243 **Имидеева И.В.**
Институциональная модель адаптивного землепользования периферийных аграрных регионов в условиях депопуляции
- 254 **Савенкова И.В., Добродомова Т.Н., Пьянкова М.Г., Добродомов С.В.**
Развитие приграничных регионов в призме российско-китайских отношений в условиях нового экономического порядка
- 265 **Самарин В.А.**
Методика двухкомпонентной оценки шокоустойчивости регионов: резистентность и восстанавливаемость
- 275 **Су Фанюнь**
Сценарное моделирование развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа Российской Федерации
- 290 **Трифонов В.А.**
Преференциальные режимы: фискальное стимулирование экономики регионов

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

- 301 **Горочная В.В.**
Диагностика циклической динамики инновационного развития периферийных регионов
- 320 **Зарецкий И.С., Шереметьева Е.Н., Сайдашев А.А.**
Управление городской микромобильностью на основе данных интеллектуального мониторинга

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

- 330 **Дюсегалиева Б.М.**
Цифровая трансформация бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве
- 342 **Кучерявенко С.А., Старикова М.С.**
Прогноз развития маркетинговой парадигмы в высшем образовании до 2035 года: сценарный анализ и стратегические императивы
- 348 **Селюков М.В., Шалыгина Н.П., Ратцева А.Р., Суходол Е.Т.**
Транспортно-логистические узлы Северо-Западного федерального округа России: проблемы и перспективы развития
- 361 **Тимошкин С.П., Ломовцева О.А., Яковлев О.И.**
Методические подходы к оценке результативности менеджмента общеобразовательных организаций

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

- 377 **Коваленко С.Н., Семенова Н.А., Сапрыкина Т.В.**
Аудит эффективности использования государственных ресурсов на поддержку инноваций в цифровой среде

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 388 **Настасенко С.А., Савотченко С.Е.**
Сравнительный анализ векторных, графовых и гибридных моделей представления знаний в системах информационного поиска
- 400 **Мурзова М.А., Фарбер В.Е., Головкин М.В.**
Оценка границ устойчивости фильтра второго порядка с эффективной конечной памятью и неполной компенсацией скоростной ошибки
- 408 **Головин И.И., Миронов А.Л.**
Модификация алгоритмов прогнозирования производительности корпоративных информационных систем с использованием искусственного интеллекта
- 416 **Маматов Е.М., Головкин Я.Ю.**
Гибридная нейросетевая архитектура с адаптивной функцией потерь для семантической сегментации дефектов жилой застройки

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

- 424 **Иванов М.А., Иванов С.А.**
Информационная система поддержки деятельности мясокомбината на основе имитационного моделирования
- 437 **Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г., Афонин А.Н.**
Сравнительное графическое моделирование процессов в нотациях BPMN и «Узел-Функция-Объект»
- 446 **Бочкаева Т.М., Грачев В.В.**
Моделирование процесса расчета и распределения планируемых ставок ППС вуза
- 458 **Никифорова С.А., Пятаев М.В.**
Многокритериальные методы принятия решений в транспортных системах: обзор, применение и тенденции развития
- 471 **Короленко В.В., Игрунова С.В., Собенина О.В., Нестерова Е.В.**
Архитектурная модель подсистемы адаптивного управления изменениями в расписании дежурств при заданных ограничениях

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES

2026. Volume 53, No. 2

Until 2020, the journal was published with the name "Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics. Information technologies".

Founded in 1995

The journal is included into the List of Higher Attestation Commission of peer-reviewed scientific publications where the main scientific results of dissertations for obtaining scientific degrees of a candidate and doctor of science should be (1.2.2. Mathematical Modeling Numerical Methods and Program Complexes; 2.3.1. The System Analysis, Management and Information Processing; 2.3.3. Automation and Control of Operating Processes and Manufacturing; 2.3.4. Control in Operational Systems; 2.3.8. Informatics and Information Processes; 5.2.3. Regional and sectoral economy; 5.2.4. Finance; 5.2.6. Management). The journal is introduced in Russian Science Citation Index (RSCI).

Founder: Federal state autonomous educational institution of higher education "Belgorod State National Research University".

Publisher: Belgorod National Research University «BelSU». Address of publisher: 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-Chief

E.G. Zhilyakov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies, Institute of Engineering and Digital Technologies (BSU, Belgorod, Russia)

Deputy Editor-in-Chief

E.A. Strybkova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Applied Economics and Economic Security, Institute of Economics and Management (BSU, Belgorod, Russia)

Editorial Assistants:

Y.V. Lyshchikova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Institute of Economics and Management (BSU, Belgorod, Russia)

E.V. Bolgova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Technology, Institute of Engineering and Digital Technologies (BSU, Belgorod, Russia)

Members of Editorial Board:

A.V. Bogomolov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Central Research Institute of the Air Force of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia)

O.V. Vaganova, doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Innovative Economy and Finance of the Institute of Economics (BSU, Belgorod, Russia)

M.V. Vladyka, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Deputy Director for Research of the Institute of Economics and Management (BSU, Belgorod, Russia)

V.P. Volchkov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russia)

V.P. Voronin, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Trade and Commodity Science (Voronezh State University of Engineering Technology, Voronezh, Russia)

V.S. Golikov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), Mexico)

O.A. Ivashchuk, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information and Robotic Systems (BSU, Belgorod, Russia)

A.V. Koskin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies (Oryol State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia)

N.A. Kulagina, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of Department of public administration, economic and information security, Director of the Engineering and Economic Institute (Bryansk State Technological University of Engineering, Bryansk, Russia)

A.S. Molchan, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Business Analytics (Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia)

T.V. Nikitina, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of Department of banks and financial markets and insurance, Director of the International Center for Financial Market Research (Saint-Petersburg State University of Economics, Saint-Petersburg, Russia)

A.A. Sirota, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information Processing and Protection of Information (Voronezh State University, Voronezh, Russia)

V.B. Sulimov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, (Lomonosov Moscow State University, Research Computer Center, Moscow, Russia)

V.M. Tumin, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of management (Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia)

T.L. Ten, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Digital Technologies and Innovations (Karaganda Economic University of Kazpotreboysuz, Karaganda, Kazakhstan)

A.A. Chernomorets, Doctor of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Applied Informatics and Information Technology, Institute of Engineering and Digital Technologies (BSU, Belgorod, Russia)

ISSN 2687-0932

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor). Mass media registration certificate ЭЛ № ФС 77-77834 dd 31.01.2020.

Publication frequency: 4 times per year

Commissioning Editor Y.V. Mishenina. Proofreading, computer imposition, page layout by Y.V. Mishenina. English text editor E.S. Danilova. Typeface Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Publisher's signature 25.8. Date of publishing 30.06.2026. Dummy layout has been prepared by Belgorod National Research University Centre of Polygraphic Production. Address: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

CONTENTS

REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

- 243 **Imideeva I.V.**
Institutional Model of Adaptive Land Use in Peripheral Agricultural Regions under Conditions of Depopulation
- 254 **Savenkova I.V., Dobrodomova T.N., Pyankova M.G., Dobrodomov S.V.**
Development of Border Regions Through the Prism of Russian-Chinese Relations in the Context of the New Economic Order
- 265 **Samarin V.A.**
A Two-Component Method for Assessing Regional Shock Resistance: Resistance and Recoverability
- 275 **Su Fangyun**
Scenario Modeling of the Development of Cross-Border Economic Cooperation in the Frontier Regions of the Russian Federation
- 290 **Trifonov V.A.**
Preferential Regimes: Fiscal Incentives for Regional Economies

INVESTMENT AND INNOVATIONS

- 301 **Gorochnaya V.V.**
Diagnostics of Cyclical Dynamics of Innovative Development in Peripheral Regions
- 320 **Zaretskii I.S., Sheremetyeva E.N., Saidashev A.A.**
Data-Driven Urban Micromobility Management via Intelligent Monitoring

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

- 330 **Dyusegalieva B.M.**
Digital Transformation of Business Systems of Small-Scale Livestock Farms
- 342 **Kucheryavenko S.A., Starikova M.S.**
Forecast for the Development of the Marketing Paradigm in Higher Education until 2035: Scenario Analysis and Strategic Imperatives
- 348 **Selyukov M.V., Shalygina N.P., Rattseva A.R., Sukhodol E.T.**
Transport and Logistics Hubs of the Northwestern Federal District of Russia: Problems and Development Prospects
- 361 **Timoshkin S.P., Lomovceva O.A., Yakovlev O.I.**
Methodological Approaches to Assessing the Effectiveness of General Education Institutions Management

FINANCES OF THE STATE AND ENTERPRISES

- 377 **Kovalenko S.N., Semenova N.A., Saprykina T.V.**
Audit of the Effectiveness of the Use of Public Resources to Support Innovation in the Digital Environment

COMPUTER SIMULATION

- 388 **Nastasenko S.A., Savotchenko S.E.**
Comparative Analysis of Vector, Graph and Hybrid Models of Knowledge Representation in Information Retrieval Systems
- 400 **Murzova M.A., Farber V.E., Golovko M.V.**
Estimation of Stability Bounds of the Second-Order Filter With Effective Finite Memory and Incomplete Range-Doppler Error Compensation
- 408 **Golovin I.I., Mironov A.L.**
Modification of Algorithms for Forecasting the Performance of Corporate Information Systems Using Artificial Intelligence
- 416 **Mamatov E.M., Golovko Ya.Yu.**
Hybrid Neural Network Architecture with Adaptive Loss Function for Semantic Segmentation of Residential Building Defects

SYSTEM ANALYSIS AND MANAGEMENT

- 424 **Ivanov M.A., Ivanov S.A.**
Information System for Supporting the Activities of a Meat-Processing Plant Based on Simulation Modeling
- 437 **Malkush E.V., Matorin S.I., Zhikharev A.G., Afonin A.N.**
Comparative Graphical Modeling of Processes in BPMN and Unit-Function-Object Notations
- 446 **Bochkaeva T.M., Grachev V.V.**
Modeling The Process of Calculating and Distributing Planned Teaching Staff Positions at a University
- 458 **Nikiforova S.A., Pyataev M.V.**
Multicriteria Decision-Making Methods in Transportation Systems: a Review, Applications, and Development Trends
- 471 **Korolenko V.V., Igrunova S.V., Sobenina O.V., Nesterova E.V.**
Architectural Model of the Adaptive Management Subsystem for Changes in the Duty Schedule under Specified Constraints

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

УДК 338.43

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-243-253

EDN FMNQUZ

Институциональная модель адаптивного землепользования периферийных аграрных регионов в условиях депопуляции

Имидеева И.В.

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова,
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. 8
imideevaiv@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется проблема институционального разрыва между земельно-правовым регулированием и демографическими процессами в сельской местности Дальневосточного федерального округа. Актуальность исследования обусловлена критическим миграционным оттоком населения и деградацией сельских территорий на фоне колоссального, но всегда неэффективно используемого земельного ресурса, находящегося в государственной собственности. На основе анализа статистических данных Росреестра, официальных докладов о состоянии земель сельскохозяйственного назначения (2021–2023 гг.) и результатов авторского экспертного опроса специалистов в сфере землеустройства ($n = 20$) выявлен феномен «институциональной ловушки»: действующие программы носят разрозненный характер и не обеспечивают закрепления населения из-за отсутствия синхронизации с инфраструктурным развитием и рынком труда. Для преодоления выявленных противоречий автором предложен диагностический инструментарий – индекс устойчивости территории (ИУТ), апробированный на примере Амурской области, Республики Бурятия и Еврейской автономной области, который позволяет типологизировать регионы по степени демографической и хозяйственной устойчивости. Основным результатом исследования стала разработка институциональной модели адаптивного землепользования, включающей пакет дифференцированных правовых инструментов в зависимости от типа территории (зоны роста, стабилизации, сжатия). Статья предназначена для специалистов в области региональной экономики и демографии, земельного права, государственного и муниципального управления.

Ключевые слова: земельное право, депопуляция, Дальневосточный федеральный округ, сельские территории, индекс устойчивости территории (ИУТ), «Дальневосточный гектар», «Дальневосточная и арктическая ипотека»

Для цитирования: Имидеева И.В. 2026. Институциональная модель адаптивного землепользования периферийных аграрных регионов в условиях депопуляции. *Экономика. Информатика*, 53(2): 243–253. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-243-253. EDN FMNQUZ

Institutional Model of Adaptive Land Use in Peripheral Agricultural Regions under Conditions of Depopulation

Irina V. Imideeva

V.R. Filippov Buryat State Agricultural Academy,
8 Pushkin St., Ulan-Ude 670000, Russia
imideevaiv@mail.ru

Abstract. This article examines the institutional gap between land regulation and demographic processes in rural areas of the Far Eastern Federal District. The relevance of the study is determined by the critical migration outflow of the population and the degradation of rural areas against the backdrop of colossal, yet always inefficiently managed, state-owned land resources. Based on an analysis of statistical data from Rosreestr, official reports on the state of agricultural land (2021–2023), and the results of an expert survey of land management specialists (n=20), the phenomenon of an "institutional trap" has been revealed: current programs are fragmented and fail to ensure population retention due to a lack of synchronization with infrastructure development and the labor market. To overcome the contradictions, the author proposed a diagnostic tool – a territorial sustainability index (TSI) tested on the case of the Amur Region, the Republic of Buryatia, and the Jewish Autonomous Region and allowing a classification of regions based on their demographic and economic resilience. The main result of the study is the development of an institutional model for adaptive land use, including a package of differentiated legal instruments depending on the type of territory (growth, stabilization, or contraction zones). The article is intended for specialists in regional economics and demography, land law, and public and municipal administration.

Keywords: land law, depopulation, Far Eastern Federal District, rural areas, territorial sustainability index (TSI), "Far Eastern hectare", "Far Eastern and Arctic mortgage"

For citation: Imideeva I.V. 2026. Institutional Model of Adaptive Land Use in Peripheral Agricultural Regions under Conditions of Depopulation. *Economics. Information technologies*, 53(2): 243–253 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-243-253. EDN FMNQZ

Введение

Создание новой системы земельных отношений является для России знаковым социально-экономическим явлением, поскольку именно степень разрешения земельного вопроса определяется успех преобразований в целом в аграрной сфере, переживающей, как и экономика страны, сложный период институциональных преобразований [Никонова, Трафимов, 2017]. Однако не менее острым вызовом современности становится демография. Как справедливо отмечают исследователи, демографическая ситуация на Дальнем Востоке является основным фактором, без решения которого невозможно достижение заявленных экономических целей и преодоление деградации сельских территорий [Авдеев, 2023; Имидеева, 2025]. Нормы территориального планирования и градостроительного зонирования, утвержденные на долгосрочную перспективу, обладают низкой адаптивностью к стремительным изменениям в системе расселения. Вследствие этого происходит правовая фиксация устаревших пространственных моделей, что вступает в противоречие с объективными процессами урбанизации и миграционного оттока населения.

В качестве мер, направленных на корректировку сложившейся ситуации, реализуются программы «Дальневосточный гектар» и «Дальневосточная и арктическая ипотека». Результаты их реализации носят неоднозначный характер. Согласно данным [Феоктистова, Журавская, 2023], программа «Дальневосточный гектар» демонстрирует положительную динамику в части вовлечения неиспользуемых земель в оборот. Вместе с тем достижение её целевых показателей в сфере закрепления населения ограничено факторами, находящимися за пределами земельно-правового регулирования. Обеспечение устойчивого проживания на предоставленных участках невозможно без соответствующего развития рынка труда и объектов социальной, транспортной и инженерной инфраструктуры.

Целью статьи является теоретико-эмпирическое обоснование перехода от статичной, демографически нейтральной модели землеустройства к адаптивному управлению земельными ресурсами в условиях депопуляции сельских территорий Дальнего Востока, а также разработка институциональной модели, интегрирующей демографический фактор в правовые механизмы землепользования.

Научная новизна исследования заключается в эмпирическом обосновании перехода от статичной, демографически нейтральной модели землеустройства к адаптивному управлению, что выражается в авторской институциональной модели, интегрирующей демографический фактор в правовые механизмы землепользования и включающей диагностический инструментарий (индекс устойчивости территории) и пакет дифференцированных мер государственной политики.

Объект и методы исследования

Эмпирическую базу составили три источника данных, обеспечивающих триангуляцию результатов: статистические данные Росреестра о реализации программы «Дальневосточная и арктическая ипотека» по состоянию на 30 декабря 2025 г. (146 943 зарегистрированных ипотеки); данные официальных докладов о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в РФ за 2021–2023 гг. [Доклад..., 2022, 2023, 2024], на основе которых был проведен анализ динамики земельного фонда ДФО; результаты авторского опроса специалистов из разных сфер ($n = 20$), которые были представлены кадастровыми инженерами, сотрудниками органов местного самоуправления, оценщиками, специалистами территориального управления (ТУ Госимущества по Забайкальскому краю и республике Бурятия), специалисты проектных организаций. Опрос проводился в форме полуструктурированного интервью и анкетирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Ресурсный потенциал и проблемы использования земель Дальневосточного федерального округа (ДФО). Анализ официальных докладов о состоянии земель сельскохозяйственного назначения за 2021–2023 гг. позволил систематизировать показатели, характеризующие земельный фонд ДФО. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Ресурсный потенциал и динамика использования земель сельскохозяйственного назначения в ДФО
 Resource potential and dynamics of agricultural land use in the Far Eastern Federal District

№	Показатель	Ед. изм.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Анализ и значение
1	2	3	4	5	6	7
РЕСУРС: Земли, находящиеся в распоряжении государства						
1.	Земли в государственной и муниципальной собственности	тыс. га	68 411,9	68 560,0	68 035,2	Главный ресурс. Огромный массив земель (около 90 % всех с/х земель ДФО) находится в распоряжении государства. Это база для реализации программ перераспределения, таких как «Дальневосточный гектар».
2.	Земли, закрепленные за федеральными ведомствами (всего)	тыс. га	н/д	1 726,1	2 193,6	Это часть государственных земель, уже имеющих конкретного балансодержателя. Рост площади на 467 тыс. га за год говорит об активизации процесса инвентаризации и учета.

Окончание табл. 1
 End of Table 1

1	2	3	4	5	6	7
	<i>в т.ч. за Минвостокразвития</i>	тыс. га	н/д	53,0	53,0	Индикатор программы «Дальневосточный гектар». Именно эти земли (53 тыс. га) находятся в оперативном управлении института развития, ответственного за предоставление земли гражданам.
ПРОБЛЕМА: Неиспользуемые земли						
3.	Неиспользуемые земли с/х назначения	тыс. га / %	6 347,0 (8,5 %)	6 231,96 (8,5 %)	6 000,8 (8,1 %)	Площадь неиспользуемых земель остается стабильно высокой, но наметилась слабая тенденция к снижению.
4.	Неиспользуемые с/х угодья	тыс. га / %	4 018,6 (28,6 %)	3 783,2 (30,1 %)	3 444,3 (25,1 %)	Наиболее ценная часть земель (пашни, пастбища) выведена из оборота. Сокращение в 2023 году на 5 % – позитивный сигнал, но проблема остается острой.
5.	Неиспользуемая пашня	тыс. га / %	1 312,6 (33,0 %)	1 200,3 (31,2 %)	1 066,9 (28,1 %)	Основной показатель. Пашня – ключевой ресурс для производства. Её сокращение на 5 % за два года – результат работы по вовлечению.
6.	Невостребованные земельные доли	тыс. га	1 837,3	2 075,9	2 231,0	Парадоксальный рост на фоне общего снижения неиспользуемых земель. Означает, что институциональные проблемы (оформление долей) решаются медленнее, чем физический ввод земель в оборот.
ДИНАМИКА: Вовлечение в оборот						
7.	Вовлечено сельскохозяйственных угодий за год	тыс. га	111,7	310,8	254,1	Вовлечение идет, но неравномерно. Всплеск в 2022 году и спад в 2023-м могут быть связаны с экономическими факторами или эффектом «низкой базы» в предыдущие периоды.
	<i>в т.ч. вовлечено пашни</i>	тыс. га	36,9	116,9	96,5	Положительная динамика вовлечения именно пашни – главный двигатель роста производства (пример – Амурская область).

Источник: составлено автором по данным [Доклад..., 2022, 2023, 2024].

Представленные данные позволяют сделать вывод: ДФО обладает колоссальным земельным ресурсом, сосредоточенным в руках государства (более 68 млн га). Однако этот ресурс

либо не полностью используется (миллионы гектаров пашни и угодий), либо усложнён институциональными проблемами, такими как рост не востребуемых долей и распыление земли по ведомствам (более 2 млн га). Программа «Дальневосточный гектар», аккумулирующая 53 тыс. га, решает лишь локальную задачу и не может изменить ситуацию в масштабах округа.

Для количественной оценки потенциала территорий автором предлагается индекс устойчивости территории (ИУТ), рассчитываемый по следующей формуле 1:

$$\text{ИУТ} = \frac{\text{ПЛ}_{\text{норм}} + \text{МП}_{\text{норм}} + \text{ДМ}_{\text{норм}} + \text{ОЗ}_{\text{норм}} + \text{ДИ}_{\text{норм}}}{5} \quad (1)$$

где:

- $\text{ПЛ}_{\text{норм}}$ – нормированный показатель плотности населения;
- $\text{МП}_{\text{норм}}$ – нормированный показатель миграционного прироста / убыли;
- $\text{ДМ}_{\text{норм}}$ – нормированный показатель доли молодежи;
- $\text{ОЗ}_{\text{норм}}$ – нормированный показатель освоенности земель;
- $\text{ДИ}_{\text{норм}}$ – нормированный показатель динамики ипотечных сделок.

Для каждого показателя определяем минимум и максимум среди сравниваемых регионов, формула 2 и 3. Для показателей, где большее значение лучше (плотность, доля молодежи, освоенность земель, динамика ипотеки):

$$X_{\text{норм}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (2)$$

Для показателя миграционного прироста/убыли, где убыль – плохо, а прирост – хорошо:

$$\text{МП}_{\text{норм}} = \frac{\text{МП} - \text{МП}_{\min}}{\text{МП}_{\max} - \text{МП}_{\min}} \quad (3)$$

Для апробации модели были отобраны три региона, представляющих различные типы и контрастные модели социально-экономического развития Дальневосточного федерального округа: Амурская область (регион-лидер по инвестиционной привлекательности и динамике развития), Республика Бурятия (регион со средними показателями, характеризующийся высоким демографическим потенциалом) и Еврейская автономная область (территория с наиболее сложной социально-экономической ситуацией, испытывающая критический миграционный отток), расчет представлен в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Расчет ИУТ для трех регионов ДФО за период 2022–2024 гг.
Calculation of the TSI for three regions of the Far Eastern Federal District for the period 2022–2024

Показатель	Ед. изм.	Амурская область	Республика Бурятия	Еврейская АО
Плотность населения (ПЛ)	чел./км ²	2,2	2,5	4,2
Миграционный прирост (МП)	на 10 тыс. чел.	-5	-25	-40
Доля молодежи до 18 лет (ДМ)	%	22,1 %	24,5 %	23,5 %
Освоенность земель (ОЗ)	%	35,2 %	22,9 %	27,5 %
Динамика ипотеки (ДИ)	%	+25 %	+24 %	+18 %

Источник: составлено автором на основе данных [Регионы России..., 2022, 2023, 2024; Итоги...2025].

Этап 1: Нормирование показателей, табл. 3.

Находим минимумы и максимумы по каждому показателю.

– $\text{ПЛ}_{\min} = 2,2$ (Амурская обл.), $\text{ПЛ}_{\max} = 4,2$ (ЕАО).



- $МП_{min} = -40$ (ЕАО), $МП_{max} = -5$ (Амурская обл.).
- $ДМ_{min} = 22,1$ (Амурская обл.), $ДМ_{max} = 24,5$ (Бурятия).
- $ОЗ_{min} = 22,9$ (Бурятия), $ОЗ_{max} = 35,2$ (Амурская обл.).
- $ДИ_{min} = 18$ (ЕАО), $ДИ_{max} = 25$ (Амурская обл.).

Амурская область – лидер. При ИУТ = 0,60 регион демонстрирует лидерство по миграционной привлекательности (1,0), освоенности земель (1,0) и динамике ипотеки (1,0). Это подтверждает статус Амурской области как одного из наиболее динамично развивающихся регионов ДФО, лидера по инвестиционному климату. Это классический пример «инвестиционного роста без активного демографического воспроизводства» – люди приезжают работать, но не закрепляются с семьями.

Бурятия – «демографический донор» с невысокой освоенностью. Бурятия имеет лучший показатель по доле молодежи (1,0) и высокий по ипотеке (0,86), что создает хороший потенциал для закрепления населения. Однако низкая освоенность земель (0,0) и слабая миграционная привлекательность (0,43) указывают на разрыв между демографическим потенциалом и его экономической реализацией.

Еврейская АО – «демографическая ловушка». Регион демонстрирует наихудшие показатели по миграции и ипотеке. Это критический сигнал: люди (включая молодежь) есть, но они не видят перспектив и уезжают, а оставшиеся не вкладываются в жилье.

Таблица 3
Table 3

Расчет минимальных и максимальных значений по регионам
Calculation of minimum and maximum values by region

Показатель	Формула	Амурская область	Республика Бурятия	Еврейская АО
$ПЛ_{норм}$	$(ПЛ - 2,2) / (4,2 - 2,2)$	$(2,2 - 2,2) / 2,0 = 0,00$	$(2,5 - 2,2) / 2,0 = 0,15$	$(4,2 - 2,2) / 2,0 = 1,00$
$МП_{норм}$	$(МП - (-40)) / (-5 - (-40))$	$(-5 + 40) / 35 = 1,00$	$(-25 + 40) / 35 = 0,43$	$(-40 + 40) / 35 = 0,00$
$ДМ_{норм}$	$(ДМ - 22,1) / (24,5 - 22,1)$	$(22,1 - 22,1) / 2,4 = 0,00$	$(24,5 - 22,1) / 2,4 = 1,00$	$(23,5 - 22,1) / 2,4 = 0,58$
$ОЗ_{норм}$	$(ОЗ - 22,9) / (35,2 - 22,9)$	$(35,2 - 22,9) / 12,3 = 1,00$	$(22,9 - 22,9) / 12,3 = 0,00$	$(27,5 - 22,9) / 12,3 = 0,37$
$ДИ_{норм}$	$(ДИ - 18) / (25 - 18)$	$(25 - 18) / 7 = 1,00$	$(24 - 18) / 7 = 0,86$	$(18 - 18) / 7 = 0,00$

Источник: составлено автором.

Проведенный расчет ИУТ на примере трех регионов ДФО доказывает его высокую диагностическую ценность. Индекс не просто ранжирует территории, а выявляет принципиально разные типы проблем:

– Амурская область (сильный регион, ИУТ = 0,60): «Инвестиционный рост без демографического воспроизводства». Нужны инструменты для закрепления семей и стимулирования долгосрочного проживания (например, «сельское резидентство» с приоритетом для семей с детьми).

– Бурятия (средний регион, ИУТ = 0,49): «Демографический потенциал при слабой освоенности». Требуется меры по вовлечению земель в оборот и созданию рабочих мест для молодежи.

– Еврейская АО (слаборазвитый регион, ИУТ = 0,39): «Демографическая ловушка». Необходимы механизмы «управляемого сжатия» и создания «опорных точек», а не попытки освоить всю территорию сразу.

Это позволяет перейти от унифицированных, неэффективных мер к точечной институциональной политике, где каждый регион получает тот набор инструментов, который адресно решает его структурные проблемы.

Этап 2: Расчет итогового ИУТ представлен в табл. 4.

Таблица 4
 Table 4

Расчет итогового индекса устойчивости территорий
 Calculation of the final index of territorial sustainability

Регион	Расчет	ИУТ	Зона (по модели)
Амурская область	$(0,00 + 1,00 + 0,00 + 1,00 + 1,00) / 5$	0,60	Зона стабилизации (верхняя граница)
Республика Бурятия	$(0,15 + 0,43 + 1,00 + 0,00 + 0,86) / 5$	0,49	Зона стабилизации
Еврейская АО	$(1,00 + 0,00 + 0,58 + 0,37 + 0,00) / 5$	0,39	Зона стабилизации (нижняя граница)

Источник: составлено автором.

Выявленные различия между регионами подтверждают необходимость дифференцированного подхода, реализуемого в предлагаемой ниже институциональной модели.

Институциональная модель адаптивного землепользования.

Ответом на выявленный системный вызов должна стать целенаправленная институционализация демографического фактора в земельном праве. Обобщая теоретические выводы и эмпирические данные, автором разработана институциональная модель адаптивного землепользования для периферийных аграрных регионов. Модель базируется на трех взаимосвязанных блоках: диагностическом, инструментальном и результирующем, и учитывает опыт смежных стран.

1. Диагностический блок: типологизация территорий.

Основой для принятия решений должен стать Индекс Устойчивости Территории (ИУТ) – интегральный показатель, рассчитываемый для каждого муниципального образования на регулярной основе. ИУТ включает следующие параметры:

- плотность сельского населения (чел./км²);
- коэффициент миграционного прироста/убыли;
- доля населения моложе трудоспособного возраста;
- уровень освоенности земель (доля используемых сельхозугодий);
- динамика регистрации ипотечных сделок (как прокси-показатель инвестиционной привлекательности).

На основе значений ИУТ территории типологизируются на три категории:

– «Зоны роста» (ИУТ > 0,75): территории с растущей или стабильной численностью населения, высокой хозяйственной активностью. Здесь требуется политика стимулирования компактной застройки и развития инфраструктуры.

– «Зоны стабилизации» (0,25 ≤ ИУТ ≤ 0,75): территории с умеренным оттоком, но сохраняющимся потенциалом. Здесь необходимы точечные меры поддержки и стимулирование локальных инициатив.

– «Зоны сжатия» (ИУТ < 0,25): территории с критическим оттоком населения и низкой хозяйственной активностью. Здесь требуется политика «управляемого сжатия», включающая консервацию или перевод земель, поддержку «опорных» населенных пунктов и стимулирование вахтовых/сезонных форм занятости.

Для Приморского края (лидера по ипотеке и вовлечению пашни) расчетный ИУТ, вероятно, будет выше, чем для более северных территорий. Это автоматически будет означать для него больший объем трансфертов на развитие инфраструктуры под компактную застройку.

2. Инструментальный блок: дифференцированный набор мер. В зависимости от типа территории активируются следующие инструменты.

Инструментальный блок модели включает дифференциацию межбюджетных трансфертов в зависимости от индекса устойчивости территории (ИУТ): «зоны роста» получают финансирование на развитие инфраструктуры, а «зоны сжатия» – на рекультивацию земель и поддержку опорных пунктов; внедрение института «сельского резидентства» для переселенцев в «зоны роста» и «стабилизации», предоставляющего упрощенный порядок получения земли, сертификат на «инфраструктурный капитал», налоговые каникулы и приоритет в льготном кредитовании; легализацию сезонной занятости в «зонах сжатия» через «умные» миграционно-трудовые контракты с сохранением социальных гарантий и возможностью совмещения функций; а также механизмы «институциональной сборки» для синхронизации разрозненных программ («Дальневосточный гектар», ипотека, развитие сельского хозяйства) посредством создания проектных офисов и законодательного закрепления требования учета демографических прогнозов в документах стратегического планирования.

3. Результирующий блок: цели модели. Внедрение модели позволит достичь следующих результатов:

- снижения доли неиспользуемых сельхозугодий в ДФО с текущих 25 % до целевых показателей;
- увеличения доли активно осваиваемых участков по программе «Дальневосточный гектар»;
- сокращения оттока населения из «зон стабилизации» и замедления темпов деградации в «зонах сжатия»;
- повышения эффективности бюджетных расходов за счет их концентрации на территориях с наибольшим потенциалом.

Разработанная институциональная модель адаптивного землепользования для периферийных аграрных регионов (на примере ДФО) представлена на рис. 1. Она представляет собой замкнутый управленческий цикл, преобразующий наличный ресурс (землю) в целевой результат (устойчивое развитие) через последовательную диагностику и применение дифференцированных инструментов.

Анализ модели позволяет сделать следующие ключевые выводы:

1. Преодоление «институциональной ловушки». Модель напрямую адресует проблему, выявленную в эмпирической части исследования. Изолированное предоставление земли без сопутствующих условий не работает. Включение демографического фактора в диагностику (через ИУТ) и синхронизация земельных, жилищных и инфраструктурных программ (через «институциональную сборку») создают условия для превращения земли из пассивного актива в активный ресурс развития.

2. Отказ от универсального подхода в пользу дифференциации. Инновация модели – типологизация территорий на основе объективных количественных показателей (ИУТ). Это позволяет:

- «Зонам роста» получить максимальную поддержку для раскрытия их потенциала;
- «Зонам стабилизации» – адресные точечные меры, предотвращающие их сползание в кризис;
- «Зонам сжатия» – не имитацию бурной деятельности, а политику «управляемого сжатия», минимизирующую бюджетные потери и социальные издержки.

3. Комплексность и взаимосвязь инструментов. Модель не является простым набором мер. Инструменты (трансферты, «резидентство», трудовые контракты) работают в связке, усиливая действие друг друга. Например, «умный» миграционно-трудовой контракт может стать первым шагом к получению статуса «сельского резидента», а развитие инфраструктуры в «зонах роста» делает статус резидента более привлекательным.

4. Институциональная сборка как системообразующий элемент. Горизонтальный слой «сборки» имеет критическое значение. Именно он превращает набор разрозненных

ведомственных программ в единую систему, ориентированную на общий результат. Создание проектных офисов «единого окна» и законодательное закрепление требования синхронизации документов планирования призвано преодолеть межведомственные барьеры, которые сегодня блокируют комплексное освоение территорий.

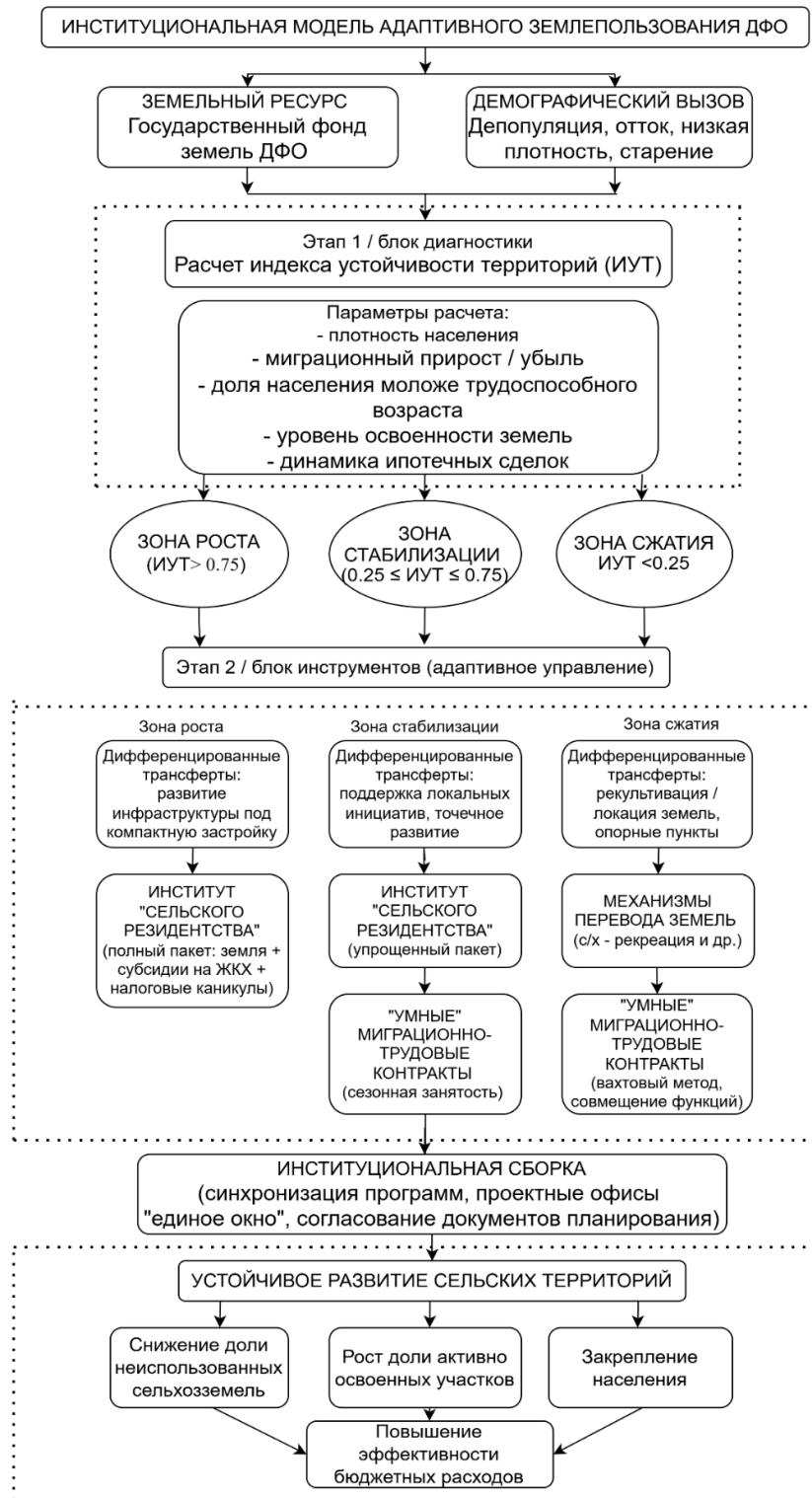


Рис. 1. Институциональная модель адаптивного землепользования для периферийных аграрных регионов (на примере Дальневосточного федерального округа)
 Fig. 1. Institutional model of adaptive land use for peripheral agricultural regions (using the Far Eastern Federal District as an example)

Источник: составлено автором.

5. Нацеленность на измеримые результаты. Модель ориентирована на конкретные, количественно измеримые показатели, что делает возможным мониторинг ее эффективности и своевременную корректировку:

- снижение доли неиспользуемых сельхозземель;
- рост доли активно осваиваемых участков (ключевой индикатор преодоления «институциональной ловушки»);
- закрепление населения (снижение миграционного оттока);
- повышение эффективности бюджетных расходов.

Разработанная модель позволяет реализовать описанные выше принципы адаптивного управления. Ее анализ дает основания для следующих выводов: дальнейшие исследования должны быть направлены на подготовку проектов нормативно-правовых актов, реализующих предложенную модель, а также на ее пилотную апробацию в регионах-лидерах ДФО.

Заключение

Предложенная модель формирует новую повестку правового регулирования – переход от формального, «демографически нейтрального» землеустройства к адаптивному управлению, где земельные, демографические и инфраструктурные политики синхронизированы и нацелены на единый результат.

Проведенное исследование позволило достичь поставленной цели и подтвердило выдвинутую гипотезу. Анализ официальных данных и результатов экспертного опроса показал, что ДФО обладает огромным, но «заблокированным» земельным ресурсом. Проблема заключается не в отсутствии земли, а в институциональном разрыве: земельно-правовое регулирование не адаптировано к демографическим реалиям, а программы поддержки действуют разрозненно.

Предложенная авторская институциональная модель, включающая диагностику территорий на основе ИУТ и пакет дифференцированных инструментов, предлагает конкретные механизмы для такой трансформации. Модель позволяет трансформировать землю из пассивного актива в активный ресурс демографического развития, создавая условия для гибкого реагирования на вызовы «сжатия» и стимулируя закрепление населения на сельских территориях.

Список источников

- Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2021 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 356 с. URL: <https://cloud.mail.ru/public/hMy3/peMC4cUov/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D1%8B/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%20%D0%BE%20%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B8%20%D0%B8%20%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B8%20%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%202021.pdf> (дата обращения: 10.02.2026).
- Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2022 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 372 с. URL: <https://cloud.mail.ru/public/ATsX/kDkiiendC> (дата обращения: 11.02.2026).
- Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2023 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. 414 с. URL: <https://cloud.mail.ru/public/k5yz/RJzLaVcqV> (дата обращения: 12.02.2026).
- Итоги реализации программы «Дальневосточная и арктическая ипотека»: статистическая информация по состоянию на 30.12.2025 / Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). URL: <https://rosreestr.gov.ru/> (дата обращения: 28.02.2026).
- Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. Росстат. М. 2022. – 1122 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2022.pdf (дата обращения: 18.02.2026).
- Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: Стат. сб. Росстат. М. 2023. – 1126 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2023.pdf (дата обращения: 20.02.2026).

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Стат. сб. Росстат. М. 2024. – 1081 с. URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2024.pdf (дата обращения: 21.02.2026).

Список литературы

- Авдеев Ю.А. 2023. Демографические вызовы, или почему демографическая политика Дальнего Востока не ведёт к желаемому результату. *Уровень жизни населения регионов России*, 19(1): 9–24.
- Имидеева И.В. 2025. Влияние миграции на трудовой потенциал сельского хозяйства в приграничных регионах России с Монголией. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*, 10–2(129): 199–207.
- Имидеева И.В. 2025. Государственные механизмы поддержки сельских территорий в России и Монголии: сравнительный анализ и возможности взаимного заимствования. *АПК: экономика, управление*, 9: 109–121.
- Комплексное развитие сельских территорий Республики Бурятия: государственная поддержка, инновации и устойчивость: монография. 2025. В.С. Баженова, М.А. Баниева, Т.Б. Бардаханова [и др.]. Улан-Удэ: Бурятская ГСХА: 185.
- Никонова Г.Н. 2017. Институциональные основы государственного регулирования рынка земли в аграрном секторе. *Экономика нового мира*, 4(8): 37–51.
- Феоктистова К.И., Журавская Т.Н. 2023. Как работает программа «Дальневосточный гектар»: влияние стимулов исполнителей. *Экономика региона*, 19(4): 1033–1047.

References

- Avdeev Yu.A. 2023. Demographic Challenges, or Why the Demographic Policy of the Far East Does Not Lead to the Desired Result. *Standard of Living of the Population of Russian Regions*, 19(1): 9–24 (in Russian).
- Imideeva I.V. 2025. The Impact of Migration on the Labor Potential of Agriculture in the Border Regions of Russia with Mongolia. *Economy, Labor, and Management in Agriculture*, 10–2(129): 199–207 (in Russian).
- Imideeva I.V. 2025. State Mechanisms for Supporting Rural Areas in Russia and Mongolia: A Comparative Analysis and Possibilities for Mutual Borrowing. *AIC: Economy, Management*, 9: 109–121 (in Russian).
- Integrated Development of Rural Areas of the Republic of Buryatia: State Support, Innovation, and Sustainability: Monograph. 2025. V.S. Bazhenova, M.A. Banieva, T.B. Bardakhanova [et al.]. Ulan-Ude: Buryat State Agricultural Academy: 185 (in Russian).
- Nikonova G.N. 2017. Institutional Foundations of State Regulation of the Land Market in the Agricultural Sector. *New World Economy*, 4(8): 37–51 (in Russian).
- Feoktistova K.I., Zhuravskaya T.N. 2023. How the Far Eastern Hectare Program Works: The Impact of Implementer Incentives. *Regional Economy*, 19(4): 1033–1047 (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: No potential conflict of interest was reported.

Поступила в редакцию 09.03.2026

Поступила после рецензирования 05.05.2026

Принята к публикации 12.05.2026

Received March 09, 2026

Revised May 05, 2026

Accepted May 12, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Имидеева Ирина Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Irina V. Imideeva, Candidate of Economic Science, Associate Professor, Senior Research Fellow, V.R. Filippov Buryat State Agricultural Academy, Ulan-Ude, Russia

УДК 339.56.055
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-254-264
EDN FKHVFB

Развитие приграничных регионов в призме российско-китайских отношений в условиях нового экономического порядка

¹Савенкова И.В., ²Добродомова Т.Н., ³Пьянкова М.Г., ⁴Добродомов С.В.

¹Управление Федерального казначейства по Ростовской области,
Россия, 344019, г. Ростов-на-Дону, пл. Свободы, д. 7/2

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

³Белгородский университет кооперации, экономики и права,
Россия, 308023, г. Белгород, ул. Садовая, д. 116А

⁴ООО «Малинов Яр»,

Россия, 308014, г. Белгород, ул. Попова, д. 39

sev-572@mail.ru, dobrodomova_t@bsuedu.ru, mg-pyankova@mail.ru, sergey.dobrodomov@yandex.ru

Аннотация. На фоне введённых западными государствами жёстких экономических санкций, а также нарастающей напряжённости в военной и политической сферах в мире последовало заметное уменьшение числа двусторонних договорённостей России с другими государствами, проявляющими недружественную позицию, изучение процессов изменения внешнеэкономических связей приобретает повышенную актуальность – как на общенациональном уровне, так и особенно в региональном приграничном сегменте. Именно там, где межправительственный диалог с соседними странами сталкивается со стагнацией, критически важным становится выстраивание новых контактов и формирование альтернативных каналов внешней торговли. Несмотря на наличие отдельных научных работ, посвящённых данной проблематике, вопрос развития приграничных территорий России в условиях формирующегося нового экономического порядка остаётся недостаточно раскрытым и требует более углубленного анализа. Цель настоящей работы – исследование тенденций развития внешнеторговых отношений приграничных регионов России и Китая, их прогноз на фоне трансформации международных отношений с учетом фактора открытости экономик двух стран к активному сотрудничеству и развития цифровизации как драйвера его развития. Внешнеторговый оборот между Россией и Китаем имеет устойчивую тенденцию роста. Китай во внешней торговле России на первом месте последние несколько лет, Россия в топ-10 стран китайских контрагентов с 2021 года. Каждый российский регион сотрудничает с Китаем. Сотрудничество между Федеральной таможенной службой РФ и Главным таможенным управлением КНР как один из факторов развития торговых отношений носит устойчивый характер.

Ключевые слова: внешняя торговля, внешнеэкономические связи, внешнеторговый оборот, экспорт и импорт приграничных регионов, сопредельные государства, дружественные страны, недружественные страны, стратегическое партнерство

Для цитирования: Савенкова И.В., Добродомова Т.Н., Пьянкова М.Г., Добродомов С.В. 2026. Развитие приграничных регионов в призме российско-китайских отношений в условиях нового экономического порядка. *Экономика. Информатика*, 53(2): 254–264. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-254-264. EDN FKHVFB

Development of Border Regions through the Prism of Russian-Chinese Relations in the Context of the New Economic Order

¹Irina V. Savenkova, ²Tatyana N. Dobrodomova,
³Marina G. Pyankova, ⁴Sergey V. Dobrodomov

¹Federal Treasury Department for the Rostov Region, 7/2 Svobody Sq., Rostov-on-Don 344019, Russia,

²Belgorod State National Research University,
85 Pobeda St., Belgorod 308015, Russia

³Belgorod University of Cooperation, Economics and Law,
116A Sadovaya St., Belgorod 308023, Russia

⁴Malinov Yar LLC, 39 Popov St., Belgorod 308014, Russia

sev-572@mail.ru, dobrodomova_t@bsuedu.ru, mg-pyankova@mail.ru, sergey.dobrodomov@yandex.ru

Abstract. Against the background of harsh economic sanctions imposed by Western states, as well as increasing tensions in the military and political spheres in the world, there has been a noticeable decrease in the number of bilateral agreements between Russia and other states that display an unfriendly position, and the study of the processes of changing foreign economic relations is becoming increasingly relevant, both at the national level and especially in the regional border segment. It is where intergovernmental dialogue with neighboring countries faces stagnation that building new contacts and forming alternative channels of foreign trade becomes critically important. Despite the existence of some scientific works on this topic, the issue of developing Russia's border territories in the context of the emerging new economic order remains underexplored and requires a more in-depth analysis. The purpose of this work is to study the trends in the development of foreign trade relations between the border regions of Russia and China, and to make predictions based on the transformation of international relations, taking into account the openness of the economies of the two countries to active cooperation and the development of digitalization as a driver of this cooperation. The foreign trade turnover between Russia and China has a steady growth trend. China has been the top trading partner of Russia for the past few years, and Russia has been in the top 10 countries of Chinese trading partners since 2021. Every Russian region has established cooperation with China. Cooperation between the Federal Customs Service of the Russian Federation and the General Administration of Customs of the People's Republic of China is a stable factor in the development of trade relations.

Keywords: foreign trade, foreign economic relations, foreign trade turnover, export and import of border regions, neighboring states, friendly countries, unfriendly countries, strategic partnership

For citation: Savenkova I.V., Dobrodomova T.N., Pyankova M.G., Dobrodomov S.V. 2026. Development of Border Regions through the Prism of Russian Chinese Relations in the Context of the New Economic Order. *Economics. Information technologies*, 53(2): 254–264 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-254-264. EDN FKHVFB

Введение

В марте 2023 года Президент России подписал указ, который ввел в действие обновленную Концепцию внешней политики страны, основные положения которой формировались еще задолго до ее подписания. Сегодня мир претерпевает фундаментальные сдвиги: международные отношения окончательно переходят к новым экономическим центрам, тогда как роль исторического Запада объективно ослабевает. Если раньше Россия делала ставку на взаимодействие со странами Евросоюза, то сейчас, в условиях нарастающего давления со стороны Запада, расширения санкционных ограничений и увеличения списка недружественных государств, внешнеполитический курс был переориентирован на восточное направление. В этом контексте Китай был официально назван среди главных стратегических партнеров России на глобальной арене. Приграничные регионы (Приморский, Хабаровский края, Амурская, Читинская области, Еврейская АО) стали «окнами» для параллельного импорта и критического товарообмена.

Согласно новой концепции внешней политики, «особо важное значение для достижения стратегических целей и выполнения основных задач внешней политики Российской

Федерации имеет всеобъемлющее углубление связей и координация с дружественными суверенными глобальными центрами силы и развития, расположенными на Евразийском континенте...» [Концепция внешней политики Российской Федерации (утверждена Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 31 марта 2023 года)].

Объекты и методы исследования

Объектами исследования выступают приграничные регионы Российской Федерации, которые исследовались по принципу дифференциации на границах с сопредельными государствами, имеющими статус недружественных и дружественных стран. В основу исследования положен системный подход, который обусловил применение общенаучных методов (диалектической логики, индукции, дедукции, анализа и синтеза), а также экономико-математического, сравнительного, динамического методов исследования, корреляционно-регрессионного анализа.

Результаты и их обсуждение

Для внешнеполитического курса России приоритетное значение имеют связи с Китаем. Китай выступает одним из основных партнёров в военно-политической и в экономической сферах. Экономики России и Китая хорошо дополняют друг друга, а подходы к будущему мироустройству и решению ключевых проблем мировой политики обеих стран принципиально совпадают.

Что же касается развития приграничных регионов, то они развиваются иначе, чем центральные. Их внешняя торговля включает не только крупные контракты, но и приграничную (челночную) торговлю, трансграничные кластеры и инвестиционные проекты. Изучение этого опыта важно для тиражирования успешных практик. Существующий разрыв между приграничными и внутренними регионами России и понимание роли торговли с Китаем позволяет предложить меры по выравниванию социально-экономического положения через внешнеэкономическую деятельность.

Взятый курс развития внешней политики России на Восток, а в частности направленный на укрепление российско-китайских отношений, наглядно можно проследить по данным рис. 1.

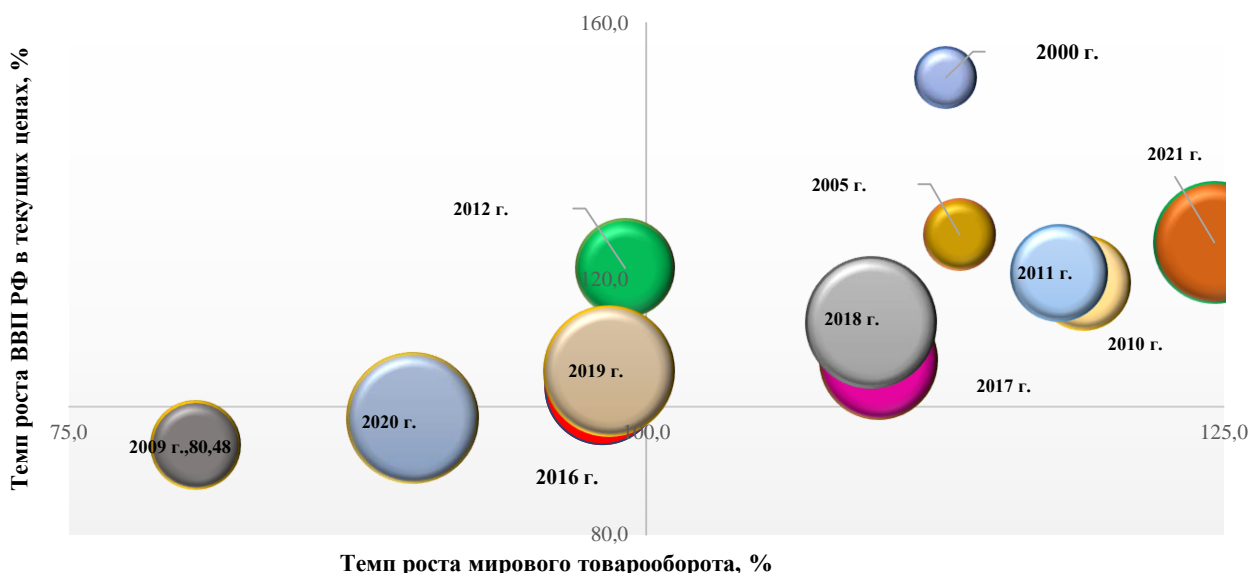


Рис. 1. Матрица распределения размеров доли Китая во внешней торговле России в двухмерном пространстве соотношения темпов роста мирового товарооборота и темпов роста ВВП России за 2000–2024 гг. [Внешняя торговля России, 2025]

Fig. 1. Matrix of distribution of the size of China's share in Russia's foreign trade in the two-dimensional space of the ratio between the global trade turnover growth rate and the growth rate of Russia's GDP for 2000–2024 [Russian foreign trade, 2025]

Примечание: составлено авторами.

Если в 2000–2005 гг. доля Китая во внешней торговле России при самых благоприятных условиях развития мирового хозяйства и положительного экономического роста России варьировалась в пределах от 4,1 % до 5,5 %, то в 2009 году при отрицательном темпе роста мирового товарооборота и снижения объемов ВВП России, доля Китая увеличилась до 8,4 %. В квадранте, характеризующем неблагоприятные условия развития внешнеэкономических отношений между странами, оказался показатель и 2020 года, но размер доли достиг значения в 18,3 %. В квадранте с отрицательными темпами роста мирового товарооборота и положительного экономического роста России оказались значения 2012, 2016 и 2019 гг., но росту взаимной торговли между Россией и Китаем эти обстоятельства не явились помехой.

По данным рисунка очевидно, что с годами российско-китайские торговые отношения укрепляются. На данный момент, как и в ряде предыдущих лет, в российском товарообороте Китай занимает первое место. О вкладе России во внешнюю торговлю Китая такого сказать нельзя, но тенденция отслеживается положительная. Так, если в 2020 году Россия не входила даже в десятку стран-контрагентов и располагалась на 11 месте в статистике внешней торговли Китая, то в 2022 году доля во внешней торговле Китая составила 3 %, и Россия переместилась на 9 место. Основным же партнером Китая по-прежнему остаются США, а также страны АСЕАН и Европейский союз [Болотнова, Бударная, Донцова, 2020].

Необходимо отметить, что у России, имеющей значительную продолжительность границ, в числе сопредельных государств, наряду с Казахстаном, Белоруссией, Украиной, Финляндией, Монголией и другими странами, находится и Китай. Протяженность российско-китайской границы составляет 4163 км, а в числе российских приграничных субъектов: Забайкальский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область, Еврейская автономная область, Республика Алтай. Торговое сотрудничество данных субъектов с Китаем имеет важное значение как в экономическом, так и политическом контексте. Доля Китая в их внешней торговле варьирует от 33 % (Хабаровский край) до 98,3 % (Еврейская автономная область) [Савенкова, Добродомова, Матвеева, 2023]. Но вне зависимости от того, имеет ли российский субъект общую границу с Китаем или нет, все 85 субъектов имеют в числе своих партнеров по импорту и экспорту Китай.

Анализ статистики последних лет вскрывает удивительное противоречие, лежащее в основе российско-китайского торгового сотрудничества. Казалось бы, логика «поворота на Восток» диктует прямое усиление роли территорий, непосредственно прилегающих к границам КНР. Однако реальные цифры опровергают этот интуитивный вывод.

Более 65 % совокупного внешнеторгового оборота России с Китаем замыкается всего на пяти субъектах федерации. В их число входят Москва, Санкт-Петербург, Московская, Иркутская и Сахалинская области. И лишь два из них – Иркутская и Сахалинская области – относятся к восточной части страны, но ни один из этих регионов не является приграничным с Китаем в классическом понимании (отсутствие общей сухопутной границы). Это означает, что основная масса товаров идет не через автомобильные и железнодорожные переходы Дальнего Востока, а через портовую инфраструктуру и логистические узлы, удаленные от китайской границы на тысячи километров.

При этом для самих приграничных территорий статистика рисует совершенно иную картину. В Приморском крае доля Китая во внешнеторговом обороте достигает более 70 %, что свидетельствует о глубочайшей – фактически критической – торговой зависимости от единственного контрагента. И это при том, что сам Приморский край не входит в число лидеров по абсолютным объемам торговли с КНР.

Символично выглядит и динамика. При общем росте российско-китайского товарооборота (свыше 220 млрд долларов за 11 месяцев 2024 года, +7 %), приграничные регионы демонстрируют не просто рост, а качественную трансформацию своей внешнеэкономической модели. В первом полугодии 2025 года товарооборот Приморья с Китаем вырос почти на 10 %, а грузоперевозки через пункты пропуска – на 14 %. Модернизация перехода «Пограничный» должна увеличить его пропускную способность с

400 до 1300 машин в сутки. Это уже не просто торговля, а форсированная перестройка инфраструктуры под новые реалии.

Таким образом, сегодня мы наблюдаем любопытный дуализм. С одной стороны – концентрация торговых потоков в пяти регионах-гигантах, не являющихся приграничными. С другой – полное доминирование Китая во внешней торговле непосредственных соседей КНР (70 % и выше). Приграничные территории выступают не столько как главные ворота (ими стали порты и хабы), сколько как зона наибольшей зависимости и одновременно – тестовый полигон для отработки интенсивных логистических и таможенных решений.

В табл. 1 представлены результаты группировки субъектов по размеру доли их торгового партнерства с Китаем по данным 2024 года.

Таблица 1
Table 1

Распределение субъектов Российской Федерации по размеру доли их торгового партнерства с Китаем в 2024 году [Федеральная таможенная служба]
 Distribution of the subjects of the Russian Federation by the size of the share of their trade partnership with China in 2024 [Federal Customs Service]

№ группы	Интервал	Субъекты РФ
1.	от 0,8 % до 17,05 %	Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Воронежская область, Костромская область, Курская область, Липецкая область, Орловская область, Смоленская область, Тамбовская область, Республика Карелия, Архангельская область, Калининградская область, Ленинградская область, Мурманская область, Новгородская область, Псковская область, г. Севастополь, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Крым, Краснодарский край, Волгоградская область, Ростовская область, Оренбургская область, Пензенская область, Самарская область, Саратовская область, Курганская область, Челябинская область, Республика Алтай, Сахалинская область и другие все оставшиеся.
2.	от 17,6 % до 33,31 %	Ивановская область, Калужская область, Московская область, Москва, Тульская область, Ярославская область, Вологодская область, Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Пермский край, Кировская область, Свердловская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область, Красноярский край, Новосибирская область, Томская область, Республика Саха (Якутия)
3.	от 33,32 % до 49,57 %	Хабаровский край, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Тыва, Иркутская область, Республика Бурятия, Приморский край
4.	от 49,58 % до 65,83 %	Амурская область
5.	от 65,84 % до 82,09 %	Чукотский автономный округ
6.	от 82,10 % до 98,3 %	Забайкальский край, Еврейская автономная область

Примечание: составлено авторами.

Как показывают данные табл. 1, наибольшую долю сотрудничества имеют сопредельные с Китаем субъекты: от 49,58 % до 98,3 %. Помимо приграничных регионов от 33,32 % до 49,57 % долю в партнерстве имеют Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Тыва, Иркутская область и Республика Бурятия. Долю партнерства в размере от 17,6 % до 33,31 % имеет 20 субъектов Российской Федерации, а все остальные от 08 % до 17,05 %.

Изучая структуру экспортно-импортных операций России и Китая, необходимо отметить, что основная доля экспорта из России приходится на минеральные продукты, а значительную долю импорта в Россию составляют машины, оборудование и транспортные средства [Савенкова, Добродомова, 2020]. Экспортные потоки из российских регионов, граничащих с Китаем, имеют выраженную специфику, которая определяется как географическим положением субъекта, так и складывающейся экономической конъюнктурой. В большинстве приграничных территорий доминирует вывоз сырья и продуктов его первичной переработки, характеризующихся невысокой добавленной стоимостью.

Топливо-энергетические ресурсы остаются доминирующей категорией поставок. В Дальневосточном федеральном округе удельный вес минерального топлива в экспорте в КНР вырос с 38,7 % в 2011 году до 63 % в 2024 году. Уголь поставляют из республик Саха (Якутия) и Бурятия, Хабаровского края, а нефть и сжиженный природный газ – преимущественно из Сахалинской области. Важную роль также играет порт Козьмино в Приморском крае, через который по нефтепроводу «Восточная Сибирь – Тихий океан» в 2024 году было экспортировано 44,7 млн т нефти.

Древесина и пиломатериалы остаются значимой товарной группой. В Китай отправляют 45 % леса из сибирских регионов – Красноярского края и Иркутской области, 30 % приходится на дальневосточные Приморский и Хабаровский края, 15 % – на северо-западные Архангельскую и Вологодскую области и ещё 10 % – на Свердловскую область. В целом китайский рынок поглощает около 60 % всего российского экспорта пиломатериалов.

Рыбная продукция и морепродукты составляют заметный сегмент экспорта. Ключевым хабом для их поставок выступает Приморский край, через который в 2024 году объёмы выросли на 18 %. Основу экспорта составляют минтай и треска, а также крабы, креветки и морские ежи. Кроме того, право на экспорт рыбной продукции в Китай получили три компании из Мурманской области, а из Новосибирской области в 2024 году было отправлено 74 тонны озёрной рыбы.

Экспорт руды и металлов демонстрируют устойчивую положительную динамику. В 2024 году железнодорожные перевозки руды на экспорт выросли почти на 8 %. Основные объёмы железорудного концентрата погрузались на Забайкальской, Дальневосточной и Восточно-Сибирской железных дорогах. Отгрузки осуществляются через международные пункты пропуска Забайкальск – Маньчжурия и Нижнеленинское – Тунцзян. При этом порты Азово-Черноморского бассейна в 2024 году нарастили перевалку железной руды на 41 %, главным образом за счёт Новороссийска.

Аграрная продукция – в ряде регионов фиксируется увеличение вывоза. В Сибирском федеральном округе растут поставки зерна, соевых бобов и мяса. Алтайский край в первом квартале 2024 года отправил в КНР более 240 тыс. тонн зерновой продукции, что на 63 % больше аналогичного показателя прошлого года. Кроме того, в феврале 2024 года три российских предприятия впервые получили право на экспорт свинины в Китай. Амурская область и Приморский край наращивают производство сои для экспорта.

Таким образом, структура экспорта из приграничных регионов России в Китай остаётся преимущественно сырьевой, однако в отдельных позициях (сельское хозяйство, рыбная продукция, руды) географическая диверсификация поставщиков постепенно расширяется.

Динамика товарооборота всех приграничных регионов с Китаем за последние 10 лет представлена на рис. 2.

Так, лидером по доле Китая во внешней торговле является Еврейская АО и составляет почти 95 %. Лидером по росту внешней торговли в 2025 году является Амурская область, прирост в которой составил 45 %.

Однако при такой положительной динамике во внешней торговле приграничных регионов имеются также сдерживающие факторы и проблемы. Наблюдается слабая диверсификация, а именно наблюдаемое доминирование сырья сужает возможности для выхода на новые рынки и получения выручки от продукции высоких переделов. Возникают

инфраструктурные ограничения, которые связаны с тем, что торговля сильно привязана к пропускной способности железнодорожных переходов, морских портов и пограничных пунктов. В результате внешней торговли у приграничных регионов появляются административные и рыночные барьеры. Так, существенные тарифные и нетарифные препятствия затрудняют развитие обрабатывающих экспортно-ориентированных производств [Шадрина, 2019].

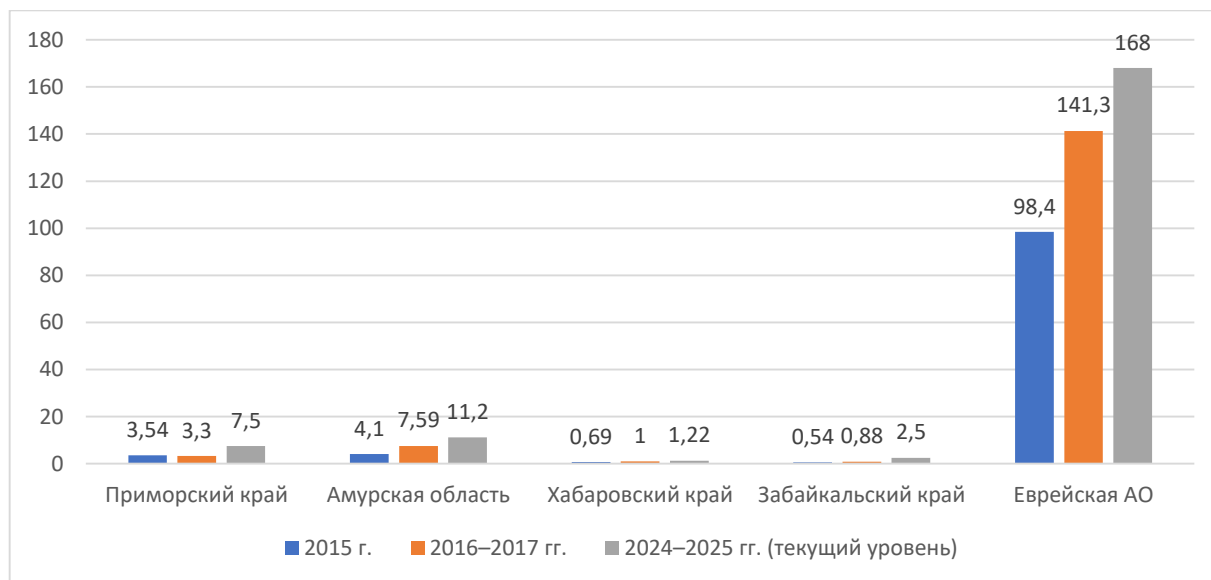


Рис. 2. Динамика товарооборота приграничных регионов с Китаем за 2015–2025 гг.
 [Российский статистический ежегодник, 2025]

Fig. 2. Dynamics of trade turnover between border regions and China in 2015–2025
 [Russian Statistical Yearbook, 2025]

Примечание: составлено авторами.

Таким образом, на сегодняшний день экспорт из приграничных регионов России в Китай остаётся сравнительно однотипным и сырьевым. Вместе с тем в отдельных субъектах (прежде всего в Сибири) прослеживается тенденция к наращиванию несырьевого сектора поставок.

Россия и Китай являются стратегическими партнерами, следовательно, их внешнеторговые отношения характеризуются процессом углубления. В табл. 2 представлена динамика показателей экономической деятельности России и Китая за 2013–2024 гг.

По данным табл. 2 видно, что ВВП России в 2024 году по сравнению с 2013 годом снизился на 20 млрд долл. США или на 0,9 %, а по сравнению с 2021 годом – вырос на 430,7 млрд долл. США или на 24,2 %. ВВП Китая в 2024 году по сравнению с 2013 годом вырос 8465,0 млрд долл. США или на 87,9 %, а по сравнению с 2021 годом – на 340,0 млрд долл. США или на 1,9 %. Внешнеторговый оборот стран за анализируемый период также растет: в 2024 году по сравнению с 2013 годом он вырос на 101,6 млрд долл. США или на 114,5 %, а по сравнению с 2021 годом – на 43,4 млрд руб. или на 29,5 %. Как известно, рост внешнеторгового оборота оказывает влияние на открытость экономики, в том числе к внешнеторговым отношениям. Открытость экономики, в том числе к внешнеторговым отношениям, характеризуется экспортной квотой, импортной квотой и внешнеторговой квотой.

Все это говорит, что Россия и Китай являются очень развитыми странами как в экономической, так научной и технологической сферах деятельности, и между странами налажены партнерские отношения и стратегическое взаимодействие на высшем уровне.

В 2024 году по сравнению с 2021 годом наблюдается снижение экспортной квоты в России, а в Китае наоборот наблюдается рост. Это означает, что в России зависимость экономики от экспорта конкретных видов сырья снизилась, а в Китае наоборот зависимость возросла.

Таблица 2
Table 2

Динамика экономических показателей деятельности Китая и России за 2013–2024 гг.
[Российский статистический ежегодник, 2025]
Dynamics of economic performance indicators of China and Russia in 2013–2024
[Russian Statistical Yearbook, 2025]

Показатели	Годы			Абсолютное изменение, +/-		Относительное изменение, %	
	2013	2021	2024	2024/ 2013	2024/ 2021	2024/ 2013	2024/ 2021
ВВП России, млрд долл. США	2229,4	1778,8	2209,4	-20,0	430,7	-0,9	24,2
ВВП Китая, млрд долл. США	9635	17760	18100	8465,0	340,0	87,9	1,9
Внешнеторговый оборот России, млрд долл. США	842,3	786,6	850,6	8,3	64,0	1,0	8,1
Внешнеторговый оборот Китая, млрд долл. США	4159	6046,7	6310	2151,0	263,3	51,7	4,4
Товарооборот между Россией и Китаем, млрд долл. США	88,7	146,88	190,27	101,6	43,4	114,5	29,5
Экспорт России, млрд долл. США	527,3	493,1	591,5	64,2	98,4	12,2	20,0
Импорт России, млрд долл. США	315,0	293,5	259,1	-55,9	-34,4	-17,7	-11,7
Экспорт Китая, млрд долл. США	2209	3362,3	3590	1381,0	227,7	62,5	6,8
Импорт Китая, млрд долл. США	1950	2684,4	2720	770,0	35,6	39,5	1,3
Экспортная квота России, %	23,7	27,7	26,8	3,1	-0,9	13,2	-3,4
Экспортная квота Китая, %	22,9	18,9	19,8	-3,1	0,9	-13,5	4,8
Импортная квота России, %	14,1	16,5	11,7	-2,4	-4,8	-17,0	-28,9
Импортная квота Китая, %	20,2	15,1	15,0	-5,2	-0,1	-25,7	-0,6
Внешнеторговая квота России, %	37,8	44,2	38,5	0,7	-5,7	1,9	-12,9
Внешнеторговая квота Китая, %	43,2	34,0	34,9	-8,3	0,8	-19,2	2,4

Примечание: составлено авторами.

В 2024 году по сравнению с 2013 и 2021 годами импортная квота в России и Китае снижается, то есть наблюдается снижение значимости импорта для национального хозяйства в целом.

Национальная экономика России вовлечена в мировую в 2024 году на 38,5 %, а Китая – на 34,9 %, таким образом в странах наблюдается стимулирующее влияние на хозяйство со стороны внешнеторгового оборота.

При изучении динамики развития двух стран целесообразно рассмотреть интенсивность изменения экономических показателей деятельности, для этого были рассчитаны коэффициенты опережения по ВВП России и Китая.

Так, темпы роста ВВП России значительно ниже темпов роста ВВП Китая. За анализируемый период коэффициенты опережения меньше единицы, что свидетельствует о более низком уровне развития России по сравнению с Китаем.

Прогнозируя дальнейшее сотрудничество российско-китайских отношений, хотелось бы отметить, что на основе построенного тренда по данным двухстороннего товарооборота за период 2010–2022 гг., при помощи полиномиальной функции с величиной достоверности аппроксимации, равной 0,7905, согласно точечному прогнозу, размер товарооборота между Россией и Китаем может достигнуть к 2025 году 311,41 млрд долл. США, что на 63,66 % больше, чем размер взаимной торговли в 2022 году, а к 2027 году – 392,18 млрд долл. США, что на 106,12 % больше, чем размер взаимной торговли в 2022 году (рис. 3).



Рис. 3. Прогноз товарооборота России с Китаем на период с 2023 по 2027 гг., млрд долл. США
 [Российский статистический ежегодник, 2025; Майданович, Бабашина, 2016]

Fig. 3. Forecast of trade turnover between Russia and China from 2023 to 2027, bln. USD
 [Russian Statistical Yearbook, 2025; Maidanovich, Babashina, 2016]

Примечание: составлено авторами.

Рассматривая вариант оптимистичного прогноза с привязкой высокой вероятности, заметим, что к 2027 году ожидается рост товарооборота между Россией и Китаем по сравнению со значением 2022 года на 236,79 %. Пессимистичный прогноз свидетельствует о снижении данного показателя в заданном промежутке времени на 24,55 %, но учитывая трансформационные международные процессы, происходящие в условиях геополитической и геоэкономической нестабильности, а также основные постулаты реализующихся российско-китайских внешнеторговых отношений, пессимистичный прогноз не является жизнеспособным.

В числе основных факторов, влияющих на развитие двухсторонних отношений между Россией и Китаем, а также на увеличение объемов торговой деятельности, – изменение миропорядка в международном пространстве, активное сотрудничество между таможенными службами двух стран и развитие цифровых технологий как эффективный двигатель этого сотрудничества.

За время укрепления российско-китайских отношений в части экономического взаимодействия между данными странами было заключено и реализовано большое число договоров и проектов, направленных на ускорение и упрощение экспортно-импортных операций. Результатом этих отношений является подписание протоколов и соглашений о взаимовыгодном сотрудничестве.

Заключение

В современных условиях международных отношений, в связи с формированием многополярного мира и уходом в прошлое неравновесной модели мирового развития, Россия нацелена на дальнейшее укрепление стратегического взаимодействия с Китаем. Исследование показало, что на протяжении 2000–2024 гг. наблюдается устойчивая динамика развития интенсивности тесноты сотрудничества между странами вне зависимости от турбулентности экономического роста России и изменений в мировой экономике. При этом Россия во внешней торговле Китая в 2021 году впервые вошла в топ-10 стран-контрагентов, тогда как Китай в ряде последних лет в товарообороте России занимает первое место. Анализ российско-китайских торговых отношений в разрезе всех регионов страны показал, что во всех российских субъектах в числе партнеров-стран находится Китай, наибольшую долю партнерства имеют сопредельные регионы.

Согласно прогнозам, до 2027 года взаимодействие между Россией и Китаем будет демонстрировать устойчивую положительную динамику.

Список источников

- Внешняя торговля России. – URL: <https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2025-02/torgovlyamezhdu-rossiye-i-kitaem-v-2025-g/> (дата обращения: 10.05.2026)
- Конференция ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД). – URL: <https://unctadstat.unctad.org/EN/> (дата обращения: 10.05.2026)
- Концепция внешней политики Российской Федерации (утверждена Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 31 марта 2023 года) // Официальный сайт Министерства иностранных дел Российской Федерации. – URL: <https://www.mid.ru/ru/detail-material-page/1860586/> (дата обращения: 10.05.2026)
- Российский статистический ежегодник. 2025 / Росстат. – М., 2025. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2022.pdf (дата обращения: 10.05.2026)
- Торговые отношения между Россией и Китаем: потенциал роста: информационно-аналитический дайджест. – URL: https://roscongress.org/upload/medialibrary/4a2/4pts3f1k380ui4ix17knmn7rqr2r3wqo/China_Russia_final.pdf (дата обращения: 10.05.2026)
- Федеральная таможенная служба: официальный сайт. – URL: <https://customs.gov.ru/press/federal/document/329649> (дата обращения: 10.05.2026)
- Elastic Load Balancing // Amazon Web Services. – 2018. – URL: <https://aws.amazon.com/ru/elasticloadbalancing/> (дата обращения: 10.05.2026)

Список литературы

- Болотнова Е.А., Бударная О.А., Донцова В.Д. 2020. Анализ проблем и перспектив развития российско-китайского экономического сотрудничества. *Естественно-гуманитарные исследования*, 4 (30): 16–18. DOI: 10.24411/2309-4788-2020-10384
- Майданович Ю.П., Бабашина А.С. 2016. Российско-китайские экономические отношения: история и пути развития. *Азимут научных исследований: экономика и управление*, 2 (15): 178–181.
- Савенкова И.В., Добродомова Т.Н. 2020. Тенденции развития внешнеэкономической деятельности стран мира как результат глобализационных и интеграционных процессов в экономике. Стратегии противодействия угрозам экономической безопасности: материалы III Всероссийского форума по экономической безопасности. Тамбов: 32–39.
- Савенкова И.В., Добродомова Т.Н., Матвеева О.П. 2023. Трансформация внешнеэкономических связей приграничных регионов Российской Федерации в условиях геополитической и геоэкономической турбулентности. *Экономика. Информатика*, 50(1): 38–53. DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-1-38-53
- Шадрина Р.И. 2019. Торговые отношения России и Китая – ключевые стратегические инициативы. *Современные инновации*, 5 (33): 15–17.

References

- Bolotnova E.A., Budarnaya O.A., Dontsova V.D. 2020. Analysis of the problems and prospects for the development of Russian-Chinese economic cooperation. *Natural Humanitarian Studies*, 30 (4): 16–18 (in Russian). DOI: 10.24411/2309-4788-2020-10384
- Maidanovich Yu.P., Babashina A.S. 2016. Russian-Chinese economic relations: history and ways of development. *API: economics and management*, 2 (15): 178–181 (in Russian).
- Savenkova I.V., Dobrodomova T.N. 2020. Trends in the development of foreign economic activity of the countries of the world as a result of globalization and integration processes in the economy. Strategies to counter threats to Russia's economic security. Materials of the III All-Russian Forum on Economic Security. Tambov: 32–39 (in Russian).
- Savenkova I.V., Dobrodomova T.N., Matveeva O.P. 2023. Transformation of foreign economic relations of the border regions of the Russian Federation in the context of geopolitical and geo-economic turbulence. *Economics. Information technologies*, 50(1): 38–53 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-1-38-53
- Shadrina R.I. 2019. Trade relations between Russia and China – key strategic initiatives. *Modern innovations*, 5 (33): 15–17 (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 06.05.2026

Received May 06, 2026

Поступила после рецензирования 25.05.2026

Revised May 25, 2026

Принята к публикации 30.05.2026

Accepted May 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Савенкова Ирина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, специалист-эксперт, Управление Федерального казначейства по Ростовской области, г. Ростов-на-Дону, Россия

Irina V. Savenkova, PhD in Economics, Associate Professor, Expert Specialist, Federal Treasury Department for the Rostov Region, Rostov-on-Don, Russia

Добrodomова Татьяна Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

Tatyana N. Dobrodomova, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

Пьянкова Марина Геннадьевна, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета, анализа и статистики, Белгородский университет кооперации, экономики и права, г. Белгород, Россия

Marina G. Pyankova, Senior Lecturer at the Department of Accounting, Analysis and Statistics, Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Belgorod, Russia

Добrodomов Сергей Викторович, главный механик ООО «Малинов Яр», г. Белгород, Россия

Sergey V. Dobrodomov, Chief Mechanic of Malinov Yar LLC, Belgorod, Russia

УДК 332.12
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-265-274
EDN GRFELL

Методика двухкомпонентной оценки шокоустойчивости регионов: резистентность и восстанавливаемость

Самарин В.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова –
филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСИС»,
Россия, 309516, г. Старый Оскол, м-н Макаренко, 42

р
о

Аннотация. Представлена методика двухкомпонентной оценки шокоустойчивости регионов, отдельно измеряющая резистентность (способность противостоять шоку, глубину падения) и восстанавливаемость (способность возвращаться к докризисному уровню). Оценка осуществляется в разрезе трёх подсистем: «Адаптивность бизнеса», «Адаптивность населения» и «Бюджетная устойчивость». Для каждой подсистемы сформирован набор индикаторов из регулярно публикуемых данных Росстата и ЕМИСС. Разработана процедура приведения разнонаправленных показателей к однонаправленной шкале, где рост значения всегда интерпретируется как повышение устойчивости. Предложены алгоритмы расчёта коэффициентов резистентности и восстанавливаемости, включая модификации для показателей, принимающих отрицательные значения (сальдированный финансовый результат организаций, сальдо бюджета). Агрегирование частных показателей в блоковые индексы осуществляется с помощью среднего геометрического, что снижает чувствительность к выбросам. Методика позволяет не только количественно оценить глубину падения в год шока и полноту последующего восстановления, но и идентифицировать «слабые звенья» в каждой из трёх подсистем. В отличие от существующих подходов, смешивающих резистентность и восстанавливаемость в одном интегральном показателе либо требующих сложных эконометрических процедур, предлагаемый инструментарий ориентирован на оперативное использование органами регионального управления для диагностики и выработки дифференцированных антикризисных мер. Возможная апробация методики на данных регионов Центрального федерального округа в ответ на шоки 2020 и 2022 гг. обозначена как направление дальнейших исследований.

Ключевые слова: шокоустойчивость, резистентность, восстанавливаемость, региональная экономика, методика оценки, двухкомпонентная оценка, адаптивность бизнеса, бюджетная устойчивость

Для цитирования: Самарин В.А. 2026. Методика двухкомпонентной оценки шокоустойчивости регионов: резистентность и восстанавливаемость. *Экономика. Информатика*, 53(2): 265–274. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-265-274. EDN GRFELL

A Two-Component Method for Assessing Regional Shock Resistance: Resistance and Recoverability

Viktor A. Samarin

Sary Oskol Technological Institute (branch) of the National Research Technological Institute MISIS,
42 Makarenko St., Sary Oskol 309516, Belgorod Region, Russia
post2017@email.cz

Abstract. A two-component method for assessing regional shock resistance is presented, separately measuring resistance (the ability to withstand a shock, the depth of decline) and recoverability (the ability to return to the pre-crisis level). The assessment is carried out across three subsystems: “Business Adaptability”, “Population Adaptability”, and “Budget Sustainability”. For each subsystem, a set of indicators based on regularly

© Самарин В.А., 2026

published data from Rosstat and EMISS has been formed. A procedure has been developed to convert multidirectional indicators into a unidirectional scale, where an increase in value always indicates higher resilience. Algorithms for calculating resistance and recoverability coefficients are proposed, including modifications for indicators that may take negative values (net financial result, budget balance). Aggregation of partial indicators into block indices has been performed using the geometric mean, which reduces sensitivity to outliers. The method allows not only quantitative measurement of the depth of decline in the shock year and the completeness of subsequent recovery but also identification of “weak links” within each of the three subsystems. In contrast to existing approaches that either mix resistance and recoverability into a single integrated indicator or require complex econometric procedures, the proposed toolkit has been designed for operational use by regional authorities for diagnostics and the development of differentiated anti-crisis measures. The author suggests that further research may be focused on potential testing of this method on the data from the Central Federal District regions concerning their response to the shocks of 2020 and 2022.

Keywords: shock resistance, resistance, recoverability, regional economy, assessment method, two-component assessment, business adaptability, budget sustainability

For citation: Samarin V.A. 2026. A Two-Component Method for Assessing Regional Shock Resistance: Resistance and Recoverability. *Economics. Information technologies*, 53(2): 265–274 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-265-274. EDN GRFELL

Введение

В условиях участвовавших внешних шоков – финансовых кризисов, пандемий, санкционного давления – способность региональных экономических систем противостоять возмущениям и восстанавливаться после них приобретает критическое значение. В экономической науке эта способность получила название «шокоустойчивость» (или «резилиентность» – от англ. *resilience*). Как отмечают Б.С. Жихаревич, В.В. Климанов и В.Г. Марача [Жихарев, Климанов, Марача, 2020], шокоустойчивость территории включает способность предвидеть, предотвращать, сопротивляться, абсорбировать, реагировать, адаптироваться и восстанавливаться после шоков. К. Фостер [Foster, 2007] в своем подходе выделяет два ключевых измерения резилиентности – готовность к кризису (*preparation resilience*) и эффективность восстановления (*performance resilience*), что задает важную рамку для понимания сути шокоустойчивости.

При этом практика последних лет показывает, что реакция регионов на одинаковые по своей природе шоки существенно различается. Это, в частности, показали исследования регионов Центрального Черноземья Е.А. Стрябковой и А.О. Никитенко [Стрябкова, Никитенко, 2024], а также В.П. Самариной с соавторами [Самарина, Новикова, Полякова, 2021; Скуфьина, Самарина 2008]; изучение влияния кризисов на арктические регионы [Baranov, Skufina, Samarina, 2018; Skufyina, 2013; Бажутова и др., 2024]. Как показывают С.П. Земцов и А.А. Волошинская, в 2022–2023 гг. из 85 рассмотренных регионов 55 можно считать устойчивыми к стрессу, тогда как остальные продемонстрировали глубокий спад или неполное восстановление [Земцов, Волошинская, 2024]. Однако для целенаправленной региональной политики недостаточно констатировать эти различия – необходим надежный и операциональный инструментальный, позволяющий количественно оценивать шокоустойчивость и диагностировать, за счет каких именно компонентов она достигается или, напротив, утрачивается. Исследователи подчеркивают, что «идентификация ключевых параметров шокоустойчивости регионов позволит не только определить степень их адаптации к новым условиям, но и сформировать комплекс мер государственного регулирования для обеспечения сбалансированных траекторий их развития в будущем» [Сафиуллин и др., 2024].

В отечественной литературе сложилось несколько подходов к оценке шокоустойчивости. Один из них базируется на построении интегральных индексов, агрегирующих широкий набор социально-экономических показателей [Климанов, Казакова, Михайлова, 2019]. Однако такие индексы, как правило, фиксируют статическое состояние или

накопленный потенциал, но не отражают динамическую реакцию системы на шок. Другой подход – ретроспективный анализ динамики показателей – фокусируется на динамике, сопоставляя фактические показатели региона после шока с прогнозируемыми значениями [Кузнецова, 2021]. При этом, как отмечает О.А. Чернова [Чернова, 2023], большинство исследований не различают способность региона сопротивляться шоку (резистентность) и способность восстанавливаться после него (восстанавливаемость), что снижает диагностическую ценность оценок.

Обобщая обзор, можно констатировать методологический разрыв. Существующие методики либо смешивают резистентность и восстанавливаемость в одном интегральном показателе, либо требуют сложных эконометрических процедур, либо ограничиваются анализом одного канала распространения шока. При этом вне поля зрения остается принципиальный для антикризисного управления вопрос: за счет каких именно подсистем региона – бизнеса, населения или бюджета – достигается (или не достигается) шокоустойчивость.

Целью настоящей работы является разработка методики оценки шокоустойчивости регионов, позволяющей отдельно измерять резистентность (способность противостоять шоку) и восстанавливаемость (способность возвращаться к докризисному уровню) в разрезе трех ключевых подсистем региональной социально-экономической системы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- сформировать систему показателей, характеризующих три подсистемы региона («Адаптивность бизнеса», «Адаптивность населения» и «Бюджетная устойчивость») с обоснованием их релевантности задачам оценки шокоустойчивости;
- разработать процедуру приведения разнонаправленных показателей к единой (однаправленной) шкале;
- предложить алгоритм расчета коэффициентов резистентности (R) и восстанавливаемости (V) для каждого показателя, включая модификации для показателей, принимающих отрицательные значения.
- сформулировать правила агрегирования частных показателей в интегральные индексы по каждому блоку и правила интерпретации полученных значений.

Материалы и методы исследования

В качестве эмпирической базы для применения методики используются данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), публикуемые на регулярной основе в разрезе субъектов РФ.

Методологически работа опирается на следующие принципы: во-первых, отдельное измерение резистентности (глубины падения в год шока) и восстанавливаемости (скорости и полноты возврата к докризисному уровню); во-вторых, многокомпонентность оценки – выделение трех относительно независимых подсистем региона (бизнес, население, бюджет); в-третьих, приведение всех показателей к однаправленной шкале, где рост значения всегда интерпретируется как повышение устойчивости; в-четвертых, унификация расчета коэффициентов для показателей с разной размерностью и разным знаком.

Для эмпирической оценки двух ключевых компонентов шокоустойчивости – резистентности, понимаемой как способность противостоять кризису, и восстанавливаемости, отражающей возможность возврата к докризисному состоянию – разработана система показателей. Они объединены в три функциональных блока: «Адаптивность бизнеса», «Адаптивность населения» и «Бюджетная устойчивость». Включение в каждый блок нескольких показателей позволяет сформировать многомерную оценку и минимизировать влияние случайных колебаний отдельных индикаторов.

Важнейшим условием при формировании итоговой системы стала однаправленность показателей: рост любого из них должен свидетельствовать о позитивных изменениях (повышении устойчивости), тогда как снижение – о негативной динамике. Исходные

статистические показатели имеют различную экономическую интерпретацию: рост одних свидетельствует об улучшении ситуации (например, доходы населения, инвестиции), тогда как рост других – об ухудшении (например, доля убыточных предприятий, государственный долг). В связи с этим все показатели были приведены к однонаправленной шкале, где увеличение значения всегда интерпретируется как позитивная динамика (повышение устойчивости), а снижение – как негативная.

В основе предлагаемой методики лежит сравнение значений показателей в год шока ($\Pi_{\text{шок}}$) и в посткризисный период ($\Pi_{\text{посткриз}}$) с их значением в предкризисный период ($\Pi_{\text{предкриз}}$). Для каждого показателя рассчитываются два коэффициента – резистентности (R) и восстанавливаемости (V). Для показателей, принимающих только неотрицательные значения, используется стандартное отношение. Для показателей, которые могут иметь отрицательные значения в предкризисном периоде (сальдированный финансовый результат организаций, сальдо бюджета), применяется модифицированная формула с модулем знаменателя. Агрегирование частных показателей в блоковые индексы осуществляется с помощью среднего геометрического.

Результаты и их обсуждение

Для обеспечения сопоставимости применяются следующие типы преобразований.

1. Инверсия – для показателей, имеющих естественную верхнюю границу (обычно 100 %). Преобразование осуществляется по формуле:

$$\Pi_{\text{однонапр}} = 100 \% - \Pi_{\text{исходн}}, \quad (1)$$

где $\Pi_{\text{однонапр}}$ – показатель с положительной направленностью;

$\Pi_{\text{исходн}}$ – исходный показатель с обратной направленностью.

Данный способ применяется к показателям: доля убыточных организаций, доля населения с доходами ниже прожиточного минимума.

2. Расчетные показатели – для индикаторов, требующих приведения к относительному виду или сопоставимой шкале (доля собственных доходов бюджета, сальдо бюджета). В этом случае на основе первичных абсолютных данных рассчитывается относительный показатель, уже обладающий свойством однонаправленности. Нормирование с последующей инверсией – для показателей, не имеющих верхней границы и измеряемых в абсолютных единицах (государственный долг). Процедура включает два этапа: сначала показатель нормируется на экономически обоснованную базу (доходы бюджета), а затем нормированное значение инвертируется. В итоге все показатели, задействованные в дальнейшем анализе, обладают свойством однонаправленности: их рост свидетельствует о повышении шокоустойчивости.

Рассмотрим состав каждого блока и особенности преобразования входящих в них показателей.

Блок «Адаптивность бизнеса» отражает способность корпоративного сектора региона противостоять кризисным явлениям. В блок входят четыре показателя:

1. Сальдированный финансовый результат организаций ($\Pi_{\text{фр}}$; млн руб.) демонстрирует общую эффективность деятельности предприятий. Сохранение или рост прибыли в условиях кризиса прямо указывает на устойчивость бизнеса. Показатель является стимулятором (рост = улучшение) и не требует преобразований.

2. Инвестиции в основной капитал ($\Pi_{\text{инв}}$; млн руб.) характеризуют готовность бизнеса к развитию и обновлению. Сохранение инвестиционной активности в кризисный период свидетельствует о долгосрочной стратегии и наличии ресурсов для посткризисного восстановления. Показатель также является стимулятором и не требует преобразований.

3. Доля убыточных организаций ($\Pi_{\text{уб}}$; %) является индикатором кризисного поражения бизнеса. Рост данного показателя сигнализирует об ухудшении ситуации, поэтому для обеспечения однонаправленности применяется инверсия, в результате которой рассчитывается доля прибыльных организаций ($\Pi_{\text{приб}}$; %):

$$П_{\text{приб}} = 100 \% - П_{\text{уб}}, \quad (2)$$

где $П_{\text{приб}}$ – доля прибыльных организаций, %;

$П_{\text{уб}}$ – доля убыточных организаций, %.

4. Индекс промышленного производства ($П_{\text{произ}}$; % к предыдущему году) характеризует динамику выпуска продукции в реальном секторе экономики. Данный показатель позволяет оценить, насколько промышленность региона способна поддерживать объемы производства в условиях внешних шоков. Является стимулятором и не требует преобразований.

Блок «Адаптивность населения» отражает уровень жизни населения и его способность адаптироваться к кризисным явлениям через изменение структуры доходов, занятости и потребления. В его состав включены три показателя:

1. Реальные денежные доходы населения ($П_{\text{дох}}$; % к предыдущему году) являются обобщающим индикатором благосостояния и потребительского спроса. Сохранение или рост доходов в кризис свидетельствует о высокой социальной устойчивости региона. Показатель является стимулятором и не требует преобразований.

2. Уровень занятости населения ($П_{\text{зан}}$; %) характеризует ситуацию на рынке труда. Высокий уровень занятости означает, что население сохраняет источники дохода, что критически важно для поддержания совокупного спроса и социальной стабильности в период кризиса. Использование уровня занятости позволяет обеспечить принцип однонаправленности показателя (рост = улучшение).

3. Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума ($П_{\text{нпн}}$; %) отражает масштабы бедности. Рост бедности является негативным сигналом, поэтому данный показатель также подвергается инверсии; в дальнейшем будет использован показатель доли населения с доходами выше прожиточного минимума ($П_{\text{впн}}$; %):

$$П_{\text{впн}} = 100 \% - П_{\text{нпн}}, \quad (3)$$

где $П_{\text{впн}}$ – доля населения с доходами выше прожиточного минимума, %;

$П_{\text{нпн}}$ – доля населения с доходами ниже прожиточного минимума, %.

Полученный показатель «Доля населения с доходами выше прожиточного минимума» уже характеризует социальное благополучие, и его рост интерпретируется как улучшение ситуации.

Блок «Бюджетная устойчивость» оценивает способность региональных органов власти выполнять свои обязательства и финансировать антикризисные мероприятия за счет собственных источников. В его состав включены три показателя:

1. Доля собственных доходов в консолидированном бюджете ($П_{\text{сд}}$; %) является ключевым индикатором финансовой самостоятельности региона. Показатель рассчитывается на основе данных об общем объеме доходов и безвозмездных поступлений в консолидированный бюджет:

$$П_{\text{сд}} = \frac{П_{\text{дох}} - П_{\text{бп}}}{П_{\text{дох}}} \times 100, \quad (4)$$

где $П_{\text{дох}}$ – общий объем доходов консолидированного бюджета субъекта, млн руб.;

$П_{\text{бп}}$ – объем безвозмездных поступлений (трансфертов из федерального бюджета) в консолидированный бюджет субъекта, млн руб.

Рост доли собственных доходов свидетельствует об усилении финансовой автономии региона и расширении его возможностей для самостоятельного реагирования на кризисные явления. Полученный показатель является стимулятором и не требует дополнительных преобразований.

2. Для приведения значения государственного долга ($П_{\text{госдолг}}$, млн руб.) к сопоставимому виду и однонаправленной шкале применяется двухэтапная процедура



нормирования и инверсии. Сначала рассчитывается отношение государственного долга к доходам консолидированного бюджета ($\Pi_{д}$, в долях):

$$\Pi_{д} = \frac{\Pi_{госдолг}}{\Pi_{дох}}, \quad (5)$$

где $\Pi_{госдолг}$ – государственный долг субъекта РФ;

$\Pi_{дох}$ – доходы консолидированного бюджета субъекта.

Затем на его основе рассчитывается показатель долговой независимости ($\Pi_{дnez}$, в %).

$$\Pi_{дnez} = \frac{100}{1 + \Pi_{д}}. \quad (6)$$

Рост показателя долговой независимости интерпретируется как снижение долговой нагрузки и повышение бюджетной устойчивости региона, что обеспечивает его соответствие требованиям однонаправленности.

3. Приведение к относительному виду потребовалось и для данных об исполнении консолидированных бюджетов регионов (доходы – $\Pi_{дох}$, расходы – $\Pi_{расх}$; млн руб.). В качестве результирующего показателя использовано сальдо консолидированного бюджета, выраженное в процентах к расходам ($\Pi_{сб}$). Положительная динамика свидетельствует об улучшении состояния регионального бюджета, отрицательная – о его ухудшении. Отрицательные значения показателя означают дефицит бюджета, положительные – профицит.

$$\Pi_{сб} = \frac{\Pi_{дох} - \Pi_{расх}}{\Pi_{дох}} \times 100, \quad (7)$$

где $\Pi_{расх}$ – объем расходов консолидированного бюджета, млн руб.

Итоговая система показателей, включающая исходные индикаторы, примененные преобразования и итоговые однонаправленные показатели, представлена в таблице 1.

Таблица 1
Table 1

Система показателей для расчета шокоустойчивости регионов
System of indicators for calculating the shock resistance of regions

Показатель (исходный)	Направленность исходная	Преобразование	Показатель для расчета (однонаправленный)	Характеристики
1	2	3	4	5
Блок «Адаптивность бизнеса»				
Сальдированный фин. результат организаций (в млн руб.)	Рост = хорошо	–	Сальдированный фин. результат организаций (в млн руб.)	Способность бизнеса генерировать прибыль в кризис
Инвестиции в основной капитал (в млн руб.)	Рост = хорошо	–	Инвестиции в основной капитал (в млн руб.)	Готовность к обновлению и развитию
Доля убыточных организаций (в %)	Рост = плохо	Инверсия (100 % – доля убыточных)	Доля прибыльных организаций (%)	Устойчивость бизнеса к кризисам
Индекс промышленного производства (в % к пред. году)	Рост = хорошо	–	Индекс промышленного производства (%)	Способность поддерживать выпуск продукции в условиях кризиса

Окончание табл. 1
 End of Table 1

1	2	3	4	5
Блок «Адаптивность населения»				
Реальные денежные доходы населения (в % к пред. году)	Рост = хорошо	–	Реальные денежные доходы населения (в % к пред. году)	Благосостояние и потребительский спрос
Уровень занятости населения (в %)	Рост = хорошо	–	Уровень занятости населения (в %)	Напряженность на рынке труда и возможности занятости
Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума (в %)	Рост = плохо	Инверсия (100 % – доля бедных)	Доля населения с доходами выше прожиточного минимума (в %)	Масштабы социального благополучия
Блок «Бюджетная устойчивость»				
Доходы консолидированного бюджета всего, Безвозмездные поступления (в млн руб.)	Рост = хорошо	Расчетный показатель	Доля собственных доходов в консолидированном бюджете (в %)	Способность формировать доходы в условиях кризиса
Государственный долг (в млн руб.)	Рост = плохо	Нормирование и инверсия	Показатель долговой независимости (в % к доходам бюджета)	Независимость бюджета
Доходы и расходы консолидированного бюджета – всего (в млн руб.)	Профицит = хорошо; Дефицит = плохо	Расчетный показатель	Сальдо к расходам бюджета (в %)	Сбалансированность бюджетной политики

Примечание: авторская разработка.

Для каждого показателя из трех блоков («Адаптивность бизнеса», «Адаптивность населения», «Бюджетная устойчивость») были рассчитаны два компонента шокоустойчивости:

– резистентность (R), которая определяет глубину падения в год шока относительно предкризисного уровня (отношение показателя в год шока (П_шок) к показателю предкризисному (П_предкриз)), в процентах;

– восстанавливаемость (V), которая определяет скорость восстановления (отношение показателя в посткризисном периоде (П_посткриз) к показателю предкризисному (П_предкриз)) и полноту восстановления (достижение или превышение докризисного уровня), в процентах.

Для большинства показателей, значения которых всегда положительны, расчет резистентности (R) осуществляется по стандартной формуле отношения значений:

$$R = \frac{П_шок}{П_предкриз}, \quad (8)$$

где П_шок – показатель в год шока;

П_предкриз – показатель в предкризисный период.

Для показателей, которые могут принимать отрицательные значения в предкризисном периоде (сальдированный финансовый результат организаций, сальдо бюджета), применяется модифицированная формула, учитывающая модуль знаменателя:

$$R = \frac{\Pi_{\text{шок}} - \Pi_{\text{предкриз}}}{|\Pi_{\text{предкриз}}|} + 1. \quad (9)$$

Данный подход позволяет получить коэффициент, интерпретируемый аналогично стандартному случаю: $R > 1$ означает улучшение (рост прибыли, сокращение убытка, уменьшение дефицита или рост профицита), $R < 1$ – ухудшение. Это позволяет корректно интерпретировать динамику вне зависимости от знака базового значения.

Восстанавливаемость регионов (V) рассчитывается по аналогии с резистентностью, но в качестве числителя используется значение показателя в посткризисном периоде:

$$V = \frac{\Pi_{\text{посткриз}}}{\Pi_{\text{предкриз}}}, \quad (10)$$

где $\Pi_{\text{посткриз}}$ – показатель в посткризисный период.

Для показателей с возможными отрицательными значениями применяется модифицированная формула с модулем знаменателя, обеспечивающая корректную интерпретацию:

$$V = \frac{\Pi_{\text{посткриз}} - \Pi_{\text{предкриз}}}{|\Pi_{\text{предкриз}}|} + 1, \quad (11)$$

$V > 1$ означает, что в посткризисном периоде ситуация улучшилась относительно предкризисного уровня, $V < 1$ – ситуация ухудшилась, $V = 1$ – ситуация не изменилась.

Интерпретация полученных коэффициентов резистентности (R) и восстанавливаемости (V) осуществляется по единой шкале: чем больше значение превышает 1, тем выше соответствующая способность региона. Значение больше 1 означает, что регион показал результат лучше, чем в предкризисном периоде (рост или минимальное падение для R ; превышение докризисного уровня для V). Значение меньше 1 свидетельствует об ухудшении ситуации: глубокое падение в кризис (для R) или неполное восстановление (для V). Чем ближе значение к 1, тем ближе регион к сохранению докризисных параметров.

Сведем все формулы для расчета составляющих шокоустойчивости регионов в единую таблицу 2.

Таблица 2
Table 2

Методика расчета составляющих шокоустойчивости регионов
Methodology for calculating the components of regional shock resistance

Компонент	Что измеряем	Показатель с неотрицательными значениями ($\Pi \geq 0$)	Показатель с возможными отрицательными значениями
Резистентность (R)	Насколько упал показатель в год шока	$\frac{\Pi_{\text{шок}}}{\Pi_{\text{предкриз}}}$	$\frac{\Pi_{\text{шок}} - \Pi_{\text{предкриз}}}{ \Pi_{\text{предкриз}} } + 1$
Восстанавливаемость (V)	Насколько восстановился показатель к посткризисному периоду	$\frac{\Pi_{\text{посткриз}}}{\Pi_{\text{предкриз}}}$	$\frac{\Pi_{\text{посткриз}} - \Pi_{\text{предкриз}}}{ \Pi_{\text{предкриз}} } + 1$
где $\Pi_{\text{шок}}$ – показатель в год шока; $\Pi_{\text{предкриз}}$ – показатель в предкризисный год; $\Pi_{\text{посткриз}}$ – показатель в посткризисный период			

Примечание: авторская разработка.

При расчете резистентности и восстанавливаемости все показатели, независимо от единиц измерения, приводятся к сопоставимому виду путем отношения значений в кризисный год (посткризисный период) к значению в предкризисный год. Это позволяет унифицировать динамику разнородных показателей.

Полученные значения коэффициентов интерпретируются единообразно: если $R > 1$ или $V > 1$ – это свидетельствует об улучшении ситуации относительно предкризисного уровня (высокая резистентность либо полное восстановление с превышением предкризисного показателя); если $R < 1$ или $V < 1$ – об ухудшении (глубокое падение либо неполное восстановление).

Заключение

В настоящей работе предложена методика оценки шокоустойчивости регионов, основанная на раздельном измерении двух ключевых компонентов – резистентности (способности противостоять шоку) и восстанавливаемости (способности возвращаться к докризисному уровню) – в разрезе трех подсистем региональной социально-экономической системы: «Адаптивность бизнеса», «Адаптивность населения» и «Бюджетная устойчивость».

В отличие от существующих подходов, которые либо смешивают резистентность и восстанавливаемость в одном интегральном показателе, либо требуют сложных эконометрических процедур, предлагаемая методика: во-первых, использует доступные и регулярно публикуемые данные Росстата и ЕМИСС; во-вторых, включает процедуру приведения разнонаправленных показателей к однонаправленной шкале; в-третьих, содержит модифицированные формулы для корректной оценки динамики показателей, принимающих отрицательные значения; в-четвертых, предполагает агрегирование с помощью среднего геометрического, что снижает чувствительность к выбросам.

Разработанная методика может быть использована органами регионального управления для диагностики «слабых звеньев» в экономике, социальной сфере и бюджетной политике, а также для сравнительного анализа шокоустойчивости регионов в целях выработки дифференцированных антикризисных мер. Возможная апробация методики на данных конкретных регионов (например, Центрального федерального округа) для оценки реакции на шоки 2020 и 2022 гг. может стать направлением дальнейших исследований.

Список литературы

- Бажутова Е.А., Дягилева Е.В., Корчак Е.А. и др. 2024. Системные и современные проблемы, риски, возможности экономического развития российской Арктики. Апатиты: Изд-во ФИЦ КНЦ РАН.
- Жихаревич Б.С., Климанов В.В., Марача В.Г. 2020. Шокоустойчивость территории: концепция, измерение, управление. *Региональные исследования*, 3 (69): 4–15.
- Земцов С.П., Волошинская А.А. 2024. Устойчивость к шокам экономик регионов России в условиях санкций. *Журнал Новой экономической ассоциации*, 3 (64): 54–83.
- Климанов В.В., Казакова С.М., Михайлова А.А. 2019. Ретроспективный анализ устойчивости регионов России как социально-экономических систем. *Вопросы экономики*, 5: 46–64.
- Кузнецова О.В. 2021. Экономика российских регионов в пандемию: работают ли факторы шокоустойчивости? *Региональные исследования*, 3 (73): 76–87.
- Самарина В.П., Новикова О.А., Полякова Е.Ю. 2021. Региональная экономика: Центральное Черноземье. Курск: Университетская книга.
- Сафиуллин М.Р., Ельшин Л.А., Мингулов А.М., Гатин А.Д., Савеличев М.В., Мингазова Ю.Г., Шарифуллин М.Д. 2024. Устойчивое развитие регионально-отраслевых комплексов в условиях системных преобразований во внешней среде: анализ, перспективы, механизмы. Нижний Новгород: Изд-во ИП Кузнецов Н.В.
- Скуфьина Т.П., Самарина В.П. 2008. Особенности социально-экономического развития областей Центрального Черноземья. *Федерализм*, 1 (49): 55–66.
- Стрябкова Е.А., Никитенко А.О. 2024. Оценка межрегиональной асимметрии бюджетной автономии субъектов Центрального федерального округа. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Экономика*, 4 (350): 88–96.



- Чернова О.А. 2023. Резилиентность регионов России в условиях восстановительного роста: скачок вперед или отскок назад? *Журнал прикладных экономических исследований*, 2: 381–403.
- Baranov S., Skufina T., Samarina V. 2018. Regional Environment for Gross Domestic Product Formation (The Case of Russia Northern Regions). *Advanced Science Letters*, 24 (9): 6335–6338.
- Foster K.A. 2007. A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience. Berkeley: Working Paper.
- Skufyina T.P. 2013. Socio-Economic Differentiation of Space: Inconsistencies Between the Theory and Regulation Practice. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 6 (30): 52–58.

References

- Bazhutova E.A., Dyagileva E.V., Korchak E.A. et al. 2024. Systemic and Contemporary Problems, Risks, Opportunities of Economic Development of the Russian Arctic. Apatity: FITS KNTs RAN Publ (in Russian).
- Zhikharevich B.S., Klimanov V.V., Maracha V.G. 2020. Shock Resistance of the Territory: Concept, Measurement, Governance. *Regional Studies*, 3 (69): 4–15 (in Russian).
- Zemtsov S.P., Voloshinskaya A.A. 2024. Russian Regional Resilience under Sanctions. *Journal of the New Economic Association*, 3 (64): 54–83 (in Russian).
- Klimanov V.V., Kazakova S.M., Mikhaylova A.A. 2019. Retrospective Analysis of the Resilience of Russian Regions as Socio-Economic Systems. *Voprosy Ekonomiki*, 5: 46–64 (in Russian).
- Kuznetsova O.V. 2021. Economy of Russian Regions during the Pandemic: Do Resilience Factors Work? *Regional Studies*, 3 (73): 76–87 (in Russian).
- Samarina V.P., Novikova O.A., Polyakova E.Yu. 2021. Regional Economy: Central Black Earth Region. Kursk: Universitetskaya kniga Publ (in Russian).
- Safiullin M.R., Elshin L.A., Mingulov A.M., Gatin A.D., Savelichev M.V., Mingazova Yu.G., Sharifullin M.D. 2024. Sustainable Development of Regional and Sectoral Complexes in the Context of Systemic Transformations in the External Environment: Analysis, Prospects, Mechanisms. Nizhny Novgorod: Kuznetsov N.V. Publ (in Russian).
- Skufina T.P., Samarina V.P. 2008. Features of Socio-Economic Development of the Central Black Earth Regions. *Federalism*, 1 (49): 55–66 (in Russian).
- Stryabkova E.A., Nikitenko A.O. 2024. Assessment of Interregional Asymmetry of Budget Autonomy of the Subjects of the Central Federal District. *Bulletin of Adyghe State University. Series: Economics*, 4 (350): 88–96 (in Russian).
- Chernova O.A. 2023. The Resilience of Russia's Regions in the Conditions of Recovery Growth: Bouncing Forward or Bouncing Back? *Journal of Applied Economic Research*, 2: 381–403 (in Russian).
- Baranov S., Skufina T., Samarina V. 2018. Regional Environment for Gross Domestic Product Formation (The Case of Russia Northern Regions). *Advanced Science Letters*, 24 (9): 6335–6338.
- Foster K.A. 2007. A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience. Berkeley: Working Paper.
- Skufyina T.P. 2013. Socio-Economic Differentiation of Space: Inconsistencies Between the Theory and Regulation Practice. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 6 (30): 52–58.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 07.04.2026

Поступила после рецензирования 12.05.2026

Принята к публикации 18.05.2026

Received April 07, 2026

Revised May 12, 2026

Accepted May 18, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Самарин Виктор Александрович, аспирант, Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова – филиал Национального исследовательского технологического института «МИСИС», г. Старый Оскол, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Viktor A. Samarin, Postgraduate Student, Stary Oskol Technological Institute (branch) of the National Research Technological Institute MISIS, Stary Oskol, Russia

УДК 332.1
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-275-289
EDN HCFEKR

Сценарное моделирование развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа Российской Федерации

Су Фанюнь

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

q
q

Аннотация. В условиях геоэкономического разворота России на Восток и смещения центра тяжести сотрудничества в азиатском направлении эффективная пространственная организация приграничных регионов становится ключевым фактором национальной безопасности и экономического развития. В данной статье анализируются ключевые показатели для шести приграничных регионов России в четырех аспектах: показатели расширения масштаба приграничного сотрудничества регионов фронтального типа, показатели увеличения экономических контактов в приграничных регионах фронтального типа, показатели улучшения институциональной среды взаимодействия в приграничных регионах фронтального типа, показатели улучшения социально-экономической среды в приграничных регионах фронтального типа (Республика Алтай, Забайкальский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область и Еврейская автономная область), а также анализируется современное состояние и динамика развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа. Разработан трехэтапный алгоритм классификации каждого региона по различным сценарным моделям, выделены пять сценарных моделей (торговля и логистика, ресурсы и сырье, промышленность и местоположение, инновации и технологии, инфраструктура и услуги). Ввиду региональной неоднородности, различий во времени реализации, многофункциональности инфраструктуры и наличия различных ресурсов, в данной статье демонстрируется возможность комбинирования нескольких сценариев в пределах одного региона.

Ключевые слова: регионы Российской Федерации, приграничные регионы России, фронтальный регион, пространственная организация, региональная экономическая политика, приграничное экономическое сотрудничество, сценарная модель, экономическое развитие, торговля, логистика, ресурс, сырье, промышленность, инновация и технология, инфраструктура и услуга

Для цитирования: Су Фанюнь. 2026. Сценарное моделирование развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа Российской Федерации. *Экономика.*

И

н

ф

о

р

м

а

т

и

к

а

2

ф

о

о

о

и

е

д

н

Scenario Modeling of the Development of Cross-Border Economic Cooperation in the Frontier Regions of the Russian Federation

Su Fangyun

Belgorod State National Research University,
85 Pobeda St., Belgorod 308015, Russia
1363170219@qq.com

Abstract. In the context of Russia's geo-economic pivot to the East and a shift in the center of gravity of cooperation towards Asia, the effective spatial organization of border regions is becoming a key factor in national security and economic development. This article analyzes key indicators for six border regions of Russia in four aspects: indicators of expanding the scale of cross-border cooperation among frontier regions,

© Су Фанюнь, 2026

indicators of increasing economic contacts in frontier border regions, indicators of improving the institutional environment for interaction in frontier border regions, indicators of improving the socio-economic environment in frontier border regions (the Altai Republic, the Trans-Baikal Territory, the Primorye Territory, the Khabarovsk Territory, the Amur Region, and the Jewish Autonomous Region). The author explores the current state and dynamics of development of cross-border economic cooperation in frontier regions. A three-stage algorithm for classifying each region according to various scenario models has been developed, with five scenario models identified (trade and logistics, resources and raw materials, industry and location, innovation and technology, infrastructure and services). Given regional heterogeneity, differences in implementation timelines, multifunctional infrastructure, and the availability of various resources, this article demonstrates the possibility of combining multiple scenarios within a single region.

Keywords: regions of the Russian Federation, border regions of Russia, frontier region, spatial organization, regional economic policy, cross-border economic cooperation, scenario model, economic development, trade, logistics, resources, raw materials, industry, innovation and technology, infrastructure and services

For citation: Su Fangyun. 2026. Scenario Modeling of the Development of Cross-Border Economic Cooperation in the Frontier Regions of the Russian Federation. *Economics. Information technologies*, 53(2): 275–289 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-275-289. EDN HCFEKR

Введение

В условиях трансформации экономического и геополитического ландшафта и смещения центра тяжести сотрудничества на восток необходима эффективная пространственная организация приграничных регионов фронтального типа России, которая становится ключевым фактором национальной безопасности и экономического развития. Данная концепция направлена на создание системной основы посредством управляемой пространственной трансформации для активизации и наращивания экономического потенциала приграничных регионов.

Цель данного исследования – разработка сценарного моделирования по совершенствованию региональной экономической политики, направленной на развитие приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа России.

Приграничные районы, в которых Российская Федерация сотрудничает со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, включают Республику Алтай (границающую с Монголией, Китаем и Казахстаном), Забайкальский край (границающий с Китаем и Монголией), Приморский край, Хабаровский край, Амурскую область и Еврейскую автономную область (границающие с Китаем). В состав российско-китайской региональной приграничной зоны экономического и торгового сотрудничества дополнительно входят четыре провинции Китая: Хэйлуцзянь, Цзилинь, Автономный район Внутренняя Монголия и Синьцзян-Уйгурский автономный район, а также упомянутые выше шесть регионов России.

Для оценки уровня развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа автором был выбран ряд ключевых показателей. Ввиду ограниченности объема статьи, основное внимание уделяется показателям по приграничному региону России и Китая за 2013 и 2023 годы. Показатели охватывают четыре ключевых аспекта приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа: показатели расширения масштаба приграничного сотрудничества регионов фронтального типа, показатели увеличения экономических контактов в приграничных регионах фронтального типа, показатели улучшения институциональной среды взаимодействия в приграничных регионах фронтального типа, показатели улучшения социально-экономической среды в приграничных регионах фронтального типа. Каждый набор показателей оценивает конкретный аспект приграничного взаимодействия. Комплексное использование всех четырех групп показателей позволяет получить полное понимание текущего состояния и развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа. Выбор этих четырех групп показателей основан

на теоретических и практических предпосылках, дающих возможность оценить приграничное экономическое сотрудничество в регионах фронтального типа.

На основе предложенных четырех групп показателей разработан трёхэтапный алгоритм, позволяющий обоснованно отнести каждый приграничный регион фронтального типа к определённой сценарной модели (или их комбинации).

Этап 1. Диагностика экономического профиля и ресурсного потенциала региона. На данном этапе анализируются следующие показатели: структура валового регионального продукта (ВРП) – доля промышленности, сельского хозяйства, транспорта, услуг; внешнеторговый оборот (экспорт/импорт товаров и услуг) и его товарная структура; наличие и специализация территорий опережающего развития (ТОР), особых экономических зон (ОЭЗ); природно-ресурсный потенциал (полезные ископаемые, лесные и водные ресурсы, рекреационный потенциал).

Этап 2. Оценка инфраструктурных и геопространственных факторов. На данном этапе анализируются следующие показатели: наличие и пропускная способность пограничных переходов; развитость транспортной сети (железные дороги, порты, автомобильные магистрали); близость к научно-образовательным центрам и инновационной инфраструктуре; реализуемые крупные инфраструктурные проекты (мосты, газопроводы, электростанции).

Этап 3. Сопоставление с типологией сценарных моделей и синтез. На основе комбинации признаков каждому региону присваивается одна или несколько сценарных моделей по следующим правилам:

1. Если регион имеет крупные порты и/или является транзитным узлом с высокой долей экспорта услуг – торгово-логистическая.
2. Если в регионе преобладает добыча полезных ископаемых и экспорт сырья – ресурсно-сырьевая.
3. Если в регионе созданы ТОР с промышленной специализацией и есть потенциал для кооперации с азиатскими партнёрами – индустриально-релокационная.
4. Если в регионе расположены ведущие университеты, НИИ, инновационная инфраструктура – инновационно-технологическая.
5. Если в регионе реализуются или планируются крупные инфраструктурные проекты – инфраструктурно-сервисная.

Объект и методы исследования

В данной статье анализируется сценарное моделирование развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа на основе разработанного трёхэтапного алгоритма (на примере Дальнего Востока России).

Исследование основано на трёхэтапном алгоритме и включает в себя концепцию пространственной организации. Данный подход используется для оценки и построения модели сценарного развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа и демонстрации того, что возможно объединить несколько сценариев в одном регионе, чтобы полностью отразить его сложную внутреннюю структуру и многогранный характер приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа.

Объектами исследования выступают шесть приграничных регионов фронтального типа РФ: Республика Алтай, Забайкальский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область и Еврейская автономная область. Эти регионы, граничащие с Китаем, Монголией и Казахстаном, считаются ключевыми пространственными узлами для российско-азиатского приграничного экономического сотрудничества.

Методологическая основа исследования объединяет общенаучные и специализированные методы. Используется системный подход, рассматривающий приграничные регионы как многофакторные пространственные системы; с помощью эволюционного и ретроспективного

анализа выявляются тенденции ключевых показателей за период 2013 и 2023 г.; применяется переходная парадигма для демонстрации функциональной трансформации приграничных регионов в новых геоэкономических условиях. Эмпирическая основа данного исследования получена из данных Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат), таможенной статистики КНР и статистических ежегодников Хэйлунцзянского, Цзилиньского, Внутренней Монголии и Синьцзян-Уйгурского автономных районов. В исследовании используются показатели по четырем ключевым аспектам: показатели расширения масштаба приграничного сотрудничества регионов фронтального типа, показатели увеличения экономических контактов в приграничных регионах фронтального типа, показатели улучшения институциональной среды взаимодействия в приграничных регионах фронтального типа, показатели улучшения социально-экономической среды в приграничных регионах фронтального типа. Методы обработки и анализа данных включают: логическую и сравнительную оценку; экономико-статистический анализ (расчет темпов роста).

Результаты и их обсуждение

Дадим краткую характеристику ключевых показателей, объединенных в четыре группы, которые были использованы для оценки приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа РФ [Росстат].

Показатели расширения масштаба приграничного сотрудничества регионов фронтального типа. Масштаб приграничного сотрудничества отражает степень вовлеченности региона в приграничные экономические отношения в регионах фронтального типа. Внешняя торговля является базовым индикатором масштаба приграничных связей, поскольку она фиксирует объемы перемещаемых товаров и услуг. Инвестиции в основной капитал характеризуют долгосрочные экономические обязательства и степень доверия между партнёрами. Индекс физического объема инвестиций позволяет оценить динамику этого процесса в реальном выражении (без учёта инфляции). Для приграничных регионов фронтального типа, удалённых от экономических центров, рост этих показателей свидетельствует об успешной интеграции в приграничное экономическое пространство.

Показатели увеличения экономических контактов в приграничных регионах фронтального типа. Экономические контакты проявляются не только в стоимостных объёмах торговли, но и в физических потоках – перемещении грузов и людей. Автомобильный транспорт является основным видом транспорта для приграничных перевозок на короткие и средние расстояния, поэтому показатели грузоперевозок и грузооборота наиболее адекватно отражают интенсивность приграничного взаимодействия в приграничных регионах фронтального типа. Пассажирские перевозки (железнодорожным и автомобильным транспортом) характеризуют мобильность населения, которая особенно важна для приграничных регионов фронтального типа, где приграничные перемещения граждан (работа, учёба, туризм, шопинг) являются значимой частью повседневной жизни. Рост этих показателей свидетельствует об углублении контактов между приграничными регионами фронтального типа.

Показатели улучшения институциональной среды взаимодействия в приграничных регионах фронтального типа. Институциональная среда приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа характеризуется не только наличием правовых норм, но и реальными результатами хозяйственной деятельности, которые зависят от качества институтов. Индексы производства в сельском хозяйстве и промышленности отражают динамику реального сектора экономики, который наиболее чувствителен к изменениям институциональных условий (например, к упрощению таможенных процедур, гармонизации стандартов, защите прав собственности). Объём строительных работ является индикатором инвестиционной активности и доверия к институциональной среде: строительство новых производственных мощностей, логистических центров, инфраструктуры требует стабильных и предсказуемых институциональных условий. Для приграничных регионов фронтального типа

улучшение институциональной среды является важным фактором, способствующим привлечению инвестиций и развитию совместных проектов.

Показатели улучшения социально-экономической среды в приграничных регионах фронтального типа. Конечной целью приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа является не рост торговли или инвестиций сам по себе, а улучшение качества жизни населения приграничных регионов фронтального типа. ВРП и ВРП на душу населения являются интегральными показателями экономического развития региона. Уровень занятости и безработицы отражает ситуацию на рынке труда, которая непосредственно зависит от развития приграничного экономического сотрудничества (создание новых рабочих мест в экспортно-ориентированных отраслях, логистике, туризме) в регионах фронтального типа. Индекс потребительских цен позволяет оценить инфляционные процессы, которые могут быть связаны с приграничной торговлей в регионе фронтального типа (например, влияние импортных цен). Среднедушевые денежные доходы населения являются прямым индикатором благосостояния граждан. Для приграничных регионов фронтального типа, которые часто характеризуются более низкими доходами и более высоким уровнем безработицы по сравнению с центральными регионами, положительная динамика этих показателей является главным критерием, характеризующим уровень приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа.

Поскольку таблицы для ключевых показателей приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа РФ (за 2013 и 2023 г.) и их темпы роста (2023 к 2013, %) слишком объемны, данные показатели представлены в двух таблицах (табл. 1 и табл. 2).

В табл. 1 представлены 18 показателей за 2013 и 2023 гг.: 1) инвестиции в основной капитал (млн долл. США); 2) индекс физического объема инвестиций в основной капитал (в % к предыдущему году); 3) перевозки грузов автомобильным транспортом организаций всех видов деятельности (млн тонн); 4) грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности (млн тонно-километров); 5) отправление пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования по субъектам РФ (тыс. чел.); 6) перевозки пассажиров автобусами общего пользования (млн чел.); 7) индексы производства продукции сельского хозяйства (в % к предыдущему году); 8) индексы промышленного производства (в % к предыдущему году); 9) объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство» (млн долл. США); 10) ВРП (млрд долл. США); 11) численности населения (тыс. чел.); 12) уровень занятости населения (%); 13) уровень безработицы (%); 14) индексы потребительских цен (на конец периода, в % к декабрю предыдущего года); 15) среднедушевые денежные доходы населения (долл.); 16) внешнеторговый оборот (млн долл. США);

Таким образом, на основе табл. 1 и табл. 2 проанализируем следующие четыре группы показателей.

1. Показатели расширения масштаба приграничного сотрудничества регионов фронтального типа.

За период с 2013 по 2023 год объем инвестиций в основной капитал в целом по РФ сократился на 4,6 % – с 419,2 млрд долл. до 400,1 млрд долл. Наиболее впечатляющую динамику демонстрирует Амурская область, где инвестиции в основной капитал выросли на 177,7 % – с 3,2 млрд долл. до 8,8 млрд долл. Это самый высокий темп роста инвестиций в основной капитал среди всех рассматриваемых регионов. Высокие темпы роста инвестиций в основной капитал также характерны для Забайкальского края и Республики Алтай (177,4 % и 155 % соответственно). В Приморском крае объем инвестиций в основной капитал вырос на 22,8 % (с 3,8 млрд долл. до 4,7 млрд долл.); а в Хабаровском крае рост оказался скромнее – 5,2 % (с 4,7 млрд долл. до 4,9 млрд долл.). Еврейская автономная область стала единственным регионом из шести, где инвестиции в основной капитал сократились. Падение составило 22,8 % – с 446,5 млн долл. до 344,7 млн долл.

Таблица 1
 Таблица 1
 Таблица 1
 Таблица 1

Ключевые показатели приграничного экономического сотрудничества
 в регионах фронтального типа РФ (за 2013 и 2023 годы)
 Key indicators of cross-border economic cooperation in the frontier regions of the RF (for 2013 and 2023)

№ п/п	РФ		Республика Алтай		Забайкальский край		Приморский край		Хабаровский край		Амурская область		Еврейская автономная область	
	2013	2023	2013	2023	2013	2023	2013	2023	2013	2023	2013	2023	2013	2023
1	419167,2	400060,4	369,4	572,7	1790,7	3176,9	3835,1	4708,4	4677,1	4921,4	3178,9	8827,9	446,5	344,7
2	100,8	109,8	114,5	129,2	80,7	130,2	59,6	115	80,7	138,5	85,6	143,4	59,8	128,8
3	5635,3	6491,2	1	0,5	41,8	26,4	31	24,1	60	23,5	26,2	16,5	7,1	2,8
4	250054	362194	60	153	813	1027	1375	1425	1135	928	518	739	524	86
5	1079565	1208290	-	-	2856	2067	7555	6258	2798	2709	2014	1642	729	606
6	11586,8	8975,6	1,8	11,8	47,6	18,5	76,1	89	141,3	60,3	57,8	36	18,9	10
7	105,1	100,2	100,6	95,4	99,3	94,5	97,3	87	92,3	94,4	70,9	94,2	64,6	114,1
8	100,4	104,3	96,5	109,4	106,2	102,7	104,4	98,8	102,2	100	106,9	97,2	102,6	94,3
9	187592,4	177394,2	224,3	400,4	778,1	971	1953,6	2055,6	1911,2	2146,8	1042,9	4175,9	279,5	296,5
10	11,73	12,62	4,98	1,27	6,60	8,44	9,29	21,90	11,59	14,84	8,09	9,33	7,03	1,20
11	144025,3	146150,8	208,6	210,8	1078,8	984,4	1932,6	1806,4	1337,5	1278,1	808,7	750,1	169	145,8
12	64,8	60,8	59,9	53,6	58,1	56,7	64	62,6	66,1	65,3	61,9	64,7	60,2	57,9
13	5,5	3,2	11,5	8,9	10,5	6,9	7,1	2,6	5,6	2,1	6,1	2,4	8,3	3,7
14	106,5	107,4	106,4	107,5	108,3	110,1	106,3	109,4	106,3	106,8	107,7	108,3	108,5	108
15	799	630	463	409	600	503	742	641	912	683	720	635	641	511
	2013	2021	2013	2021	2013	2021	2013	2021	2013	2021	2013	2021	2013	2021
16	842233,4	789430,5	31	91,6	718,3	2089,6	11951,5	10617,0	2424,9	3647,1	912,8	1158,7	102,1	406,3
17	527266,4	493344,3	23,8	75,8	186	1456,4	3325,7	3404,6	1504,2	2537,4	442,1	626,9	17,9	395,4
18	314967	296086,2	7,2	15,8	531	633,2	8625,8	7212,3	920,7	1109,7	470,7	531,7	84,2	10,9

Источник: составлено автором по [Федеральная служба государственной статистики].

Таблица 2

Темпы роста ключевых показателей приграничного экономического сотрудничества
 в регионах фронтального типа РФ, 2023 к 2013 (%)
 Growth rates of key indicators of cross-border economic cooperation in the frontier regions of the RF,
 2023 to 2013 (%)

T
a
b
l
e

№ п/п	Показатели	РФ	Республика Алтай	Забайкальский край	Приморский край	Хабаровский край	Амурская область	Еврейская АО
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Инвестиции в основной капитал (млн долл. США)	95,4 %	155,0 %	177,4 %	122,8 %	105,2 %	277,7 %	77,2 %
2	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал (в % к предыдущему году)	+9,0 п.п.	+14,7 п.п.	+49,5 п.п.	+55,4 п.п.	+57,8 п.п.	+57,8 п.п.	+69,0 п.п.
3	Перевозки грузов автомобильным транспортом организаций всех видов деятельности (млн тонн)	115,2 %	50,0 %	63,2 %	77,7 %	39,2 %	63,0 %	39,4 %
4	Грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности (млн тонно-километров)	144,8 %	255,0 %	126,3 %	103,6 %	81,8 %	142,7 %	16,4 %
5	Отправление пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования по субъектам РФ (тыс. чел.)	111,9 %		72,4 %	82,8 %	96,8 %	81,5 %	83,1 %
6	Перевозки пассажиров автобусами общего пользования (млн чел.)	77,5 %	655,6 %	38,9 %	117,0 %	42,7 %	62,3 %	52,9 %
7	Индексы производства продукции сельского хозяйства (в % к предыдущему году)	-4,9 п.п.	-5,2 п.п.	-4,8 п.п.	-10,3 п.п.	+2,1 п.п.	+23,3 п.п.	+49,5 п.п.
8	Индексы промышленного производства (в % к предыдущему году)	+3,9 п.п.	+12,9 п.п.	-3,5 п.п.	-5,6 п.п.	-2,2 п.п.	-9,7 п.п.	-8,3 п.п.



Окончание табл. 2
 End of Table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство» (млн долл. США)	94,6 %	178,5 %	124,8 %	105,2 %	112,3 %	400,4 %	106,1 %
10	ВРП (млрд долл. США)	107,6 %	25,5 %	127,9 %	235,7 %	128,0 %	115,3 %	17,1 %
11	Численность населения (тыс. чел.)	101,5 %	101,1 %	91,2 %	93,5 %	95,6 %	92,8 %	86,3 %
12	Уровень занятости населения (в процентах)	-4,0 п.п.	-6,3 п.п.	-1,4 п.п.	-1,4 п.п.	-0,8 п.п.	+2,8 п.п.	-2,3 п.п.
13	Уровень безработицы (в процентах)	-2,3 п.п.	-2,6 п.п.	-3,6 п.п.	-4,5 п.п.	-3,5 п.п.	-3,7 п.п.	-4,6 п.п.
14	Индексы потребительских цен (на конец периода, в % к декабрю предыдущего года)	+0,9 п.п.	+1,1 п.п.	+1,8 п.п.	+3,1 п.п.	+0,5 п.п.	+0,6 п.п.	-0,5 п.п.
15	Среднедушевые денежные доходы населения (долл.)	78,8 %	88,3 %	83,8 %	86,4 %	74,9 %	88,2 %	79,7 %
16	Внешнеторговый оборот (млн долл. США)	93,7 %	295,5 %	290,9 %	88,8 %	150,4 %	126,9 %	397,9 %
17	Экспорт (млн долл. США)	93,6 %	318,5 %	783,0 %	102,4 %	168,7 %	141,8 %	2208,9 %
18	Импорт (млн долл. США)	94,0 %	219,4 %	119,2 %	83,6 %	120,5 %	113,0 %	12,9 %

Источник: составлено автором. *1) Для показателей 16–18: 2021 к 2013 (%); 2) Показатели 2, 7, 8, 12, 13, 14 рассчитаны в процентных пунктах (п.п.).

Следующий показатель – индекс физического объёма инвестиций в основной капитал (%). В 2013 году индекс физического объёма инвестиций в основной капитал по РФ составлял 100,8 %, что означает рост на 0,8 % по сравнению с 2012 годом; к 2023 году индекс вырос до 109,8 %, то есть рост ускорился до 9,8 % по сравнению с 2022 годом; в 2013 году данный индекс составил 100,8 %, в 2023 году – 109,8 %, что показывает увеличение индекса на 9,0 п.п. За 2013 и 2023 годы рос индекс физического объёма инвестиций в основной капитал в следующих приграничных регионах фронтального типа: в Еврейской автономной области индекс вырос с 59,8 % до 128,8 % (+69,0 п.п.); в Республике Алтай индекс вырос с 114,5 % до 129,2 % (+14,7 п.п.). Индекс физического объёма инвестиций в основной капитал в Еврейской АО – это самый большой прирост данного показателя среди всех регионов. Важно отметить, что в 2013 году, за исключением Республики Алтай, в пяти приграничных регионах фронтального типа индекс физического объёма инвестиций в основной капитал был ниже 100 % (Забайкальский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область, Еврейская АО).

2. Показатели увеличения экономических контактов в приграничных регионах фронтального типа.

Поскольку данные по внешней торговле России после 2022 года не были опубликованы, были использованы данные за 2021 год. Проведенный сравнительный анализ внешнеторгового оборота по субъектам РФ за 2013 и 2021 годы показал сокращение внешнеторгового оборота в 2021 году – показатель составил 93,7 % от уровня 2013 года. Экспорт сократился на 6,4 % (с 527,3 млрд долл. до 493,3 млрд долл.), импорт – на 6,0 % (с 315,0 млрд долл. до 296,1 млрд долл.). Таким образом, внешняя торговля России в 2021 году не восстановилась до уровня 2013 года, несмотря на частичный рост после пандемийного спада 2020 года. Следует отметить, что в 2021 г. произошел рост внешнеторгового оборота по сравнению с 2013 г. в следующих приграничных регионах фронтального типа: в Еврейской АО (в 4,0 раза) – с 102,1 млн долл. до 406,3 млрд долл., при этом экспорт возрос почти в 22 раза (темп роста – 2208,9 %) – с 17,9 млн долл. до 395,4 млрд долл.; в Республике Алтай внешнеторговый оборот увеличился почти в 3 раза (темп роста – 295,5 %) – с 31,0 млн долл. до 91,6 млрд долл., при этом экспорт вырос в 3,2 раза (темп роста – 318,5 %) – с 23,8 млн долл. до 75,8 млрд долл.; в Забайкальском крае внешнеторговый оборот увеличился в 2,9 раза (темп роста – 290,9 %), при этом экспорт вырос почти в 8 раз (темп роста – 783,0 %) – с 186,0 млн долл. до 1 456,4 млрд долл.. Приморский край в 2021 году является единственным из шести приграничных регионов фронтального типа, где внешнеторговый оборот снизился по сравнению с 2013 годом, – снижение составило 11,2 % (с 11,9515 млрд долл. до 10,617 млрд долл.); при этом экспорт незначительно вырос на 2,4 % (с 3325,7 млн долл. до 3404,6 млн долл.); импорт сократился на 16,4 % (с 8625,8 млн долл. до 7212,3 млн долл.). Снижение внешнеторгового оборота обусловлено падением импорта, который составляет основную долю внешнеторгового оборота региона.

Анализ перевозок грузов автомобильным транспортом организаций всех видов деятельности (млн тонн) по субъектам РФ за 2013 и 2023 годы показал, что в РФ наблюдается рост перевозок грузов автомобильным транспортом организаций всех видов деятельности: на 15,2 % – с 5635,3 млн тонн до 6491,2 млн тонн. В отличие от положительной динамики вышеназванного показателя в целом по РФ, все шесть приграничных регионов фронтального типа демонстрируют снижение объема грузовых автомобильных перевозок. В Хабаровском крае и Еврейской автономной области перевозки грузов автомобильным транспортом организаций всех видов деятельности сократились на 60 % (в Хабаровском крае – с 60,0 млн тонн до 23,5 млн тонн, в Еврейской АО – с 7,1 млн тонн до 2,8 млн тонн). Незначительное снижение данного показателя зафиксировано в Приморском крае, где перевозки грузов автомобильным транспортом сократились на 22,3 % (с 31,0 млн тонн до 24,1 млн тонн).

Анализ грузооборота автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности (млн т·км) показал, что в РФ наблюдается значительный рост данного показателя: на 44,8 % – с 250 054 млн т·км в 2013 году до 362 194 млн т·км в 2023 году. В 2023 году по сравнению с 2013 годом рост грузооборота автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности наблюдается в следующих приграничных регионах фронтального типа: в Республике Алтай – в 2,55 раза – с 60 млн т·км до 153 млн т·км; в Амурской области – в 1,4 раза; в Забайкальском крае – в 1,3 раза; в Приморском крае – в 1,04 раза. Республика Алтай – единственный регион, где данный показатель увеличился более чем в 2 раза. Значительное снижение вышеназванного показателя зафиксировано в Еврейской автономной области, где грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности сократился на 83,6 % – с 524 млн т·км. до 86 млн т·км.

Анализ отправления пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования (тыс. чел.) показал, что в РФ наблюдается рост данного показателя: на 111,9 % – с 1 079 565 тыс. чел. до 1 208 290 тыс. чел. Кроме Республики Алтай (нет данных), в пяти приграничных регионах фронтального типа отправление пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования снизилось. Наиболее значительное падение данного показателя зафиксировано в Забайкальском крае, где отправление пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования сократилось на 27,6 % (темп роста составил 72,4 %) – с 2 856 тыс. чел. до 2 067 тыс. чел.

Анализ перевозок пассажиров автобусами общего пользования (млн чел.) показал, что в РФ наблюдается снижение данного показателя: на 22,5 % (темп роста составил 77,5 %) – с 11 586,8 млн чел. до 8 975,6 млн чел. Наиболее значительный рост данного показателя

зафиксирован в Республике Алтай, где перевозки пассажиров автобусами общего пользования выросли в 6,6 раза – с 1,8 млн чел. до 11,8 млн чел. В Приморском крае перевозки пассажиров автобусами общего пользования увеличились на 17,0 % (темп роста составил 117 %) – с 76,1 млн чел. до 89,0 млн чел. Остальные четыре региона демонстрируют снижение перевозок пассажиров автобусами общего пользования.

3. Показатели улучшения институциональной среды взаимодействия в приграничных регионах фронтального типа.

Проведенный сравнительный анализ индексов производства продукции сельского хозяйства за 2013 и 2023 годы показал: в 2013 году данный индекс составил 105,1 %, что означает рост на 5,1 % по сравнению с 2012 годом; в 2023 году данный индекс снизился до 100,2 %, что показывает снижение индекса на -4,9 п.п. За 2013 и 2023 годы рост индекса производства продукции сельского хозяйства зафиксирован в следующих приграничных регионах фронтального типа: в Еврейской автономной области индекс вырос с 64,6 % до 114,1 % (+49,5 п.п.); в Амурской области индекс вырос с 70,9 % до 94,2 % (+23,3 п.п.); в Хабаровском крае индекс вырос с 92,3 % до 94,4 % (+2,1 п.п.). Снижение индекса производства продукции сельского хозяйства зафиксировано в следующих приграничных регионах фронтального типа: в Республике Алтай индекс снизился со 100,6 % до 95,4 % (-5,2 п.п.); в Забайкальском крае индекс снизился с 99,3 % до 94,5 % (-4,8 п.п.); в Приморском крае индекс снизился с 97,3 % до 87,0 % (-10,3 п.п.).

Проведенный сравнительный анализ индексов промышленного производства за 2013 и 2023 годы показал: в 2013 году данный индекс составил 100,4 %, что означает незначительный рост на 0,4 % по сравнению с 2012 годом; в 2023 году индекс вырос до 104,3 %, рост составил 4,3 % по сравнению с 2022 годом; в 2013 году данный индекс составил 100,4 %, в 2023 году – 104,3 %, что показывает рост индекса на +3,9 п.п. Республика Алтай – единственный регион, где индекс промышленного производства вырос. В 2013 году индекс составлял 96,5 % (спад на 3,5 % по сравнению с 2012 г.), а в 2023 году достиг 109,4 % (рост на 9,4 % по сравнению с 2022 г.); увеличение индекса с 2013 по 2023 год составило +12,9 п.п. В остальных пяти приграничных регионах фронтального типа индекс промышленного производства снизился в 2023 по сравнению с 2013 г. Наиболее значительное падение зафиксировано в Амурской области (-9,7 п.п.) и Еврейской автономной области (-8,3 п.п.). В Хабаровском крае индекс промышленного производства составил ровно 100,0 % (нулевой рост).

Анализ показателя объема работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство» (млн долл. США) в РФ, показал снижение за период с 2013 по 2023 год: на 5,4 % (темп роста составил 94,6 %) – с 187 592,4 млн долл. до 177 394,2 млн долл. Амурская область – абсолютный лидер по темпам роста данного показателя (400,4 %): объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство», вырос в 4,0 раза – с 1 042,9 млн долл. до 4 175,9 млн долл. Во всех шести приграничных регионах фронтального типа показатель объема работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство», вырос, причём в четырёх из них кратно (Амурская область на 4 раза, Республика Алтай на 1,8 раза, Забайкальский край на 1,25 раза, Хабаровский край на 1,1 раза).

4. Показатели улучшения социально-экономической среды в приграничных регионах фронтального типа.

В РФ за период с 2013 по 2023 год ВРП вырос на 7,6 % – с 11,73 млрд долл. США до 12,62 млрд долл. США. В 2023 году по сравнению с 2013 годом рост ВРП произошёл в следующих приграничных регионах фронтального типа: в Приморском крае в 2,36 раза (темп роста составил 235,7 %) – с 99,29 млрд долл. США до 21,90 млрд долл. США; в Хабаровском крае на 28,0 % (темп роста составил 128 %) – с 11,59 млрд долл. США до 14,84 млрд долл. США; в Забайкальском крае – на 27,9 %; в Амурской области – на 15,3 %. Приморский край показал самый высокий темп роста среди шести регионов. Снижение ВРП зафиксировано в следующих приграничных регионах фронтального типа: в Республике Алтай – на 74,5 % (темп роста составил 25,5 %) – с 4,98 до 1,27 млрд долл. США; в Еврейской автономной области – на 82,9 % (темп роста составил 17,1 %) – с 7,03 млрд долл. США до 1,20 млрд долл. США.

За период с 2013 по 2023 год доля ВРП Приморского края в ВРП страны существенно возросла: с 0,8 % до 1,7 % – прирост на 0,9 %, что свидетельствует о наличии экономического роста в регионе. Хабаровский край и Забайкальский край также незначительно укрепили свои позиции (с 0,99 % до 1,18 %, и с 0,56 % до 0,67 %, соответственно). Амурская область сохранила долю на прежнем уровне – 0,7 %. Республика Алтай и особенно Еврейская автономная область сократили свою долю в ВРП в РФ: Республика Алтай: с 0,4 % до 0,1 %, ЕАО: с 0,6 % до 0,1 %.

В РФ численность населения незначительно увеличилась за период с 2013 по 2023 год, рост составил 1,5 % – с 144 025,3 тыс. чел. до 146 150,8 тыс. чел. Республика Алтай – единственный регион из шести регионов, где численность населения увеличилась (на 1,1 %) с типа демонстрируют сокращение численности населения. Наиболее тревожная ситуация в Еврейской автономной области (темп роста составил 86,3 %) и Забайкальском крае (темп роста составил 91,2 %). Особенно заметно, что численность населения Еврейской АО сократилась почти на 14 % за 10 лет – это самый высокий показатель сокращения численности населения среди шести приграничных регионов фронтального типа.

В РФ уровень занятости населения снизился за период с 2013 по 2023 год. Показатель уменьшился на 4,0 п.п. – с 64,8 % до 60,8 %. Единственный регион с ростом уровня занятости населения – Амурская область: на +2,8 п.п. (с 61,9 % до 64,7 %). Это может быть связано с ростом инвестиций и строительства в регионе. Наиболее значительное снижение зафиксировано в Республике Алтай, где уровень занятости населения упал на -6,3 п.п. (-0,8 п.п.), сохранив тем самым наиболее высокий уровень занятости населения среди шести регионов (65,3 % в 2023 году).

В РФ уровень безработицы снизился за период с 2013 по 2023 год. Показатель уменьшился на 2,3 п.п. (с 5,5 % до 3,2 %). Это свидетельствует о позитивной динамике на рынке труда. Все шесть приграничных регионов фронтального типа показывают положительную динамику снижения показателя уровня безработицы. Лидерами по снижению показателя уровня безработицы являются: Еврейская АО с 8,3 % до 3,7 % (-4,6 п.п.) и Приморский край с 7,1 % до 2,6 % (-4,5 п.п.). В 2023 г. в Хабаровском крае достигнут самый низкий уровень безработицы среди шести регионов – 2,1 %. Наиболее высокий уровень безработицы сохраняется в Республике Алтай (8,9 %) и Забайкальском крае (6,9 %).

В 2013 году индекс потребительских цен (ИПЦ) в России составил 106,5 %, что означает рост цен на 6,5 % за год (2013 г. к 2012 г.). В 2023 году ИПЦ составил 107,4 % – рост цен на 7,4 % за год (2023 г. к 2022 г.). С 2013 по 2023 год ИПЦ увеличился на 0,9 п.п. Еврейская автономная область – единственный регион, где ИПЦ снизился: с 108,5 % до 108,0 % (-0,5 п.п.). Приморский край демонстрирует наиболее существенное ускорение ИПЦ (+3,1 п.п.) – это может быть связано с ростом потребительского спроса. Хабаровский край и Амурская область сохранили относительно стабильную ИПЦ (изменение менее 1 п.п.). Важно отметить, что все приграничные регионы фронтального типа, кроме Еврейской АО, имели в 2023 году более высокую инфляцию (ИПЦ), чем в 2013 году.

В РФ среднедушевые денежные доходы населения (долл. США) снизились за период с 2013 по 2023 год. Показатель сократился на 21,2 % (темп роста – 78,8 %) – с 799 до 630 долл. США. Во всех шести приграничных регионах фронтального типа, включая РФ, среднедушевые денежные доходы населения при пересчете в доллары США снизились. Наименьшее снижение среднедушевых денежных доходов населения зафиксировано в Республике Алтай на 11,7 % (темп роста составил 88,3 %) и Амурской области на 11,8 % (темп роста составил 88,2 %). Наибольшее падение среднедушевых денежных доходов населения отмечено в Хабаровском крае: доходы снизились на 25,1 % (темп роста составил 74,9 %) и в Еврейской АО доходы снизились на 20,3 % (темп роста составил 79,7 %). В 2023 году среднедушевые денежные доходы населения в Хабаровском крае (683 долл.) тем не менее оставались выше, чем в среднем по РФ (630 долл.). Важно отметить, что снижение в долларах не обязательно означает падение реальной покупательной способности внутри страны, так как цены на многие товары и услуги выросли в рублях не так сильно, как курс доллара.



На основе предложенного трёхэтапного алгоритма каждому региону предлагается доминирующий сценарий, основанный на его географическом положении, ресурсной базе и существующем экономическом профиле. Важно отметить, что сценарии не являются взаимоисключающими и могут комбинироваться. Каждый сценарий представляет собой модель пространственной концентрации и специализации видов экономической деятельности и ключевых акторов (табл. 3).

Таблица 3

Сценарии социально-экономического развития модельных приграничных регионов
 фронтального типа РФ

Scenarios for the socio-economic development of model border regions of the frontier type in the Russian Federation

Сценарий (модель)	Регионы	Субъекты	Содержание сценария
Сценарий расширения торговых контактов логистический хабитус)	Приморский край (порты Владивостока, Находки, Зарубино), Хабаровский край (транзитные узлы).	Крупные трейдеры, операторы логистических центров, таможенные брокеры, финансово-страховые сервисы.	Основное внимание уделяется развитию приграничных логистических кластеров, модернизации и цифровизации таможенных пунктов, а также созданию распределительных центров и оптовых сетей. Пространственная планировка сосредоточена в ключевых транспортных коридорах (например, коридоры 1 и 2 Приморского края).
Сценарий ресурсно-сырьевой индустриальный хабитус)	Забайкальский край (месторождения меди, урана, молибдена), Амурская область (золото, лес), Республика Алтай (водные, рекреационные ресурсы).	Добывающие компании (недропользователи), перерабатывающие предприятия, сервисные геологоразведочные и инжиниринговые компании.	Пространственная планировка координируется с развитием баз по добыче и первичной переработке сырья, а также индустриальных парков. Особое внимание уделяется созданию технологических цепочек добавленной стоимости (переработка минералов, первичная металлургия) и соответствующей инфраструктуры (энергетика, очистка сточных вод, рекультивация земель).
Индустриально-релокационный сценарий кооперационный хабитус)	Хабаровский край, Амурская область, Еврейская автономная область.	Релоцированные и новые промышленные предприятия (резиденты ТОР/ПП), поставщики компонентов, сервисные индустриальные парки.	Создание специализированных промышленных парков и регионов опережающего развития, ориентированных на размещение производств с азиатскими партнерами. Пространственная интеграция в приграничных регионах фронтального типа: производственные цепочки (автокомпоненты, стройматериалы, агропереработка). Требуется развитой инженерной и социальной инфраструктуры.
Сценарий диффузии инновационных акторов технологический хабитус)	Приморский край (г. Владивосток – ДВФУ, научные центры), Хабаровский край.	Университеты, НИИ, технологические стартапы, венчурные фонды, центры трансфера технологий.	Пространственная концентрация вокруг научно-образовательных центров (НОЦ), технологических парков, стартап-студий. Фокус на кросс-граничные инновации в сферах IT, биотехнологий, морской инженерии, экологического мониторинга. Формирование «точек роста» нового технологического уклада.

Инфраструктурно-сервисный сценарий коммуникационный хабитус)	Все регионы, но с разной спецификой (транспортная инфраструктура – все, туризм – Республика Алтай, Приморье; энергетика – Амурская область).	Инфраструктурные госкомпании и частные инвесторы, туроператоры, гостиничные сети, учреждения здравоохранения и образования.	Приоритет отдается крупномасштабным инфраструктурным проектам (мосты, электрификация железных дорог, пограничные переходы) и связанным с ними отраслям услуг: туристическим кластерам, финансовым услугам, телекоммуникациям, образованию и медицинским центрам для содействия приграничному экономическому сотрудничеству в приграничных регионах фронтального типа.
--	--	---	---

Источник: составлено автором на основе обобщения источников.

Приграничный регион фронтального типа не является монолитным в экономическом и пространственном отношении. В его пределах одновременно сосуществуют разные экономические уклады и региональные кластеры, каждый из которых может тяготеть к разным сценариям развития. Основные причины:

1. Региональная неоднородность. Внутри одного региона есть портовые города (тяготеют к торговле) и ресурсные районы (тяготеют к добыче). Например, в Приморском крае порты Владивостока и Находки обеспечивают торгово-логистическую функцию, а инновационный кластер вокруг ДВФУ (Дальневосточный федеральный университет) – технологическую.

2. Разновременность реализации. Один сценарий может быть актуален в текущий период, другой – в среднесрочной перспективе. Например, Хабаровский край сегодня работает как транзитный узел (торгово-логистический сценарий), но его ТОР «Комсомольск» создаёт базу для будущей промышленной кооперации.

3. Многофункциональность инфраструктуры. Один и тот же объект может обслуживать разные сценарии. В Амурской области гидроэлектростанции и газопровод «Сила Сибири» одновременно работают на ресурсный, индустриальный и инфраструктурный сценарии.

4. Наличие разных видов ресурсов. В регионе могут быть и сырьевые, и рекреационные, и транзитные ресурсы. Республика Алтай обладает водными и рекреационными ресурсами (ресурсный сценарий) и одновременно развивает туристическую инфраструктуру (инфраструктурно-сервисный сценарий).

Таким образом, отнесение одного региона к нескольким сценарным моделям не является ошибкой или противоречием, а отражает: региональную неоднородность (разные регионы имеют разную специализацию); функциональную многоаспектность приграничного экономического сотрудничества регионов фронтального типа (один и тот же регион может одновременно быть логистическим хабом, ресурсной базой и инновационным центром); разновременную динамику (один сценарий актуален сегодня, другой – в перспективе). Предложенный трёхэтапный алгоритм обеспечивает воспроизводимость классификации и может быть использован для других приграничных регионов фронтального типа РФ.

Заключение

Исследование, проведенное в этой статье, позволяет сделать следующие выводы.

В 2013 и 2023 годах наблюдаются существенные различия в уровне экономического развития между шестью приграничными регионами фронтального типа РФ. Амурская область стала безусловным лидером: инвестиции в основной капитал выросли на 177,7 %, а объём строительных работ увеличился на 300,5 %, что является максимальным ростом среди шести приграничных регионов фронтального типа. Приморский край сохраняет доминирующие позиции

по абсолютному внешнеторговому обороту и ВРП (доля в ВРП страны выросла с 0,8 % до 1,7 %), хотя его доля в общероссийском внешнеторговом обороте снизилась. Забайкальский край продемонстрировал рост внешнеторгового оборота на 190,8 % (темп роста составил 290,8 %, почти в 3 раза) и рост экспорта на 682,6 % (темп роста составил 782,6 %, почти в 8 раз). Еврейская автономная область и Республика Алтай, несмотря на отдельные успехи, показали: рост внешнеторгового оборота в Еврейской АО на 298 % (темп роста составил 398 %, почти в 4 раза), рост автобусных пассажироперевозок в Республике Алтай на 555,6 % (темп роста составил 655,6 %, более чем в 6 раз), показали снижение ВРП (на 82,9 % и 74,5 %, соответственно).

Подтверждена обоснованность предложенных сценарных моделей. Каждый из шести регионов может быть однозначно отнесён к доминирующему сценарию (или их комбинации) согласно трёхэтапному алгоритму:

- (1) Торгово-логистическая модель – Приморский и Хабаровский края;
- (2) Ресурсно-сырьевая модель – Забайкальский край, Амурская область, Республика Алтай;
- (3) Индустриально-релокационная модель – Хабаровский край, Амурская область, Еврейская АО;
- (4) Инновационно-технологическая модель – Приморский край;
- (5) Инфраструктурно-сервисная модель – все регионы, но с учётом региональных особенностей.

Основное предложение по совершенствованию методики исследования предмета – обоснование мультисценарности в проведении региональной экономической политики в приграничных регионах фронтального типа: отнесение одного региона к нескольким сценариям не является противоречием, а отражает объективные свойства приграничных регионов фронтального типа (региональная неоднородность, разновременность реализации, многофункциональность инфраструктуры и наличие разных видов ресурсов). Это предложение имеет важное практическое значение, так как позволяет избежать упрощённого подхода к разработке стратегий региональной экономической политики по совершенствованию приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа.

Следует отметить наличие тревожных сигналов для национальной безопасности РФ. Несмотря на рост внешнеторговых показателей, в большинстве приграничных регионов фронтального типа (кроме Республики Алтай) происходит сокращение численности населения: в 2023 году по сравнению с 2013 годом численность населения Еврейской автономной области сократилась на 13,7 %, а численность населения Забайкальского края, Приморского края и Амурской области сократилась в среднем с 6 % до 9 %. Уровень занятости снизился во всех регионах (с 66 % до 54 %), кроме Амурской области. Среднедушевые доходы в долларовом выражении упали во всех регионах на 11–25 %.

Разработанный трёхэтапный алгоритм обладает воспроизводимостью и может быть применён к другим приграничным регионам фронтального типа РФ, а также использован для корректировки стратегий социально-экономического развития регионов и схем регионального планирования в России.

Таким образом, следует отметить полученные результаты статьи: продемонстрирована концепция пространственной организации для развития приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа; применён трёхэтапный алгоритм, основанный на эмпирических данных за период с 2013 по 2023 год, и разработаны пять сценарных моделей; обоснована целесообразность сочетания нескольких сценариев в одном регионе, чтобы в полной мере отразить его сложную внутреннюю структуру и многогранность приграничного экономического сотрудничества регионов фронтального типа России. Данные результаты могут стать основой для сценарного моделирования по совершенствованию экономической политики, направленной на развитие приграничного экономического сотрудничества в регионах фронтального типа России.

Список источников

- Государство возместит затраты на инфраструктуру 15 инвестпроектов в ДФО. NEDRADV : горнопромышленный портал. – 2025. – 14 октября. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=f851df3c59b0b53eb655838921d6992c (дата обращения: 01 марта 2026) (см. ниже, исправила)
- Минвостокразвития России. URL: <https://zakonvostok.minvr.gov.ru/> (дата обращения: 01 марта 2026)
- Новый поворот. О трендах в концептуальном проектировании. URL: <https://ardexpert.ru/article/27665>. (дата обращения: 01 марта 2026)
- Об утверждении Концепции развития международных транспортных коридоров «Приморье-1» и «Приморье-2». URL: <http://government.ru/news/25953/> (дата обращения: 01 марта 2026)
- Официальный сайт полномочного представителя Президента РФ в ДФО. URL: <http://www.dfo.gov.ru/> (дата обращения: 01 марта 2026)
- Российская экологическая академия. URL: <https://rosekoakademia.ru/> (дата обращения: 01 марта 2026)
- Росстат. URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/vneshnyaya_torgovlya/metodology (дата обращения: 01 марта 2026)
- Стратегия развития ДФО до 2036 года. URL: <https://dfostrategy.vostokgosplan.ru/> (дата обращения: 01 марта 2026)
- Стратегия социально-экономического развития (не с начала, исправила) Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года. (В редакции Распоряжения Правительства Российской Федерации от 10.06.2023 № 1521-р). URL: http://pravo.msk.rsnet.ru/proxy/ips/?doc_itself=&backlink=1&nd=102135559&page=1&rdk=1#10 (дата обращения: 01 марта 2026)
- Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 01 марта 2026)
- Фонд развития Дальнего Востока и Арктики (ФРДВ, ныне Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики – КРДВ): Сервисы для бизнеса. URL: <https://erdc.ru/> (дата обращения: 01 марта 2026)
- 国家数据 Национальные данные. URL: <https://data.stats.gov.cn/staticreq.htm> (дата обращения: 01 марта 2026)
- 黑龙江统计年鉴 Статистический ежегодник провинции Хэйлуньцзян. URL: <https://tjj.hlj.gov.cn/tjjnianjian/2023/indexch.htm> (дата обращения: 01 марта 2026)
- 中华人民共和国呼和浩特海关 Хоххотская таможня, КНР. URL: http://huhehaote.customs.gov.cn/hhht_customs/566223/fdzdgnr31/bgtj85/tjsj13/index.html (дата обращения: 01 марта 2026)
- 中华人民共和国长春海关 Чанчуньская таможня, КНР. URL: http://changchun.customs.gov.cn/changchun_customs/zfxxgk4846/3010576/4960753/3010754/a537cae8-2.html (дата обращения: 01 марта 2026)
- 中华人民共和国乌鲁木齐海关 Таможня Урумчи, КНР. URL: <http://urumqi.customs.gov.cn/eportal/ui?pageId=556655¤tPage=5&moduleId=6866686b71c3459fa9e58b3647ebd948&staticRequest=yes> (дата обращения: 01 марта 2026)

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 17.03.2026

Received March 17, 2026

Поступила после рецензирования 07.05.2026

Revised May 07, 2026

Принята к публикации 12.05.2026

Accepted May 12, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Су Фанюнь, аспирант института экономики и управления, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Su Fangyun, PhD student, Institute of Economics and Management, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

УДК 35.332.1
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-290-300
EDN CMJMFD

Преференциальные режимы: фискальное стимулирование экономики регионов

Трифонов В.А.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого,
Россия, 173003, г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41
tva@novsu.ru

Аннотация. В условиях не всегда высокой результативности действующих в стране преференциальных режимов актуализируется необходимость исследования влияния налоговых льгот резидентам зон со специальными условиями хозяйствования на прирост инвестиций и налоговых платежей в региональной экономике. Это обусловлено еще и тем, что среди концепций региональной экономики, ориентированных на стимулирование регионального экономического развития, выделяется значимость фискальных стимулов для создания благоприятного климата, привлечения финансовых вложений и производств в регионы. Объектом исследования являются территории опережающего социально-экономического развития, действующие в Новгородской области, привлекаемые ими инвестиции, полученные налоговые льготы резидентами и объемы налоговых платежей, которые осуществили получатели преференций. Показаны динамика и соотношения фактического объема налоговых и таможенных платежей, произведенных резидентами территорий, к предоставленным льготам по налогам и сборам. Исследование базируется на методах оценки влияния фискальной политики на региональную экономику, разработанных российскими и зарубежными исследователями. Выявлен положительный эффект от налоговых льгот резидентам территорий опережающего социально-экономического развития региона: доходы в бюджеты и инвестиции в проекты в большинстве периодов опережают динамику увеличения льгот. Результаты исследования имеют практическую ценность для управляющих компаний преференциальных режимов, органов власти, курирующих вопросы обеспечения инвестиционной привлекательности регионов.

Ключевые слова: преференциальный режим, регион, стимулирование регионального развития, фискальное стимулирование, налоговые льготы, фискальная эффективность

Для цитирования: Трифонов В.А. 2026. Преференциальные режимы: фискальное стимулирование экономики регионов. *Экономика. Информатика*, 53(2): 290–300. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-290-300. EDN CMJMFD

Preferential Regimes: Fiscal Stimulation of Regional Economies

Vladimir A. Trifonov

Yaroslav the Wise Novgorod State University,
41 Bolshaya Sankt-Peterburgskaya St., Veliky Novgorod 173003, Russia
tva@novsu.ru

Abstract. Given the limited effectiveness of the country's existing preferential regimes, there is a pressing need to study the impact of tax incentives for residents of zones with special economic conditions on investment growth and tax payments in the regional economy. This is also due to the fact that regional economic concepts aimed at stimulating regional economic development emphasize the importance of fiscal incentives for creating a favorable climate and attracting financial investment and production to the regions. The study focuses on the territories of advanced socio-economic development operating in the Novgorod

© Трифонов В.А., 2026

Region, the investments they attract, the tax incentives received by residents, and the volumes of tax payments made by recipients of these incentives. The author examines the dynamics and ratios of actual tax and customs payments made by residents of these territories to the tax and fee incentives provided. The study is based on methods for assessing the impact of fiscal policy on the regional economy developed by Russian and international researchers. A positive effect of tax incentives for residents of priority development areas has been identified: budget revenues and project investments outpace the increase in incentives in most periods. The research findings have practical value for management companies operating preferential regimes and government agencies responsible for ensuring the investment attractiveness of regions.

Keywords: preferential regime, region, regional development incentives, fiscal incentives, tax breaks, fiscal efficiency

For citation: Trifonov V.A. 2026. Preferential Regimes: Fiscal Incentives for Regional Economies. *Economics. Information technologies*, 53(2): 290–300 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-290-300. EDN CMJMFD

Введение

Назначение используемых преференциальных режимов состоит не только в помощи депрессивным территориям, диверсификации их экономики, но и в росте в стране инвестиционной и инновационной активности, создании новых и высокотехнологичных рабочих мест, поддержке занятости населения, развитии приоритетных отраслей и регионов России [Пинская, Стешенко, 2024]. Преференции резидентам зон со специальными условиями хозяйствования в виде преимуществ, привилегий, льгот призваны стимулировать достижение значимых для региональной экономики целей – увеличения доходов в бюджет, выравнивания пространственной неоднородности, достижения устойчивого и сбалансированного развития.

Надо отметить, что стимулирующая функция преференциальных налоговых режимов длительное время является предметом исследований ученых, рассматривающих вопросы регионального экономического развития. Так, в частности концепции «умного стимулирования» или «умной специализации» рассматриваются в публикациях [Котов, 2022; Barca, McCann, Rodríguez-Pose, 2012; Sörvik, Midtkandal, Marzocchi, Uyerra, 2016]. Данный подход базируется на использовании уникальных характеристик и компетенций региона для выбора динамично развивающихся секторов экономики.

Подход к территориально-ориентированному развитию с учетом особенностей местоположения развивал Krugman [Krugman, 1991]. Концепции развития территорий, основанные на местоположении, ориентированы на поиск решений проблем отдельных районов, городов, регионов, стимулирование их устойчивого развития путем разработки индивидуальных стратегий. Данный подход, в частности, использовал Barca [Barca, McCann, Rodríguez-Pose, 2012], подчеркивая важность привлечения населения территорий к формированию программ развития населенных пунктов.

Теорию кластерного развития развивал Портер [Портер, 2016], рассматривая кластеры как механизм содействия инновационному и экономическому развитию территорий.

Концепция цифрового стимулирования, формирующая основу для устойчивых экономических преобразований в регионах на основе цифровых технологий и сервисов, описывается в публикациях [Brunjolfsson, McAfee, 2014; Шваб, 2022; West, 2005]. Внедрение цифровых технологий, сервисов, цифровой инфраструктуры в процессы функционирования преференциальных режимов рассматривается в трудах [Фискальная эффективность использования, 2025; Трифонов, 2025a].

Эффективной представляется интеграция разных подходов для достижения синергетического эффекта от сочетания разных инструментов стимулирования регионального развития. Так, например, кластерный подход и «умное стимулирование» в совокупности позволяют использовать точечные фискальные меры для развития технологических кластеров [Фискальная эффективность использования, 2025].

Следует отметить, что фискальные стимулы являются важной составляющей преференциальных режимов, действующих в региональной экономике. Создание преференциальных налоговых режимов обеспечивает благоприятный климат для резидентов в целях привлечения их инвестиций и производств в регионы.

Фискальное стимулирование регионов [Фискальная эффективность использования, 2025] рассматривается как:

- комплекс мер налоговой и бюджетной политики, ориентированных на содействие развитию конкретных населенных пунктов;
- существенный инструмент экономической и геополитической стратегии государства, стимулирующий экономический рост, достижение сбалансированного экономического развития регионов;
- комплекс мер по снижению налоговой нагрузки, созданию инфраструктуры, предоставления субсидий.

В исследовании [Celani, Dressler, Wermelinger, 2022] налоговые льготы рассматриваются как целевые налоговые положения, формирующие отклонения от стандартного налогового режима в стране, в целях стимулирования определенного поведения налогоплательщика, предоставляются исходя из вида деятельности, сектора экономики или местонахождения. В [Правила формирования, 2019] стимулирующие налоговые расходы трактуются как «целевая категория налоговых расходов Российской Федерации, предполагающих стимулирование экономической активности субъектов предпринимательской деятельности и последующее увеличение доходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации». При этом налоговые льготы являются одним из значимых для потенциальных резидентов преференциальных территорий фактором их выбора [Трифонов, 2025 б].

В статье [Пинская, Стешенко, 2024] выделены две группы льгот: 1) преференциальные режимы, использование которых возможно только с условием осуществления определенного объема инвестиций, например, территории опережающего развития, особые экономические зоны; 2) инвестиционный налоговый вычет для стимулирования, например, производства и добычи полезных ископаемых, повышения рентабельности и инвестиционной привлекательности разработки конкретных участков месторождений, увеличение объема инвестиций и др. Значительная часть налоговых льгот направлена на поддержку предприятий, ведущих деятельность в определенных отраслях реального сектора экономики. Налоговые льготы чаще всего обладают региональной спецификой, то есть предоставляются на территории конкретного субъекта Российской Федерации [Пинская, Стешенко, 2024].

При этом важным для науки и практики вопросом остается оценка результативности функционирования преференциальных налоговых режимов. Данный вопрос актуализируется еще и тем, что не всегда отмечается их эффективность на практике. Так, в частности, результаты анализа, проведенного в 2024 году департаментом анализа эффективности преференциальных налоговых режимов Министерства финансов РФ при использовании аналитической системы «Эффективность льгот» (внедренной в 2022 году Министерством финансов РФ и ФНС) [Борисов, 2025], показали, что 12 основных преференциальных режимов требуют доработки. Выпадающие доходы бюджета в виде налоговых расходов по ключевым преференциальным режимам имеют тенденцию к существенному росту: если в 2017 году они находились на уровне 129 млрд руб., то в 2020 – 230 млрд руб., а в 2023 достигли 400 млрд руб. (выросли более чем в три раза) [Борисов, 2025]. Имеет место падение эффекта от полученных преференций, поскольку затраты средств региональных бюджетов не компенсируются получаемыми доходами [Маевская, 2023]. В связи с этим, важным становится исследование практических примеров влияния налоговых льгот резидентам преференциальных режимов на прирост инвестиций и налоговых платежей в региональной экономике.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являются территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР), действующие в Новгородской области, привлекаемые ими инвестиции, полученные налоговые льготы резидентами и объемы налоговых платежей,

которые осуществили получатели преференций. Показаны динамика и соотношения фактического объема налоговых и таможенных платежей, произведенных резидентами территорий, к предоставленным льготам по налогам и сборам. Исследование базируется на методах оценки влияния фискальной политики на региональную экономику, разработанных российскими и зарубежными исследователями.

Ученые рассматривают влияние фискальной политики на уровень инвестиционной активности компаний [Auerbach and Hassett, 1991; Cummins, Hassett, Hubbard, 1994; Desai, Goolsbee, 2004; Zwick and Mahon, 2017], доказывают, что налоговые вычеты стимулируют инвестиционную активность более эффективно по сравнению с пониженными ставками по налогу на доход [Chai and Goyal, 2008; Klemm and Van Parys, 2012], а налоговые льготы по расходам на НИОКР более действенны, чем льготы по налогу на доход [Hall, 2019; Gucerı and Liu, 2019; Appelt et al., 2016; Gaessler et al., 2018].

В статье [Рыкова, Ремизова, Смирнова, 2024] рассматриваются следующие показатели оценки эффективности преференциальных режимов: доля недопоступления налога на прибыль от преференций, удельный вес исчисленного налога в налоговой базе, доля недопоступления налога в налоговой базе, размер налоговых льгот на одного налогоплательщика.

В монографии [Фискальная эффективность использования, 2025] фискальная (бюджетная) эффективность рассматривается как соотношение бюджетных доходов (фактических и планируемых) к бюджетным расходам (фактическим или планируемым). При этом бюджетная эффективность, например, для особых экономических зон, определяется (согласно рекомендациям Минэкономразвития РФ) начиная с седьмого года функционирования, а в международной практике срок окупаемости свободных экономических зон оценивается в 5 лет [Pavlov, Makarova, Bakalarczyk, 2019]. Кроме того, величина фискальных (бюджетных) эффектов преференциального режима определяется также инвестиционной привлекательностью территории размещения, производственным и научно-технологическим потенциалом резидентов.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим влияние преференциальных режимов ТОСЭР на экономику территорий на примере Новгородской области. Применяемые к резидентам налоговые льготы и характеристики двух таких территорий в регионе представлены на рис. 1.

ТОСЭР в г. Боровичи Боровичского муниципального района создана в 2019 году. На начало 2026 года в ТОСЭР зарегистрировано 10 резидентов (с 2023 по 2025 гг. исключены из реестра резидентов 4 предприятия). Действующие резиденты – промышленные предприятия, занимающиеся производством изделий из пластмасс, пластмассовых плит и труб, инструментов и приборов для измерения, строительных металлических конструкций, товарного бетона, бумаги, деревянных изделий, промышленных манипуляторов, проводов и кабелей для электронного и электрического оборудования, рабочей защитной обуви, выпечных хлебцев и снеков.

ТОСЭР «Угловка» создана в Окуловском городском поселении в 2018 году. В настоящее время работают 4 резидента (предприятия по производству гранул и порошков из природного камня, пластмассовых изделий для упаковывания товаров), есть еще 5 потенциальных инвесторов, планирующих разместить свои производства на территории. Разрабатывается проект строительства логистического хаба – транспортно-логистического комплекса, который объединит на одной площадке различные виды транспорта и участников рынка логистических услуг. В дальнейшем инвестор планирует получить статус резидента. Строительство высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва – Санкт-Петербург» на участке в Окуловском округе, транспортно-пересадочного узла вблизи Угловки, повысит транспортную доступность территории и будет способствовать привлечению новых инвесторов.

При этом динамика инвестиций в г. Боровичи (ТОСЭР «Боровичи») на душу населения (численность населения – 46,4 тыс. жителей) за 2019–2024 гг. растет за исключением 2021 года, а в Окуловском округе с численностью населения 9,1 тысяч жителей (ТОСЭР «Угловка») наибольшие размеры вложений отмечены в первые два года существования преференциального режима (табл. 1).

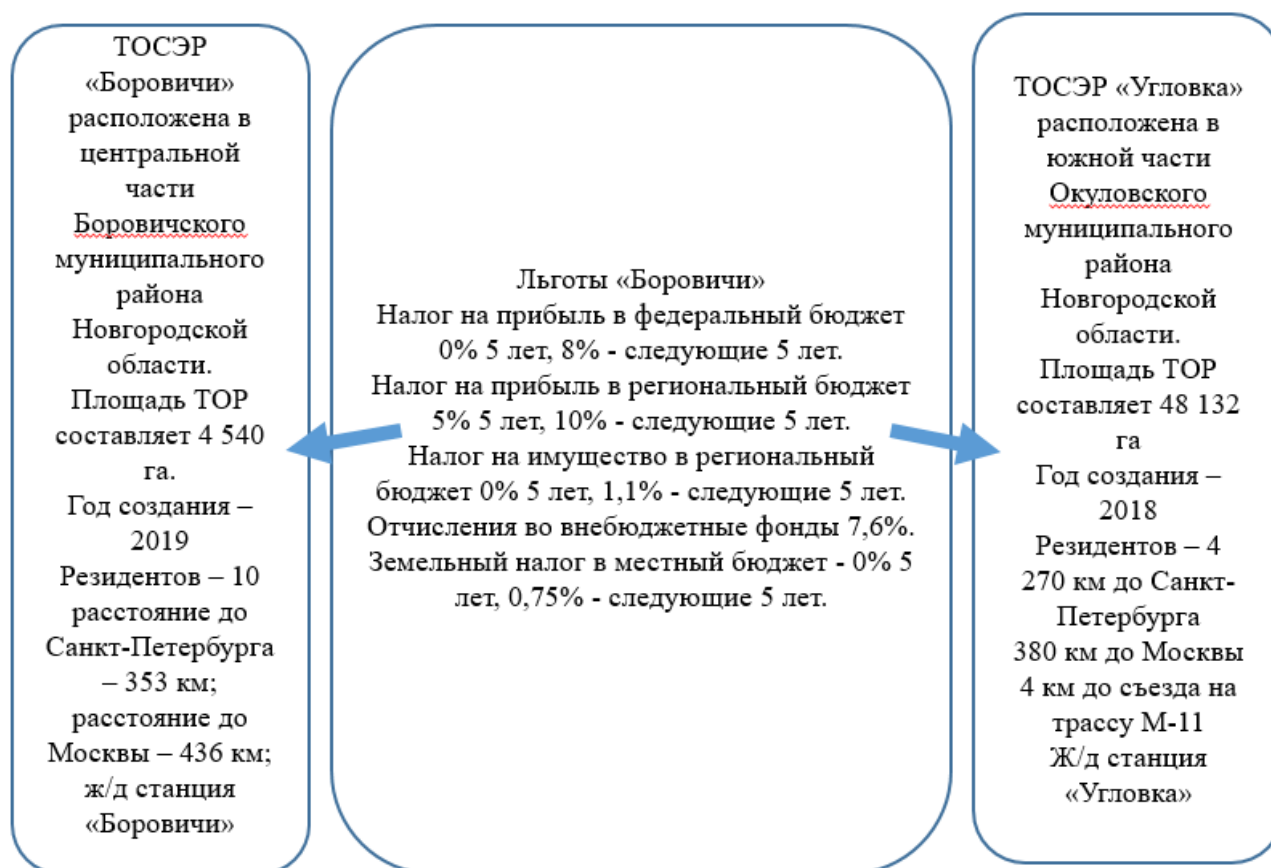


Рис. 1. Характеристики и льготы ТОСЭР Новгородской области
 Fig. 1. Characteristics and benefits of the Novgorod Region's priority development areas

Таблица 1
 Table 1

Инвестиции в основной капитал на душу населения г. Боровичи и Окуловский округ (по данным Новгородстата)
 Fixed capital investment per capita in Borovichi and the Okulovskiy District (according to Novgorodstat)

Показатель	Годы						
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
г. Боровичи (ТОСЭР «Боровичи»)							
Инвестиции в основной капитал на душу населения, Боровичский район, тыс. руб.	38,4	15,1	18,9	14,0	25,9	49,4	40,1
Окуловский округ (ТОСЭР «Угловка»)							
Инвестиции в основной капитал на душу населения, Окуловский район, тыс. руб.	102,5	80,5	50,0	48,5	36,5	47,8	44,9

Следует отметить, что предоставляемые льготы на ТОСЭР «Боровичи» стимулируют рост налоговых и таможенных платежей резидентов (рис. 2).

Фактический объем налоговых и таможенных платежей, осуществленных резидентами ТОСЭР «Угловка» (рис. 3), за рассматриваемый период 2019–2024 гг. имеет максимальный размер в 2022 году. Далее снижение размера льгот сопровождается уменьшением платежей в бюджет.



Рис. 2. Динамика льгот по налогам и сборам и фактический объем полученных от резидентов ТОР «Боровичи» налоговых и таможенных платежей
 Fig. 2. Dynamics of tax and fee benefits and the actual volume of tax and customs duties received from residents of the Borovichi priority development area



Рис. 3. Динамика льгот по налогам и сборам и фактический объем полученных от резидентов ТОР «Угловка» налоговых и таможенных платежей
 Fig. 3. Dynamics of tax and fee benefits and the actual volume of tax and customs duties received from residents of the Uglovka priority development area

Определить восполнимость бюджетной системы региона в результате предоставленных преференций по налогам и сборам позволяет соотношение полученных от резидентов платежей и предоставленных льгот (табл. 2). Следует отметить большую результативность механизма стимулирования путем снижения ставки налогов на ТЭСЭР «Угловка».

Таблица 2
 Table 2

Соотношения фактического объема налоговых и таможенных платежей, произведенных резидентами территорий, к предоставленным льготам по налогам и сборам (рассчитано автором)
 Ratios of actual tax and customs payments made by residents of the territories to tax and fee benefits provided (calculated by the author)

ТОСЭР, по которому рассчитан показатель	Годы					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ТОСЭР «Боровичи»	4,3	1,8	1,8	0,2	0,9	1,6
ТОСЭР «Угловка»	1,6	1,4	4,4	2,7	5,6	7,9

В целом проявляется зависимость размера льгот на налог на прибыль в региональный бюджет (рис. 4) и уплаченного резидентами фактически (рис. 5).

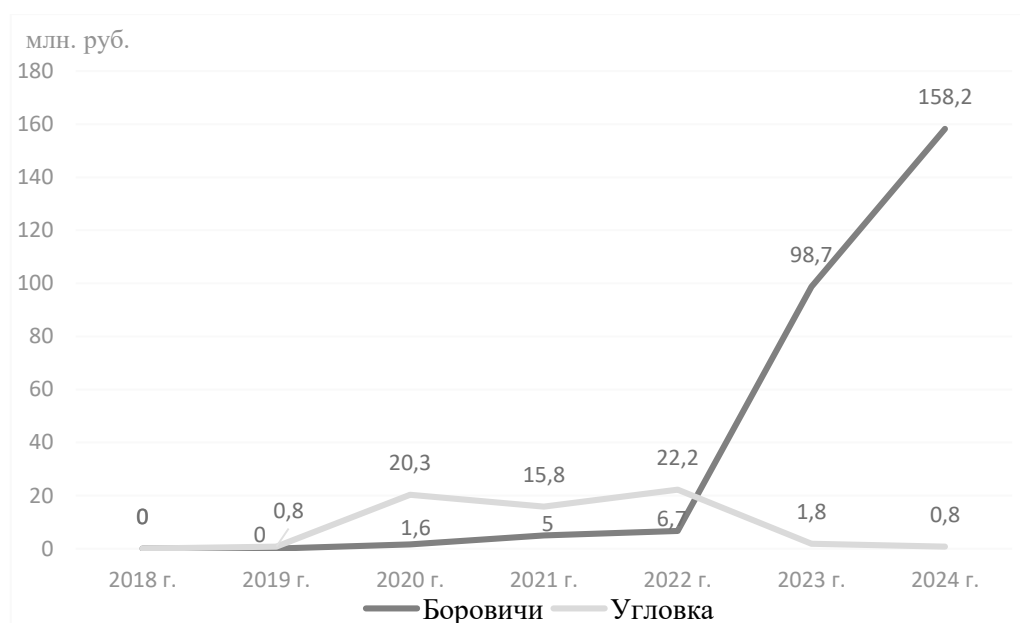


Рис. 4. Динамика предоставленной льготы по налогу на прибыль в региональный бюджет, млн руб.
 Fig. 4. Dynamics of the provided tax benefit on profit to the regional budget, million rubles

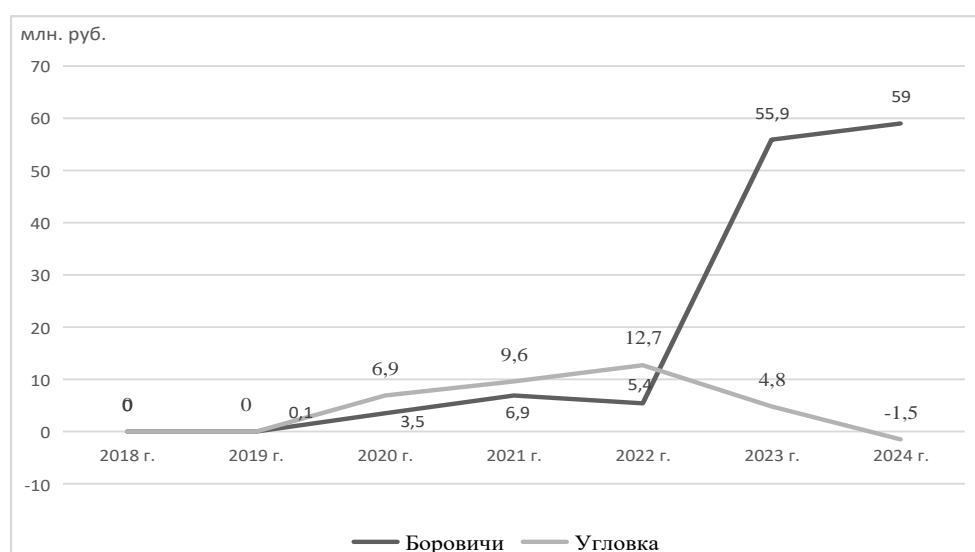


Рис. 5. Динамика уплаченного резидентами налога на прибыль в региональный бюджет, млн руб.
 Fig. 5. Dynamics of income tax paid by residents to the regional budget, million rubles

Резюмируя результаты исследований, следует отметить положительный эффект от налоговых льгот резидентам ТОСЭР региона. Доходы в бюджеты и инвестиции в проекты в большинстве периодов опережают динамику увеличения льгот.

Заключение

В статье среди концепций региональной экономики, ориентированных на стимулирование регионального экономического развития, обозначена значимость фискальных стимулов для создания благоприятного климата, привлечения инвестиций и производств в регионы.

Фискальное стимулирование регионов охарактеризовано не только как комплекс мер налоговой и бюджетной политики, ориентированных на содействие развитию конкретных населенных пунктов, но и как инструмент стратегии государства, стимулирующий экономический рост и достижение сбалансированного экономического развития регионов.

На примере территорий опережающего социально-экономического развития, действующих в Новгородской области, показана динамика привлекаемых ими инвестиций, полученные налоговые льготы резидентами и объемы налоговых платежей, которые осуществили получатели преференций.

Определена степень восполнимости бюджетной системы региона в результате предоставленных преференций по налогам и сборам на основе соотношения полученных от резидентов платежей и предоставленных им льгот.

Результаты исследования могут быть полезны управляющим компаниям преференциальных территорий, органам власти, формирующим региональную политику, в части создания инвестиционной привлекательности регионов.

Список источников

- Портер М.Е. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. Москва: «Альпина Паблишер», 2016, 949 с.
- Киреева Е.Ф. и др. Фискальная эффективность использования преференциальных режимов, действующих на территории Российской Федерации. Москва: «Русайнс», 2025, 272 с.
- Шваб К. Четвертая промышленная революция: перевод с английского. Москва: «Эксмо», 2022, 208 с.
- Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: Norton & Company, 2014, 306 p.
- Digital Government: Technology and Public Sector Performance Download // OceanofPDF. URL: <https://oceanofpdf.com/authors/darrell-m-west/pdf-digital-government-technology-and-public-sector-performance-download/> (дата обращения: 09.03.2026).

Список литературы

- Борисов Д.В. 2025. Требуем донстройки. Минфин России разработал законопроект, призванный увеличить отдачу от работы преференциальных режимов. *Журнал Бюджет*, 3, 267: 25–27.
- Котов А.В. 2022. Концепция региональной «умной специализации»: опыт Германии. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Европы Российской академии наук: монография, 152 с. DOI 10.15211/report62022_392.
- Маевская Л.И. 2023. Преференциальные экономические зоны: их роль в пространственном развитии России. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*, 13, 4-1: 348–360. DOI 10.34670/AR.2023.14.33.034.
- Пинская М.Р., Стешенко Ю.А. 2024. Инвестиционные налоговые льготы в России: законодательное регулирование. *Ars Administrandi (Искусство управления)*, 16, 1: 72–97. DOI 10.17072/2218-9173-2024-1-172-197.
- Рыкова И.Н. и др. 2024. Научно-методические подходы к оценке эффективности применения в России преференциальных налоговых режимов. *Экономические исследования*, 4: 1–8.

- Трифонов В.А. 2025а. Использование цифровых платформ для роста результативности преференциальных режимов. *Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета*, 5, 2: 138–150. DOI 10.34130/2070-4992-2025-5-2-138.
- Трифонов В.А. 2025b. Потенциал влияния преференциальных режимов на развитие региональных предпринимательских экосистем. *Стратегии пространственного развития: вызовы и перспективы : сборник научных статей*. – Екатеринбург : Институт экономики Уральского отделения РАН, 363-382. DOI 10.17059/rec-2025-26.
- Appelt S. et al. 2016. R&D tax incentives: Evidence on design, incidence and impacts. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 32: 1–43. DOI 10.1787/5jlr8fldqk7j-en.
- Auerbach A.J., Hassett K. 1991. Recent U.S. investment behavior and the tax reform act of 1986: A disaggregate view. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 35, 1: 221–222. DOI 10.1016/0167-2231(91)90024-Y.
- Barca F. et al. 2012. The Case for Regional Development Intervention: Place-Based Versus Place-Neutral Approaches. *Journal of Regional Science*, 52, 1: 134–152. DOI 10.1111/j.1467-9787.2011.00756.x.
- Celani A. et al. 2022. Building an investment tax incentives database: Methodology and initial findings for 36 developing countries. *OECD Working Papers on International Investment*, 01: 1–65. DOI 10.1787/62e075a9-en.
- Chai J., Goyal R. 2008. Tax concessions and foreign direct investment in the Eastern Caribbean Currency Union. *IMF Working Papers*, 08, 257: 1–33.
- Cummins J.G. et al. 1994. A reconsideration of investment behavior using tax reforms as natural experiments. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2: 1–74. DOI 10.2307/2534654.
- Desai M.A., Goolsbee A. 2004. Investment, overhang, and tax policy. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2: 285–355. DOI 10.1353/eca.2005.0004.
- Gaessler F. et al. 2018. Should there be lower taxes on patent income? *NBER Working Paper Series*, w24843: 1–52. DOI 10.3386/w24843.
- Guceri I., Liu L. 2019. Effectiveness of fiscal incentives for R&D: Quasi-experimental evidence. *American Economic Journal: Economic Policy*, 11, 1: 266–291. DOI 10.1257/pol.20170403.
- Hall B. 2019. Tax policy for innovation, national bureau of economic research. *NBER Working Paper Series*, w25773: 1–42. DOI 10.3386/w25773.
- Klemm A., Van Parys S. 2012. Empirical evidence on the effects of tax incentives. *International Tax and Public Finance*, 19, 3: 393–423. DOI 10.1007/s10797-011-9194-8.
- Krugman P. 1991. Increasing Returns and Economic Geography. *The Journal of Political Economy*, 99, 3: 483–499.
- Pavlov P. et al. 2019. Zonas Económicas Libres: Experiencia global, perspectivas y concepto de desarrollo en la práctica mundial. *Revista Espanios*, 28, 40: 1–12.
- Sörvik J. et al. 2016. How Outward-looking is Smart Specialisation? *S3 Policy Brief Series*, 16: 1–32. DOI 10.2791/943671.
- Zwick E., Mahon J. 2017. Tax policy and heterogeneous investment behavior. *American Economic Review*, 107, 1: 217–248. DOI 10.1257/aer.20140855.

References

- Borisov D.V. 2025. Trebuyut donastrojki. Minfin Rossii razrabotal zakonoproekt, prizvannyj uvelichit' otdachu ot raboty preferencial'nyh rezhimov [They require additional adjustments. The Russian Ministry of Finance has developed a bill designed to increase the impact of preferential treatment]. *Zhurnal Byudzheta* [Budget Magazine], 3, 267: 25–27.
- Kotov A.V. 2022. The concept of regional "smart specialization": experience in Germany. *Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie nauki Institut Evropy Rossijskoj akademii nauk: monografiya* [Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences: monograph], 152 p. DOI 10.15211/report62022_392.
- Maevskaya L.I. 2023. Preferential economic zones: their role in the spatial development of Russia. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, 13, 4-1: 348–360. DOI 10.34670/AR.2023.14.33.034 (in Russian).

- Pinskaya M.R., Steshenko Yu.A. 2024. Investment tax incentives in Russia: legislative regulation. *Ars Administrandi*, 16, 1: 72–97. DOI 10.17072/2218-9173-2024-1-172-197 (in Russian).
- Rykova I.N. et al. 2024. Nauchno-metodicheskie podhody k ocenke effektivnosti primeneniya v Rossii preferencial'nyh nalogovyh rezhimov [Scientific and methodological approaches to assessing the effectiveness of preferential tax regimes in Russia]. *Ekonomicheskie issledovaniya* [Economic research], 4: 1–8.
- Trifonov V.A. 2025 a. Using digital platforms to increase the effectiveness of preferential regimes. *Corporate Governance and Innovative Economic Development of the North. Bulletin of Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University*, 5, 2: 138–150. DOI: 10.34130/2070-4992-2025-5-2-138 (in Russian).
- Trifonov V. A. 2025 b. The Potential Impact of Preferential Regimes on the Development of Regional Entrepreneurial Ecosystems. *Spatial Development Strategies: Challenges and Prospects: A Collection of Scientific Articles*. Ekaterinburg: Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 363-382. DOI 10.17059/rec-2025-26 (in Russian).
- Appelt S. et al. 2016. R&D tax incentives: Evidence on design, incidence and impacts. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 32: 1–43. DOI: 10.1787/5jlr8fldqk7j-en.
- Auerbach A.J., Hassett K. 1991. Recent U.S. investment behavior and the tax reform act of 1986: A disaggregate view. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 35, 1: 221–222. DOI: 10.1016/0167-2231(91)90024-Y.
- Barca F. et al. 2012. The Case for Regional Development Intervention: Place-Based Versus Place-Neutral Approaches. *Journal of Regional Science*, 52, 1: 134–152. DOI: 10.1111/j.1467-9787.2011.00756.x.
- Celani A. et al. 2022. Building an investment tax incentives database: Methodology and initial findings for 36 developing countries. *OECD Working Papers on International Investment*, 01: 1–65. DOI:10.1787/62e075a9-en.
- Chai J., Goyal R. 2008. Tax concessions and foreign direct investment in the Eastern Caribbean Currency Union. *IMF Working Papers*, 08, 257: 1–33.
- Cummins J.G. et al. 1994. A reconsideration of investment behavior using tax reforms as natural experiments. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2: 1–74. DOI: 10.2307/2534654.
- Desai M.A., Goolsbee A. 2004. Investment, overhang, and tax policy. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2: 285–355. DOI: 10.1353/eca.2005.0004.
- Gaessler F. et al. 2018. Should there be lower taxes on patent income? *NBER Working Paper Series*, w24843: 1–52. DOI: 10.3386/w24843.
- Guceri I., Liu L. 2019. Effectiveness of fiscal incentives for R&D: Quasi-experimental evidence. *American Economic Journal: Economic Policy*, 11, 1: 266–291. DOI: 10.1257/pol.20170403.
- Hall B. 2019. Tax policy for innovation, national bureau of economic research. *NBER Working Paper Series*, w25773: 1–42. DOI: 10.3386/w25773.
- Klemm A., Van Parys S. 2012. Empirical evidence on the effects of tax incentives. *International Tax and Public Finance*, 19, 3: 393–423. DOI: 10.1007/s10797-011-9194-8.
- Krugman P. 1991. Increasing Returns and Economic Geography. *The Journal of Political Economy*, 99, 3: 483–499.
- Pavlov P. et al. 2019. Zonas Económicas Libres: Experiencia global, perspectivas y concepto de desarrollo en la práctica mundial. *Revista Espanios*, 28, 40: 1–12.
- Sörvik J. et al. 2016. How Outward-looking is Smart Specialisation? *S3 Policy Brief Series*, 16: 1–32. DOI: 10.2791/943671.
- Zwick E., Mahon J. 2017. Tax policy and heterogeneous investment behavior. *American Economic Review*, 107, 1: 217–248. DOI: 10.1257/aer.20140855.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 16.03.2026

Received March 16, 2026

Поступила после рецензирования 06.05.2026

Revised May 06, 2026

Принята к публикации 12.05.2026

Accepted May 12, 2026



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Трифонов Владимир Александрович, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой технологий управления, директор института экономики, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Vladimir A. Trifonov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Management Technologies, Director of the Institute of Economics, Yaroslav the Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ INVESTMENT AND INNOVATIONS

УДК 332.1

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-301-319

EDN EOQSDT

Диагностика циклической динамики инновационного развития периферийных регионов

Горочная В.В.

Южный федеральный университет,
Россия, 344006, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 105
Балтийский федеральный университет,
Россия, 236041, Калининградская область, г. Калининград, ул. Александра Невского, д. 14
vgorochnaya@sfedu.ru

Аннотация. В статье исследуется проблема инновационного развития периферии на примере западных порубежных регионов России как особой проблемной зоны, подверженной дополнительным рискам в текущих геоэкономических условиях. Автор рассматривает периферийность как системную характеристику территории, в том числе действующую в условиях относительности многоуровневых центрo-периферийных систем. Соответственно, в регионах Западного порубежья, составляющих периферию по отношению к федеральному центру, выделяются собственные центры, выступающие в качестве ретрансляторов и генераторов волн инновационного развития, распространяющихся в периферию. В качестве таковых центров рассматриваются Санкт-Петербург, Ростовская и Белгородская области. Исследование фиксирует зоны их локального притяжения, лаговую инерцию и зависимость периферии от центров на основе непараметрического и статистического анализа динамических рядов основных показателей инновационного развития, сгруппированных по принципу стадий цикла инновационного воспроизводства. Установлено, что динамика циклов Китчина воспроизводится, но угасает как от центра к периферии, так и по стадиям инновационного воспроизводства. Аналогично воспроизводится и динамика негативных импульсов, вызванных геоэкономическими событиями 2014, 2020 и 2022 гг. Выявлено, что лаговый промежуток передачи импульсов инновационной динамики между федеральным центром и местными составляет 1–1,5 года, однако отдельные регионы (в первую очередь ориентированные на туристический спрос) находятся в более тесном взаимодействии со столицей, поэтому практически не имеют лаговой инерции, в то время как северные регионы не имеют собственного цикла в связи с зависимостью от госзаказа.

Ключевые слова: инновационное развитие, экономическое воспроизводство, инновационное воспроизводство, центр и периферия, циклы Китчина, экономический цикл, западное порубежье России, приграничные регионы

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке проекта РНФ № 25-77-10110 «Инновационное развитие периферийных регионов России: пространственные модели и механизм управления».

Для цитирования: Горочная В.В. 2026. Диагностика циклической динамики инновационного развития периферийных регионов. *Экономика. Информатика*, 53(2): 301–319. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-301-319. EDN EOQSDT

Diagnosics of Cyclical Dynamics of Innovative Development in Peripheral Regions

Vasilisa V. Gorochnaya

South Federal University,
105 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don, Rostov region 344006, Russia
Baltic Federal University,
14 Aleksandr Nevsky St., Kaliningrad, Kaliningrad region 236041, Russia
vgorochnaya@sfedu.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of innovation development of periphery using the example of Russia's Western border regions as a special problem area which is susceptible to additional risks in the current geo-economic conditions. The author considers peripheral position to be a systemic characteristic of a territory, and views it in the conditions of relativity of multilevel central-peripheral systems. Accordingly, the regions of the Western Borderlands, while being a periphery in relation to the federal center, have their own centers that act as conductors and generators of innovative development waves spreading to the periphery. The research considers Saint Petersburg, Rostov and Belgorod regions to be such centers. The study identifies the zones of their local attraction, lag inertia and periphery's dependence on the centers. The methodology is based on nonparametric and statistical analysis of dynamic series. It traces the main indicators of innovative development, grouped according to the principle of stages of the innovation reproduction cycle. The research reveals that the dynamics of Kitchin cycles is reproduced, but fades away both from the center to periphery, and from one stage of innovative reproduction to another. Similarly, the dynamics of negative impulses caused by the geo-economic events of 2014, 2020 and 2022 is reproduced. The study has revealed that the lag period of transmission of innovative dynamics impulses between the federal center and local ones is from twelve to eighteen months. However, individual regions (primarily focused on tourist demand) are in closer cooperation with the capital, therefore they practically do not have lag inertia, while the northern regions do not have their own cycle due to the dependence on government orders.

Keywords: innovation development, economic reproduction, innovation reproduction, center and periphery, Kitchin cycles, economic cycle, Western Borderlands of Russia, border regions

Acknowledgements: the study is funded by the Russian Science Foundation project No. 25-77-10110 "Innovative development of peripheral regions of Russia: spatial models and governance mechanism".

For citation: Gorochnaya V.V. 2026. Diagnosics of Cyclical Dynamics of Innovative Development in Peripheral Regions. *Economics. Information technologies*, 53(2): 301–319 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-301-319. EDN EOQSDT

Введение

Диспропорциональность регионального развития и межрегиональное неравенство, усиливающаяся в современной России, как и в мире в целом, взаимосвязаны с проблемами инновационного развития и характером взаимодействия более развитых и менее развитых территорий. Периферийное положение и проблемы технологического и инновационного развития регионов имеют взаимообусловленный характер. Соответственно, данный круг вопросов может быть исследован через призму понятия периферийности [Котило, Минина, 2025] и дихотомии «центр – периферия» с учётом относительности и полимасштабности в применении данного концепта. Сокращение диспропорций в центрo-периферийных системах рассматривается в современном дискурсе как один из базовых факторов достижения экономической устойчивости, преодоления бедности и обезлюживания территорий, что относится как к межрегиональной, так и к внутрорегиональной периферийности [Кайбичева, 2024; Хамина, 2018].

Несмотря на отсутствие единого взгляда на категорию «периферийности» и присутствие, наряду с экономическим, также географического и политического подходов [Кайбичева, 2018], на их пересечении формируются общие системные характеристики

данного феномена. Понятие периферийности, а также сама дихотомия «ядро – периферия», развиваемые в русле мир-системной теории И. Валлерстайна, в работах Дж. Фридмана и др. [Валлерстайн, 2001; Friedmann, 1966], отчасти является прямым продолжением теорий штандорта, центральных узлов и особенно актуализуется в современном мире с его сложной и многоуровневой системой взаимодействия и взаимозависимости различных территориальных единиц. Она обнаруживает парадигмальную универсальность, применимость к современным Российским и евразийским условиям [Козлов и др., 2014; Лубский, Ковалев, 2018] и действенность как для аналитических, так и для прогностических целей, несмотря на ограничения, связанные с необходимостью учитывать многозависимость территориальных единиц от различных центров и трансформацию пространственных отношений во времени [Кузин, 2024].

В рамках структурализма концепт «ядро – периферия» в первую очередь ориентирован на фиксацию, наряду с изначальным неравенством уровня социально-экономического развития регионов, также неравномерного распределения возможностей использования эффекта масштаба производства, агломерационных эффектов, институциональных условий, степени экономической активности и плотности экономического пространства [Мельникова, 2024]. Наблюдается также различная склонность к диверсификации, усугубляющая инновационное неравенство территорий: периферийные зоны диверсифицируются более умеренно и в относительно близкие к базовому профилю сферы деятельности, в то время как ядро имеет потенциал для более смелой диверсификации и инновационные отрасли [Pinheiro et al., 2025]. В целом периферийность рассматривается как препятствие модернизации [Валлерстайн, 2008].

С учётом рассмотренных подходов, а также с точки зрения теории систем в настоящем исследовании периферийность будет пониматься как некая особенность положения элементов относительно центра (или ключевых, узловых, опорно-каркасных единиц пространственной системы), которая характеризуется следующими признаками:

- удалённостью от центра (в различном отношении, в том числе: в физическом пространстве, в информационном пространстве, в функциональном отношении);
- меньшим числом прямых связей с центром (центрами), нежели у других элементов;
- полимасштабностью и относительностью, встроенностью в иерархическую таксономию пространственной организации (в том числе возможно наличие полупериферии как промежуточной зоны);
- взаимозависимостью статуса с самоопределением территориальной единицы (в зависимости от присутствия в качестве осознаваемого и первоначально акцентируемого статуса периферии по отношению к более крупному центру или же локального центра по отношению к другим территориальным единицам);
- пониженной активностью элементов (в том числе инновационной) и невысокой плотностью их присутствия и взаимодействия, как следствие – пониженным потенциалом к положительным экстерналиям эффекта масштаба производства и ограниченными возможностями диверсификации и прироста организационной массы;
- выполнением функций ресурсной базы по отношению к центру;
- выполнением поддерживающих и диссипативных функций по отношению к импульсам, генерируемым центром (в том числе проявляется в том, что инновации не столько создаются, сколько адсорбируются в периферии);
- наличием временного лага в трансляции импульсов, приходящих от центра;
- потенциалом к изменению статуса в процессе развития и перераспределения территориальных акцентов, функций и структуры связей между элементами системы;
- отсутствием статуса маргинальности как положения вне системы, поскольку периферия хотя и характеризуется удалённостью от центра, но всё же встроена в формируемую и конституируемую им систему.

В исследовательском дискурсе за последние годы актуализуются проблемы поиска потенциала и путей активизации инновационного развития периферийных зон. При этом переток знаний из центра в периферию особенно важен для развития отдельных отраслей и

территорий, в частности – сельскохозяйственной отрасли и сельских территорий в целом, по самой производственной природе тяготеющих к периферийным региональным ареалам [Носонов и др., 2025; Torre, 2023]. Диффузия инноваций по территории происходит в центр-периферийных системах с большей или меньшей интенсивностью в зависимости от их открытых диффузных свойств, синергии кумулятивных и сетевых форм взаимодействия, взаимного соотношения концентрации экономики по различным зонам притяжения центра, что выявлено на примере агломерационных систем [Казаков, Камышанченко, 2024; Кожевников, Ворошилов, 2024; Середюк, 2024], а также в зависимости от изоморфизма архитектуры территориального распределения инновационной инфраструктуры по отношению к центр-периферийной системе региона [Казаков, Фомиченко, 2024]. Наряду с неравномерностью инфраструктурного (и в целом социально-экономического) развития территории на формирование центр-периферийных структур непосредственно влияет формальный фактор пространственной организации, проявляющийся как изоморфизм барьерных, конституирующих, когнитивно-символических и других функций границ всех уровней (от межгосударственных до муниципальных) [Колосов и др., 2024].

Помимо собственно инновационной инфраструктуры на проводимость инноваций в периферию влияет наличие комплексных специализированных агентств [Nilsen et al., 2023] и аналогичных институциональных структур [Gong et al., 2022]. В современной практике складывается и «якорный» подход на основе привлечения крупной инновационно активной компании в периферию [Gong et al., 2024], а также сотрудничество нескольких заинтересованных сторон в создании социально-экономической экосистемы (SCP), улучшении привлекательности территорий для населения, в том числе на основе новых механизмов взаимодействия между территориями [Dzhengiz, Patala, 2024]. В целом опыт реализации политики сокращения межрегионального неравенства за счёт стимулирования инновационного развития периферийных территорий показывает недостаточность внедрения самих технологических производственных инноваций, но потребность в том, чтоб они сопровождалась не меньшими социальными, экологическими, инфраструктурными инновациями [Torre, 2022].

Одним из значимых направлений изучения инновационного развития периферии является комплекс проблем цикличности. В современных исследованиях фиксируется наличие циклической активизации стратегических преимуществ, связанных с эффектом масштаба, а потому завязанных на центр-периферийные характеристики территории, от которых зависят циклы накопления капитала [Балацкий, 2024]. Наряду с перетоком и диффузией инноваций от центра к периферии могут передаваться и сами сетевые формы организации, способствующие усилению взаимодействия и интенсификации процессов инновационного роста, что также происходит циклами обновления периферии: сперва центр переходит к сетевой модели самоорганизации при кумулятивной роли периферии, в дальнейшем сетевые формы всё больше формируются и в периферии, что даёт синергетический эффект [Казаков, Камышанченко, 2024].

В зарубежной практике цикличность развития периферийных территорий в настоящее время подвергается изучению в контексте концепции «циркулярной экономики» и «социальной циркулярности» как возобновляемости экономических и социальных ресурсов в депрессивных регионах, характеризующихся обезлюживанием, деградацией местного рынка и простаиванием жилых и производственных фондов [Barbaro et al., 2022]. Одновременно концепция «циркулярности» распространяется на мультиплатформенные формы взаимодействия заинтересованных сторон и агрегацию возможностей разных территорий, в результате чего формируется концепт «мультипериферии» [Thakur, Wilson, 2024].

Поскольку импульсы от центра доходят и ассимилируются в периферии с лагом во времени, а при условии полимасштабной иерархии периферийности – временной лаг усиливается, и асинхронность развития разных территорий может способствовать их дезинтеграции, исследование циклических сопряжённости в территориальных структурах

видится значимым проблемным полем настоящего исследования. В равной мере необходима и сама по себе фиксация наличия устойчивого цикла системы инновационного воспроизводства. Его устойчивость и ритмичность в сопряжении с другими субциклами регионального социально-экономического воспроизводства составляет основу для стабильности и сопротивления внешним угрозам [Горочная, 2019b].

В качестве ареала изучения рассмотрим Западное порубежье России, которое, с одной стороны – является периферией относительно центра, находясь в непосредственной близости от государственной границы, с другой – также является неоднородной зоной, что уже фиксировалось при изучении динамики кластеризации регионального хозяйства по всем регионам [Горочная, 2019a], а также во внутрирегиональном пространстве [Горочная и др., 2021]. Периферийность многих регионов РФ осложнена их приграничным и/или приморским положением. В целом неоднократно теоретическому обоснованию подвергался тезис о том, что на центр-периферийные взаимозависимости территорий накладывают свой отпечаток приграничный и приморский характер взаимодействия (создающий как дополнительный контактный потенциал, так и формирующий эффект «двойной периферии») [Гонтарь, 2022; Межевич, Ситов, 2023; Druzhinin et al., 2016]. Также приграничные регионы как таковые обладают повышенными рисками и специфическими проблемами для экономической и инновационной безопасности [Проблемы..., 2019; Экономическая..., 2021], что неоднозначно накладывается на тенденции периферизации.

В том числе заслуживает пересмотра в свете центр-периферийной системы сам сложившийся паттерн классификации регионов Западного порубежья. На данный момент в исследовательской практике проводилась типологизация регионов России по уровню их инновационного развития – как по РФ в целом [Yakovenko et al., 2024], так и по Западному порубежью [Gorochnaya, 2020], а также с выявлением основных рисков инновационной безопасности [Горочная, Вольхин, 2021]. Однако требуется новый мониторинг ситуации и обновление имеющихся данных, в том числе – с учётом центр-периферийной полимасштабности и смены территориальных акцентов и проблем в текущих условиях.

Гипотеза, методология и материалы исследования

Гипотеза исследования состоит в том, что периферийные регионы испытывают на себе разностороннее влияние циклической динамики различного происхождения. К её основным источникам относятся:

- естественная для инновационного развития динамика циклов Китчина;
- циклическая динамика инновационного воспроизводства, в том числе ритмика технико-технологических обновлений;
- конструктивная динамика экономической самоорганизации (в первую очередь – инновационной кластеризации);
- деструктивная турбулентная динамика, свойственная приграничным регионам в текущих условиях, в том числе процессы географической физической передислокации и перерегистрации инновационного производства, а также смена географии контракции и логистических схем;
- внутренние институциональные барьеры развития инновационного сектора, вызывающие турбулентные вихри и тормозящие воспроизводственный цикл.

Цель исследования – отследить ритмику циклической динамики инновационного развития регионов Западного порубежья России, проведя их мониторинг в сопоставлении с исследованиями 2019–2020 гг. в изменившихся внешних условиях.

Проведём обследование Западного порубежья России на основе разработанного нами ранее динамического подхода к изучению инновационной безопасности региона [Горочная и др., 2020; Gorochnaya & Mikhailov, 2019], который предполагает последовательный анализ по всем основным этапам цикла инновационного воспроизводства:

- ресурсное обеспечение;
- организационный сектор;
- диффузия инотерриториальных инноваций;
- генерация собственных инноваций;
- инновационный продукт.

Соответственно данной структуре – в фокусе исследования следующие показатели по субъектам Западного порубежья России:

- доля организаций, осуществляющих инновации (по методике новых рекомендаций Осло 2017 года, соответственно, глубина архива данных – 2017–2024 гг.);

- цепные годовые темпы прироста по следующим позициям (глубина архива данных 2010–2024 гг.):

- внутренним затратам на исследования и разработки;
- использованию передовых технологий;
- разработке передовых производственных технологий;
- производству инновационных товаров, работ, услуг.

База данных показателей инновационного развития охватывает все регионы Западного порубежья России (Архангельская область, Мурманская область, Республика Карелия, Ленинградская область, г. Санкт-Петербург, Калининградская область, Псковская область, Смоленская область, Брянская область, Курская область, Белгородская область, Воронежская область, Ростовская область, Краснодарский край, Республика Крым, г. Севастополь). Данные по всем регионам сопоставляются также с циклической динамикой показателей инновационного развития г. Москвы и Российской Федерации в целом, чтобы отследить специфику центр-периферийной передачи импульсов инновационного роста, идентифицировать наличие и оценить длину лаговых эффектов, а также проследить устойчивость и длину волны циклов Китчина в системе регионального воспроизводства и диффузии инноваций.

В качестве источника статистической информации используется официальная государственная статистика Росстат. Качественные данные исследования представлены результатами собственных наблюдений за развитием инновационного сектора, процессами инновационной кластеризации, динамикой социально-экономических региональных систем, как приведёнными в наших предшествующих исследованиях, так и проводимыми в настоящее время.

Результаты исследования и дискуссия

В результате исследования идентифицирована иерархическая многоуровневая центр-периферийная система внутри самого Западного Порубежья России с выделением следующих категорий регионов:

- **2 ярко выраженных центра** инновационного, производственного, организационного и кластерного развития, источники импульсов, расходящихся по периметру западной границы – *г. Санкт-Петербург и Ростовская область*.

- **Зоны их непосредственного притяжения**, первыми воспринимающие и транслирующие далее импульсы от центров – это *Ленинградская и Калининградская области* (на последнюю накладывается градиент факторов эксклавного положения), а также *Воронежская область и Краснодарский край*.

- **Относительно самостоятельный, но менее выраженный центр** – *Белгородская область с зоной его наиболее сильного притяжения – Курской областью*.

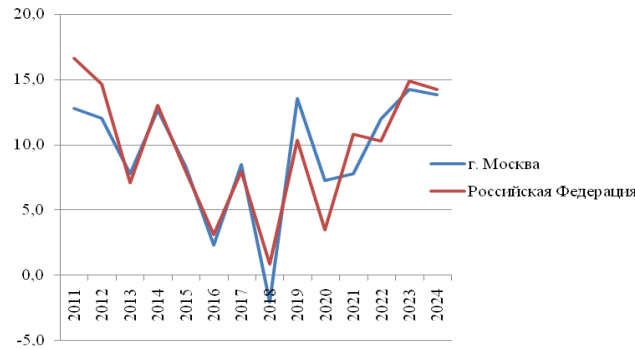
- **Центральная периферийная зона:** *Брянская, Смоленская, Псковская области*.

- **Северная периферийная зона:** *Республика Карелия, Мурманская и Архангельская области*.

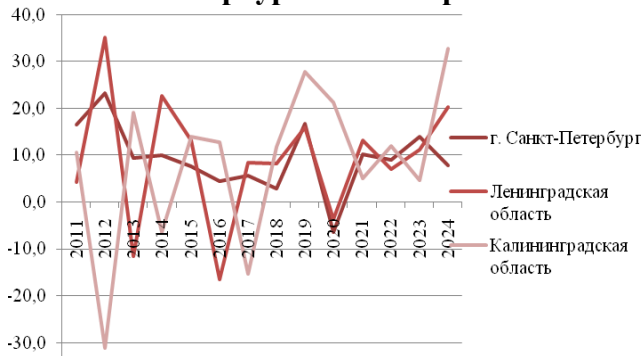
- **Новоприсоединённая периферия**, продолжающая испытывать сложности включения в общероссийское социально-экономическое, правовое и научно-технологическое пространство: *Республика Крым, г. Севастополь*.

По показателю темпов прироста внутренних затрат на исследования и разработки выявлено, что синхронизация между федеральным центром и страной в целом происходит вследствие приоритетной зависимости расходов на инновации от общего вектора государственной политики (рис. 1).

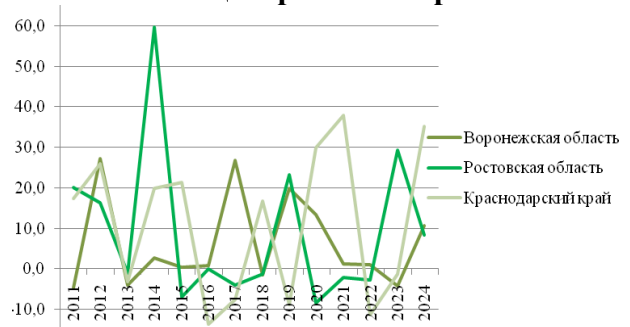
Федеральный центр и общероссийская динамика



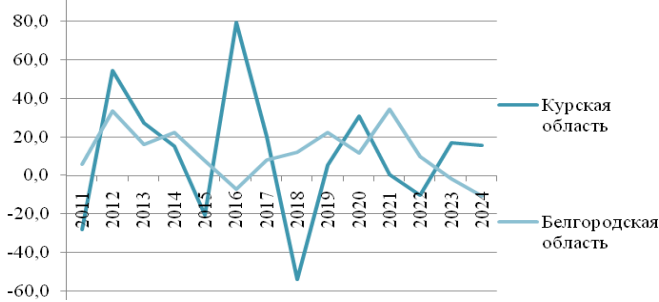
Санкт-Петербург с зоной притяжения



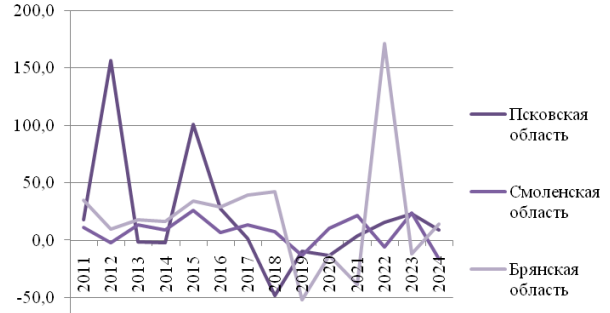
Ростовский центр с зоной притяжения



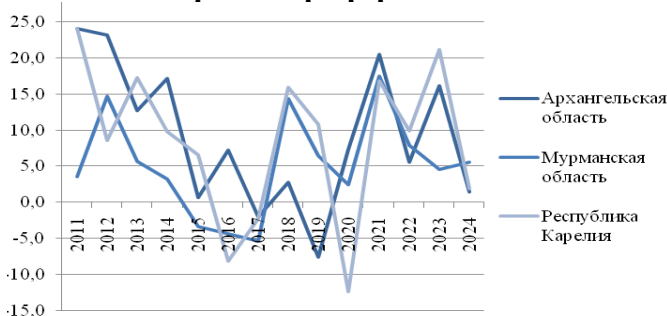
Белгородский центр с зоной притяжения



Центральная периферийная зона



Северная периферийная зона



Новоприсоединённая периферия

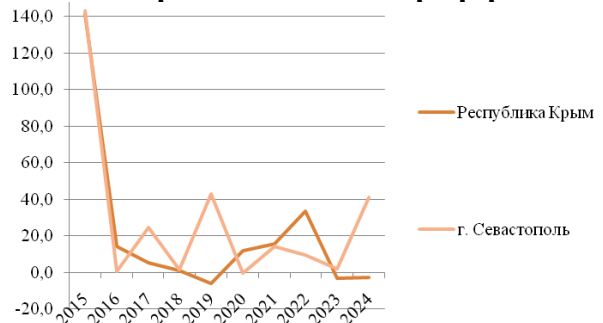


Рис. 1. Цепные годовые темпы прироста внутренних затрат на исследования и разработки
 Fig. 1. Chain annual growth rates of internal research and development costs

Примечание: рассчитано и составлено автором на основе официальных данных Росстата.

Однако на уровне регионов происходит асинхронное перераспределение темпов роста: г. Санкт-Петербург воспринимает импульсы от Москвы как центра с лаговым интервалом в 2 года, в тесной корреляции с ним находится Ленинградская область. Ещё 1 год лагового промежутка добавляется в Калининградской области.

Двухлетний лаг по отношению к Москве характерен и для Ростовской области. Обращает на себя внимание тот факт, что синхронность среди южных регионов меньше, нежели на Балтике, она сильнее выражена для Воронежской области, меньше для Краснодарского края (+1 год лага по сравнению с Ростовским центром). Также примечательно, что для Ростовской области всплеск инвестиционных вливаний в инновации дала геоэкономическая ситуация 2014 году, в то время как пандемия не способствовала инновационному развитию. Для Краснодарского края – наоборот.

Между Белгородской областью как местным инновационным центром и попадающей в её поле притяжения Курской (а также в меньшей мере Брянской и другими областями) за последние годы происходит амплитудная десинхронизация, заметное отставание Курской области. На данном фоне обратная тенденция имеет место в периферии: за последние 5–6 лет происходит синхронизация динамики северных регионов. Происходит становление динамики регионов Крымского полуострова, их ритмика не синхронизирована между собой. Очевидно, что динамика г. Севастополя находится в большем сопряжении с федеральным центром (рис. 1), в то время как Республика Крым обретает собственный цикл, в большей мере движимый реализацией крупных инвестиционных проектов, которым сопутствуют и инвестиции в инновации.

По показателям **динамики доли организаций, осуществляющих исследования и разработки**, выявлено, что за последние годы синхронизируются прежде противоположные (до 2020 года) тренды столицы и регионов. Без лагового интервала развивается динамика организационного сектора балтийских регионов, что говорит о тесном сопряжении и единых тенденциях деловой среды балтийских регионов в целом.

В Ростовской области на фоне общего кризиса организационной среды, отмечаемого в предыдущих исследованиях [Горочная, 2019а; Горочная, Вольхин, 2021], процент инновационно активных предприятий до недавнего времени имел устойчивую тенденцию к росту (происходящему практически по логистической модели Ферхьюста), достигшему своих естественных пределов на данный момент. Реакция деловой среды близлежащих регионов не обнаруживает той же модели, хотя и имеет схожую между собой динамику. Данный момент характеризует тот факт, что в Ростовской области имеют место собственные тенденции и специфика деловой среды, на которые в большей мере влияют внутрирегиональные факторы. В данном случае динамика Воронежской области и Краснодарского края находится в большем соответствии с тенденциями федерального центра и общероссийским трендом. Она не ведома Ростовской областью как местным лидером инновационного развития, не воспринимает её импульс к росту.

В Белгородской и Курской областях чётко прослеживаются два тренда: рост до 2020 года и умеренный медленный спад после. При этом тренды обоих регионов остаются практически синхронными. На возможности инновационного роста негативно повлияла пандемия, сопряжённая с сокращением деловой среды и активности в целом.

Нестабильна, асинхронна и имеет тенденцию к 3–4-летним циклам динамика организационной среды в периферийных регионах. Противоположным образом тренд сменился в регионах Крымского полуострова после 2022 года.

В целом значимо, что обнаруживаются схожие тенденции внутри каждой группы регионов, при этом регионы центральной периферии перенимают каждый по-своему импульсы, исходящие от ближайшего центра: как спад после 2020 года, так и положительную динамику 2024 года. Накладывает свой отпечаток в большей или меньшей мере на большинство регионов и общероссийская динамика, исключением на общем фоне является Ростовская область, а также северная периферия, организационные ландшафты которой чувствительны к разнонаправленным

трендам: реализации федеральных проектов, депопуляции, активизации и затормаживанию ресурсного и логистического освоения территории (рис. 2).

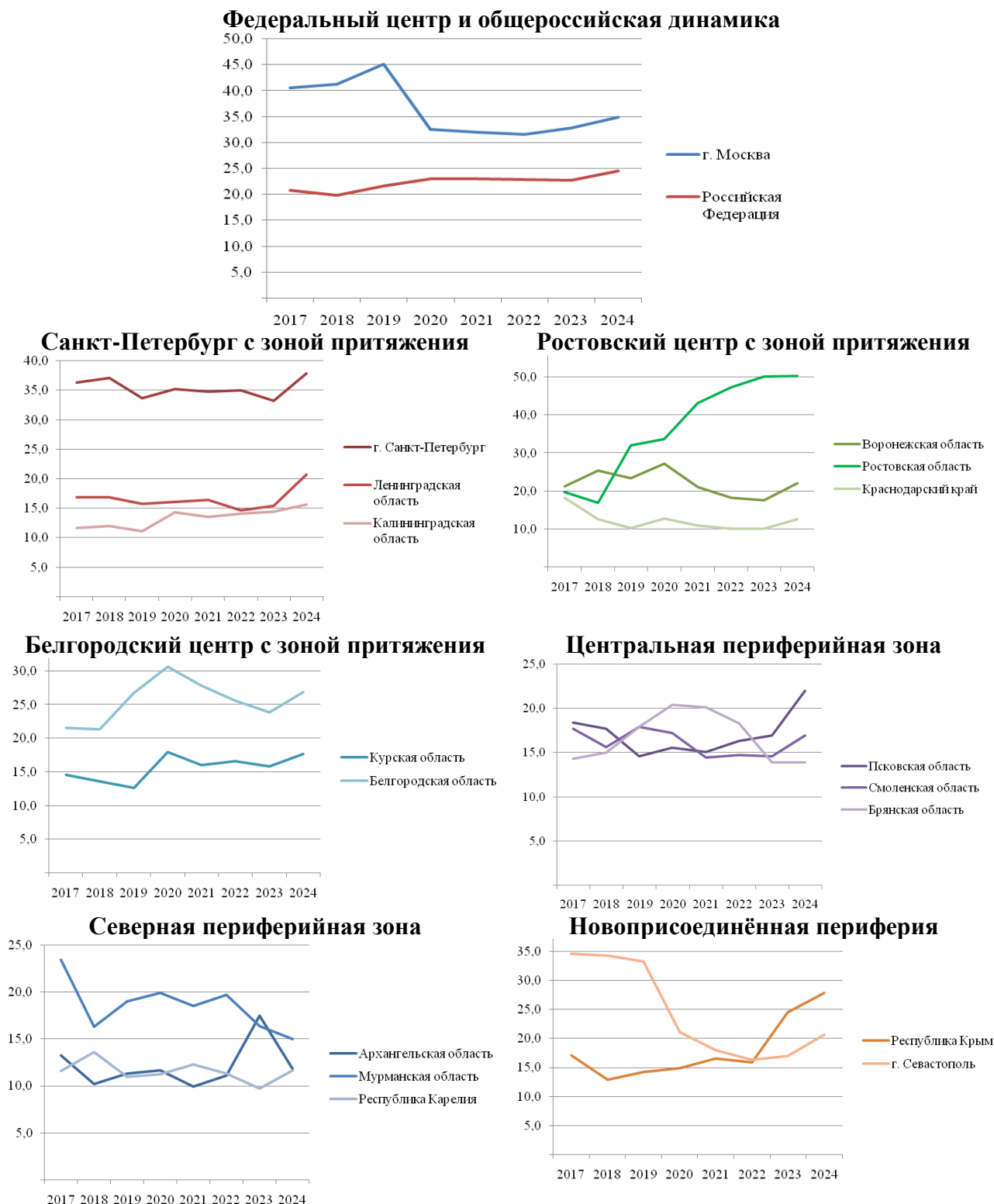


Рис. 2. Цепные годовые темпы прироста доли организаций, осуществляющих исследования и разработки

Fig. 2. Chain annual growth rates of the share of organizations engaged in research and development

Примечание: рассчитано и составлено автором на основе официальных данных Росстата.

Анализ показателей темпов прироста **использования передовых технологий** позволил идентифицировать, что столица существенно восприимчивее к волнам технологического обновления и использованию новых технологий, соответственно, и динамика более амплитудная. Для РФ в целом временным препятствием к диффузии инноваций стали пандемийные ограничения, в то время как Москва испытывала кризис куда более длительный – 2017–2020 гг. (рис. 3).

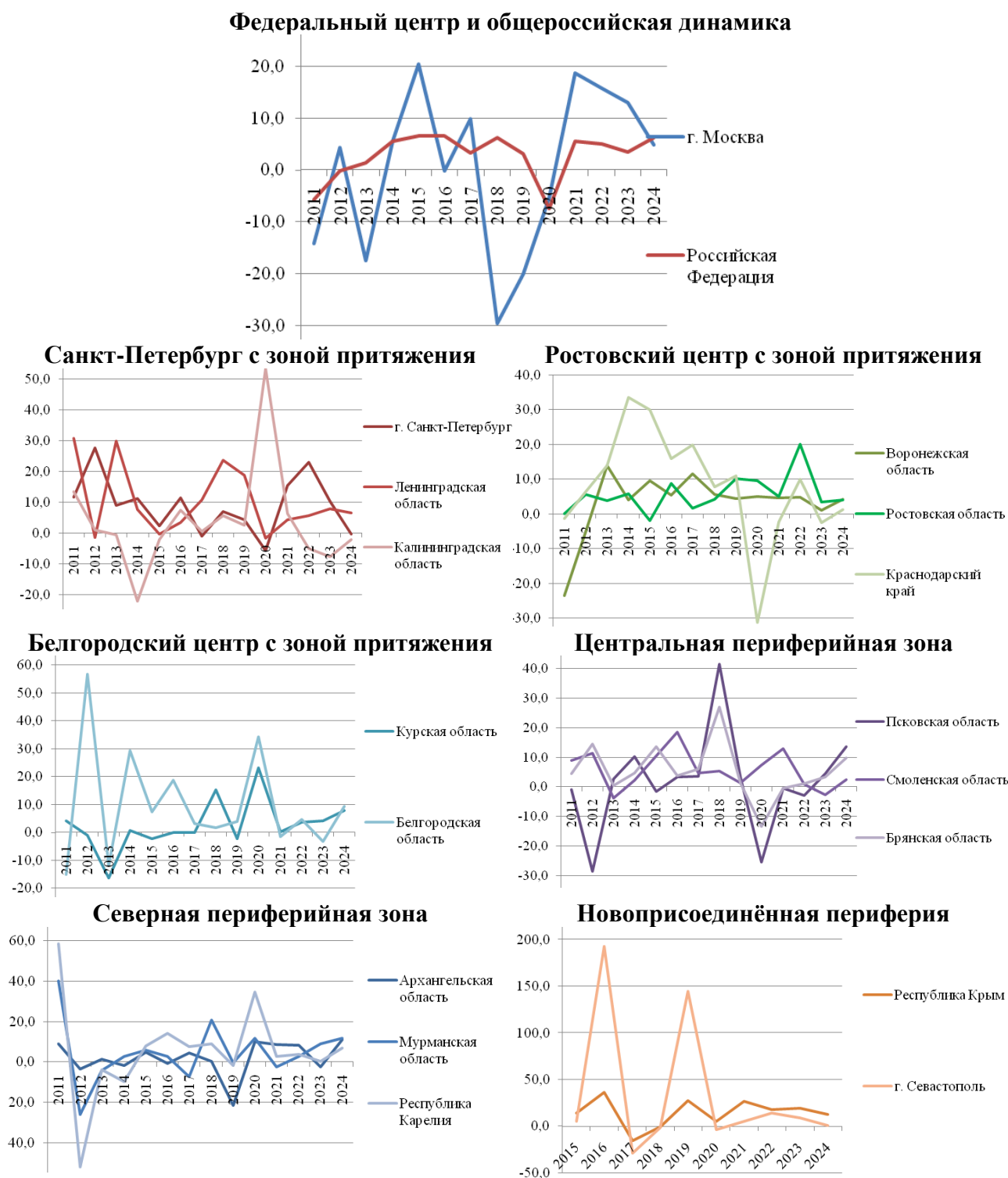


Рис. 3. Цепные годовые темпы прироста использования передовых технологий
 Fig. 3. Chain annual growth rates in the use of advanced technologies

Примечание: рассчитано и составлено автором на основе официальных данных Росстата.

Эксклавная и непосредственно контактирующая с ЕС Калининградская область испытывает за последние годы динамику, обратную другим регионам Балтики. Также примечательно, что в периоды 2013–2015 и 2022–2024 гг. её темпы роста использования инновационных технологий имеют отрицательные значения. Во многом данный факт обусловлен утратой внешних экономических и научно-технологических связей со странами Европы в результате двух этапов наиболее масштабных санкционных ограничений. Глубоко вовлечённый в европейское пространство и располагающий небольшим внутренним потенциалом эксклавный регион испытывает дефицит инноваций, при этом не воспринимает динамику диффузии инноваций в общероссийском пространстве и даже обнаруживает противоположный тренд. Пандемийный кризис, в отличие от большинства регионов России, сказался ростом внедрения передовых технологий для его преодоления не столько в 2021 году, сколько уже в 2020, что свидетельствует о более быстром реагировании на появившиеся потребности и возможности.

Южные регионы испытывают разнородные тенденции, особенно амплитудные и схожие со столичным трендом в Краснодарском крае. В диффузии инноваций Краснодарский край более ориентирован на прямые связи с Москвой, нежели с близлежащим ростовским центром. Данный факт может быть обусловлен профильностью региона с ведущей ролью рекреационной и смежных отраслей. При этом Краснодарский край в существенной мере ориентирован на федеральный центр как сосредоточение масштабного платежеспособного спроса, возрастающего в текущих условиях внешних санкционных ограничений и рисков зарубежного туризма для россиян. Соответственно, внедрение новых технологий в сферу гостиничного бизнеса и туризма в большей мере подвержено синхронизации с трендами столицы, чтобы соответствовать запросам целевой аудитории, в том числе повышать инновационность продукта с целью импортозамещения и соответствуя в большей мере ведущим мировым курортам. Такая тенденция вполне соотносится с установленной в нашем предшествующем исследовании зависимостью между развитием туристического сектора и повышением проводимости инноваций в региональной экономике [Gorochnaya et al., 2021]. Существенная роль туристической отрасли сказалась и на падении показателей в 2020 году как в Краснодарском крае, так и в столичных регионах, также несущих рекреационные функции познавательного туризма.

В использовании передовых технологий в целом имеет место сопряжение Курской и Белгородской областей. Относительно синхронизировано между собою, однако подвержено и большому разнообразию развитие использования новых технологий внутри групп регионов северной и центральной периферии (за исключением Смоленской области), а также регионов Крымского полуострова.

В целом заметно, что развитие данного показателя носит более амплитудный характер по сравнению с предшествующими стадиями процесса регионального воспроизводства. Пандемия и санкции отложили наибольший, но при том разнонаправленный эффект на диффузию инноваций в разных группах регионов.

Темпы прироста **разработки новых передовых технологий** в их циклической динамике не представляется возможным отследить по всем исследуемым регионам в связи с отсутствием официально обнародованных данных по ряду субъектов, поскольку они составляют предмет государственной тайны: в ряде регионов лишь единичные предприятия оборонного сектора являются основными производителями технологий. Тем не менее имеющиеся в открытом доступе информационные источники позволили выявить, что по данному показателю Россия в целом синхронизируется с Москвой, имеющей более амплитудные значения. Характерны отдельные высокие пиковые значения и амплитудная динамика не только в силу самих небольших значений показателей, но и в силу высокой зависимости от отдельных госзаказов, в том числе в оборонной сфере (рис. 4).

Несмотря на недостаток данных для анализа, на основе имеющейся статистической информации по регионам можно выделить основные общие периоды роста генерации инноваций:

- 2013–2016 гг. (в данный период также наблюдается однолетнее лаговое отставание от федерального центра, однолетнее отставание периферии от местных центров);
- 2020–2021 гг. (данный период характеризует 1–2-летнее отставание от федерального центра; при этом периферия теряет позиции и не поддерживает импульс локальных центров).



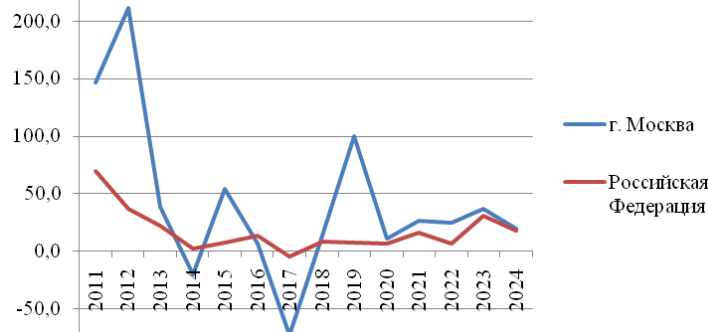
Рис. 4. Цепные годовые темпы прироста разработки новых передовых технологий
 Fig. 4. Chain annual growth rate of new advanced technologies development

Примечание: рассчитано и составлено автором на основе официальных данных Росстата.

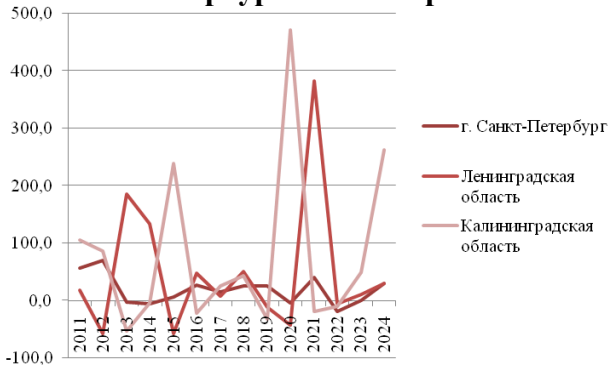
Анализ темпов прироста объёма инновационных товаров, работ, услуг позволил идентифицировать более амплитудный тренд столицы на фоне лаговой инерции периферии. Для регионов Западного порубежья характерны отдельные высокие пиковые значения и амплитудная динамика в отдельные годы в силу высокой зависимости от отдельных госзаказов (в том числе в оборонной сфере) – вплоть до роста на порядка 3000–5000 % в северных регионах в отдельные годы при практически нулевых темпах прироста в остальные годы.

Во многих случаях пики роста инновационного продукта совпадают с периодами активной генерации собственных инноваций (например, для Калининградской области), что может свидетельствовать не только об активизации инновационной деятельности в целом, но и о потреблении местных инновационных разработок. Для местных центров и их окружения характерен 1–2 летний лаг по отношению к федеральному центру. Турбулентная динамика характерна для периферии – как центральной, так и Крымской. В целом отрицательный тренд намечается в Белгородской и особенно Курской областях – в силу повышения рисков в условиях военных действий (рис. 5).

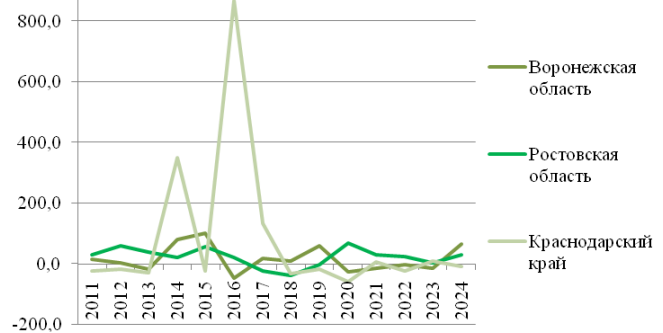
Федеральный центр и общероссийская динамика



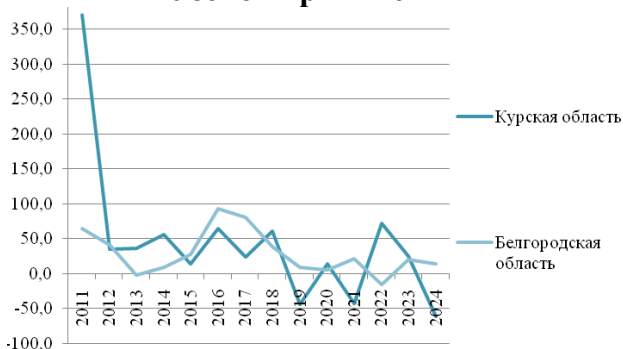
Санкт-Петербург с зоной притяжения



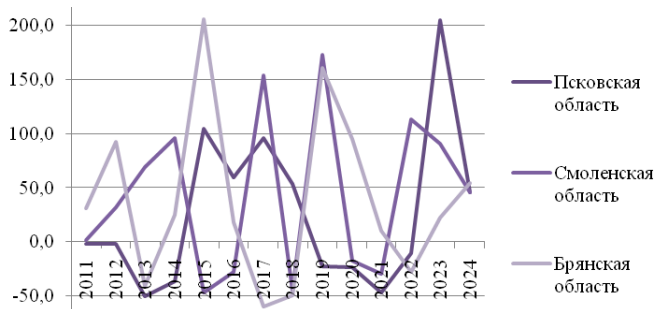
Ростовский центр с зоной притяжения



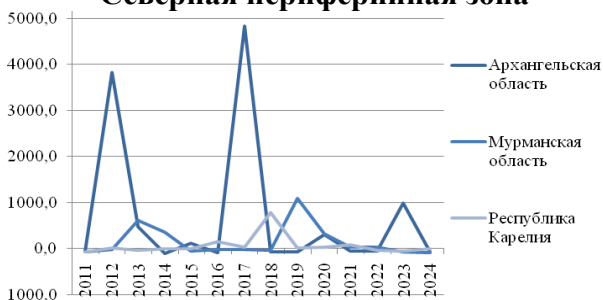
Белгородский центр с зоной притяжения



Центральная периферийная зона



Северная периферийная зона



Новоприосединённая периферия



Рис. 5. Цепные годовые темпы прироста объёма инновационных товаров, работ, услуг
 Fig. 5. Chain annual growth rates of innovative goods, works, and services

Примечание: рассчитано и составлено автором на основе официальных данных Росстата.

Заключение

В целом по итогам сопоставления данных по различным стадиям процесса регионального воспроизводства инноваций обнаруживается, что по большинству показателей

инновационного развития на данный момент регионы обнаруживают ритмику циклов Китчина, однако она неустойчива и гаснет от одного к другому этапу инновационного воспроизводства. Особенно сильно такая закономерность прослеживается в периферии, в то время как в регионах – инновационных центрах имеет место более выраженный собственный цикл, однако и его логика имеет исключения, периодически нарушается. Это может говорить о неустойчивости самого по себе цикла инновационного воспроизводства в центрах и полупериферии (зонах влияния центров), а также о его фактическом отсутствии в периферии. Разные стадии цикла инновационного воспроизводства находятся в более тесном сопряжении с различными факторами: реализацией крупных государственных программ и отдельных проектов (что особенно характерно для северной периферии), повышенной зависимости от смены условий и возможностей сотрудничества с зарубежными партнёрами (в особенности – для эксклавной Калининградской области), внутрирегиональных особенностей деловой среды (как в Ростовской области), институциональных сложностей адаптации при вхождении в российскую социально-экономическую и правовую систему (в регионах Крымского полуострова) и др. Тем самым – ритмика циклов Китчина постепенно диссипируется от одной стадии к другой вследствие воздействия разнонаправленных местных факторов. Для регионов – местных центров и сопряжённой с ними полупериферии это происходит к стадии производства инновационного продукта (в отдельных случаях – на более ранних), для периферии – уже на этапе диффузии и генерирования собственных инноваций.

Тот факт, что динамика циклов Китчина в меньшей мере сказывается на динамике численности инновационно активных организаций вполне объясним самой природой циклов, влияющих в большей мере на производство и внедрение инноваций, но не на организационное звено данного процесса как таковое, так как большинство организаций обнаруживают устойчивость по отношению к таким циклам. Поэтому динамика организационной среды в большей мере отражает общероссийские тенденции, реже – локальные, свойственные отдельным регионам.

Также заметно, что кризисные геоэкономические явления 2014, 2020 и 2022 гг. масштабно, но при этом разнонаправленно имплицировались на разные регионы. Одни регионы отреагировали практически без лаговой инерции вследствие глубокой вовлечённости в трансграничное взаимодействие, в других имел место годовой лаг; в одних случаях сказался кризис деловой среды и разрыв внешнеэкономических связей, в других были использованы возможности для импортозамещения и занятия новых рыночных ниш. Также в отдельных случаях повлияла большая или меньшая сопряжённость с внешней средой (Калининградская область), в других – с федеральным центром и выраженными общероссийскими тенденциями.

Как было выявлено, отдельные регионы в процессе диффузии инноваций напрямую коррелируют с федеральным центром в силу обслуживания столичного спроса (что характерно для туристических регионов, прежде всего – для Краснодарского края). Поэтому они склонны внедрять инновации практически без лаговой инерции, чтобы сохранять конкурентоспособность и обслуживать столичный спрос. Однако в большинстве своём импульсы федерального центра передаются центрам Западного порубежья, в среднем, с лагом в 1,5 года, ещё 1–1,5 года занимает лаг реакции периферии. Данная тенденция обнаруживается несмотря на то, что по многим показателям импульсы не доходят до периферии и гаснут – либо переходят в турбулентную динамику, либо регионы действуют в условиях прямой зависимости от масштабных госзаказов, ритмика которых повинуется исключительно федеральным приоритетам, но не внутрирегиональной логике – соответственно, для таковых регионов периферии нужна конверсия технологий в гражданскую сферу, развитие местной деловой среды.

Представляет интерес наличие тесного сопряжения динамики между местными центрами инновационного развития и зонами их непосредственного притяжения. Наиболее чётко данное явление прослеживается со стороны Белгородской области как важного центра инновационного роста в её влиянии на соседствующую Курскую область. Важно и то, что их положительная динамика сохраняется в усложнившихся условиях, сопряжённых с существенными рисками в результате вооружённого конфликта.

Проведённое исследование показывает, с одной стороны, значимость укрепления самого цикла инновационного воспроизводства, в особенности – в периферийных регионах, с другой – необходимость развития горизонтальных межрегиональных связей. В тех регионах, где не складывается собственный инновационно-воспроизводственный цикл, либо его ритмика разрушается воздействиями геоэкономической турбулентности и внутренними факторами (обезлюживанием и деградацией организационной среды, недостаточностью внутреннего потенциала и пр.) – он может быть индуцирован со стороны местных центров инновационного роста. Однако для этого требуется более тесное и масштабное сопряжение социально-экономической, деловой, научно-образовательной, технико-технологической подсистем регионов.

Список источников

Росстат. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (даты обращения: 3-19.11.2025).

Список литературы

- Балацкий Е.В. 2024. Феномен стратегических преимуществ в XXI веке. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 4: 39–57.
- Валлерстайн И. 2021. Анализ мировых систем и ситуация в современном мире. Пер. с англ. П.М. Кудюкина; Под ред. Б.Ю. Кагарлицкого. СПб.: Университетская книга, 416 с.
- Валлерстайн И. 2008. Модернизация: мир праху ее. *Социология: теория, методы, маркетинг*, 2: 21–25.
- Гонтарь Н.В. 2022. Центро-периферийность «морских» трансграничных регионов: концептуальный подход к идентификации и формированию системы мониторинга. *Псковский регионологический журнал*, 4: 71–89.
- Горочная В.В. 2019а. Кластерообразование и инновационная безопасность в регионах Западного побережья России: инвентаризация и основные тренды развития. *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*, 59 (3): 11.
- Горочная В.В. 2019б. Инновационная безопасность и кластеризация в динамике мультициклического регионального воспроизводства: декомпозиция, модель, специфика приграничных регионов. *Экономические науки*, 181: 200–214.
- Горочная В.В., Вольхин Д.А. 2021. Структура угроз инновационной безопасности и регулирование инновационного развития западных приграничных регионов России. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология*, 7, 1: 3–25.
- Горочная В.В., Михайлов А.С., Михайлова А.А. 2020. Инновационная безопасность региона в условиях геоэкономической турбулентности: динамический подход к оценке на примере Ростовской и Калининградской областей. *Вопросы инновационной экономики*, 10, 1: 291–306.
- Горочная В.В., Михайлов А.С., Хвалец Д.В. 2021. Центр-периферийное измерение инновационной безопасности в западных приграничных регионах России (на примере Ростовской области). *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки*, 1: 5–26.
- Казаков М.Ю., Камышанченко Е.Н. 2024. Диалектика агломеративно-кумулятивного и дисперсно-сетевого подходов к организации и функционированию производительных сил: как из дихотомии получить синергию? *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика*, 341 (3): 66–74.
- Казаков М.Ю., Фомиченко С.А. 2024. Сете-узловой формат насыщения экономического пространства объектами цифровой инфраструктуры. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика*, 341 (3): 75–82.
- Кайбичева Е.И. 2024. На пути к целям устойчивого развития: центры и периферия. *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*, 78 (4): 59–64.
- Кайбичева Е.И. 2018. Эволюция теоретических подходов к исследованию периферийных территорий. *Региональная экономика: теория и практика*, 448 (1): 4–17.

- Кожевников С.А., Ворошилов Н.В. 2024. Агломерационные процессы в регионах России: особенности и проблемы активизации позитивных эффектов. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 1: 91–109.
- Козлов В.А., Коробкова Н.П. 2014. Миросистемная теория И. Валлерстайна: позиционирование, корни, генезис. *Известия АлтГУ*, 84 (4): 279–283.
- Колосов В.А., Себенцов А.Б., Морачевская К.А. 2024. Формальные границы и трансграничные взаимодействия: страна – регион – муниципалитет. *Балтийский регион*, 3: 21–41.
- Котило С.Г., Минина М.В. 2025. Периферийность как один из факторов диспропорционального социально-экономического развития территорий. *Интеллект. Инновации. Инвестиции*, 1: 52–70.
- Кузин В.Ю. 2024. Центр-периферийная теория в пространственном развитии: критический анализ. *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки*, 2: 57–67.
- Лубский А.В., Ковалев В.В. 2018. Геопропространственный подход и геоисторическая парадигма евразийских исследований. *Философия права*, 84 (1): 35–40.
- Межевич А.Н., Ситов И.П. 2023. Приграничное сотрудничество Российской Федерации и Республики Беларусь: проблемы развития в новых экономических и политических условиях. *Управленческое консультирование*, 174 (6): 137–144.
- Мельникова Л.В. 2024. «Ядро-периферия» и периферийность в региональной науке. *Пространственная экономика*, 1: 144–162.
- Носонов А.М., Чернобровкина В. А., Шурр А.В. 2025. Перетоки знания как фактор развития сельского хозяйства регионов России. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле*, 1: 40–50.
- Проблемы экономической безопасности регионов Западного побережья России. 2019. Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 267 с.
- Середюк И.В. 2024. Стратегический потенциал создания открытых диффузных агломераций региона и особенности их стратегирования. *Стратегирование: теория и практика*, 4: 420–237.
- Хамина Н.В. 2018. Идентификация внутрирегиональной периферии (на примере регионов Восточной Сибири). *Геополитика и экогеодинамика регионов*, 4: 283–291.
- Экономическая безопасность регионов Западного побережья России. 2021. Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 232 с.
- Barbaro S., Napoli G., Trovato M.R. 2022. Circular economy and social circularity. Diffuse social housing and adaptive reuse of real estate in internal areas. *Urban Regeneration Through Valuation Systems for Innovation*. Cham: Springer International Publishing: 229–244.
- Druzhinin A.G., Gorochnaya V.V., Mikhaylov A.S., Dets I.A., Latchninsky S.S., Volkhin D.A. 2016. Trans-aquatorial clustering within the trend of cross-border international economic interactions. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(S5): 128–135.
- Dzhengiz T., Patala S. 2024. The role of cross-sector partnerships in the dynamics between places and innovation ecosystems. *R&D Management*, 54(2): 370–397.
- Friedmann J. 1966. Regional Development Policy: A Case Study of Venezuela. *MIT Press*, 279 p.
- Gong H., Binz C., Hassink R., Trippel M. 2022. Emerging industries: institutions, legitimacy and system-level agency. *Regional Studies*, 56(4): 523–535.
- Gong H., Zhen Yu, Binz C., Truffer B. 2024. Beating the casino: Conceptualizing an anchoring-based third route to regional development. *Economic Geography*, 100(2): 107–137.
- Gorochnaya V., Mikhaylov A., Plotnikova A., Mikhaylova A. 2021. The interdependence between tourism and innovation activity in the Western borderlands of Russia. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 34(1): 147–154.
- Gorochnaya V.V. 2020. Typology of western border regions of Russia by the level and specifics of innovation security problems. *Proceedings of the 3rd International Conference Spatial Development of Territories (SDT 2020)*. Ser. "Advances in Economics, Business and Management Research" Editors: Elena Stryabkova, Anna Kulik, Evgeny Buchwald: 196–203.
- Gorochnaya V.V., Mikhailov A.S. 2019. Regional innovation security: a dynamic approach to new challenges for the Western borderland of Russia. *The 13th international days of statistics and economics. Conference Proceedings*. The Department of Statistics and Probability and the Department of Microeconomics, University of Economics, Prague, Czech Republic; Faculty of Economics, The Technical University of Košice; The Ton Duc Thung University, Ho Chi Minh City, Vietnam: 425–433.

- Nilsen T., Grillitsch M., Hauge A. 2023. Varieties of periphery and local agency in regional development. *Regional Studies*, 57(4): 749–762.
- Pinheiro F.L., Balland P.A., Boschma R., Hartmann D. 2025. The dark side of the geography of innovation: relatedness, complexity and regional inequality in Europe. *Regional Studies*, 59(1): 2106362.
- Thakur P., Wilson V.H. 2024. Circular innovation ecosystem: a multi-actor, multi-peripheral and multi-platform perspective. *Environment, Development and Sustainability*, Vol. 26, 6: 14327–14350.
- Torre A., Wallet F., Huang J. 2023. A collaborative and multidisciplinary approach to knowledge-based rural development: 25 years of the PSDR program in France. *Journal of Rural Studies*, 97: 428–437.
- Torre A. 2022. Smart development for peripheral areas. A never-ending story? *Tér és Társadalom*, 36(3): 10–27.
- Yakovenko N.V., Rakhimbekova Z.S., Karanashev A.Kh., Tsoy M.Ye., Azarova N.A., Semenova L.V., Nikolskaya E.Y., Semenova E.Y. 2024. Innovative development of Russian regions: assessment and dynamics in the context of sustainable development. *Sustainability*, 16(3): 1271.

References

- Balatsky E.V. 2024. The Phenomenon of Strategic Advantages in the 21st Century. *Economic and Social Changes: Facts, trends, forecast*, 4: 39–57 (in Russian).
- Wallerstein I. 2021. Analysis of World Systems and the Situation in the Modern World. Translated from English by P.M. Kudyukin; Edited by B.Y. Kagarlitsky. *St. Petersburg: University Book*, 416 p. (in Russian).
- Wallerstein I. 2008. Modernization: Peace be upon Her. *Sociology: Theory, Methods, Marketing*, 2: 21–25 (in Russian).
- Gontar N.V. 2022. Centrality and Peripherality of ‘Marine’ Cross-border Regions: a Conceptual Approach to Identification and Formation of a Monitoring System. *Pskov Regionological Journal*, 4: 71–89 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2019a. Clustering and Innovation Security in the Regions of Western Russia: Inventory and Main Development Trends. *Regional Economics and Management: Electronic Scientific Journal*, 59 (3): 11 (in Russian).
- Gorochnaya V.V. 2019b. Innovative Security and Clustering in the Dynamics of Multicyclic Regional Reproduction: Decomposition, Model, Specifics of Border Regions. *Economic Sciences*, 181: 200–214 (in Russian).
- Gorochnaya V.V., Volkhin D.A. 2021. Structure of Threats to Innovation Security and Regulation of Innovation Development in the Western Border Regions of Russia. *Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology*, 7 (1): 3–25 (in Russian).
- Gorochnaya V.V., Mikhailov A.S., Mikhailova A.A. 2020. Innovative Security in the Region in Terms of Geoeconomic Turbulence: the Dynamic Approach to Assessment on the Example of the Rostov and Kaliningrad Regions. *Issues of Innovative Economics*, 10 (1): 291–306 (in Russian).
- Gorochnaya V.V., Mikhailov A.S., Khvalei D.V. 2021. Center-Peripheral Dimension of Innovative Security in The Western Border Regions Of Russia (the Case of the Rostov Region). *Bulletin of the Baltic Federal University named after I. Kant. Series: Natural and Medical Sciences*, 1: 5–26 (in Russian).
- Kazakov M.Yu., Kamyshanchenko E.N. 2024. Dialectic of Agglomerative-Cumulative and Dispersed-Network Approaches to the Organization and Functioning of Productive Forces: How to Get Synergy out of a Dichotomy? *Bulletin of the Adygea State University. Series 5: Economics*, 341 (3): 66–74 (in Russian).
- Kazakov M.Yu., Fomichenko S.A. 2024. Set is a Nodal Format for Saturating the Economic Space with Digital Infrastructure Facilities. *Bulletin of the Adygea State University. Series 5: Economics*, 341 (3): 75–82 (in Russian).
- Kaybicheva E.I. 2024. Towards the Sustainable Development Goals: Centers and Peripheries. *Innovative Economy: Prospects for development and improvement*, 78 (4): 59–64 (in Russian).
- Kaybicheva E.I. 2018. Evolution of Theoretical Approaches to the Study of Peripheral Territories. *Regional Economics: Theory and Practice*, 448 (1): 4–17 (in Russian).
- Kozhevnikov S.A., Voroshilov N.V. 2024. Agglomeration Processes in Russian Regions: Features and Problems of Activating Positive Effects. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, forecast*, 1: 91–109 (in Russian).
- Kozlov V.A., Korobkova N.P. 2014. I. Wallerstein’s Worldsystem Theory: Positioning, Roots, Genesis. *Proceedings of AltGU*, 84 (4): 279–283 (in Russian).



- Kolosov V.A., Sebentsov A.B., Morachevskaya K.A. 2024. Formal Borders and Cross-Border Interactions: Country – Region – Municipality. *Baltic Region*, 3: 21–41 (in Russian).
- Kotilo S.G., Minina M.V. 2025. Peripherality as One of the Factors of Disproportionate Socio-Economic Development of Territories. *Intelligence. Innovation. Investments*, 1: 52–70 (in Russian).
- Kuzin V.Y. 2024. Center-peripheral Theory in Spatial Development: a Critical Analysis. *Bulletin of the I. Kant. Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, 2: 57–67 (in Russian).
- Lubsky A.V., Kovalev V.V. 2018. Geospatial Approach and the Geohistorical Paradigm of Eurasian Studies. *Philosophy of Law*, 84 (1): 35–40 (in Russian).
- Mezhevich A.N., Sitov I.P. 2023. Cross-border Cooperation Between the Russian Federation and the Republic of Belarus: Problems of Development in New Economic and Political Conditions. *Management Consulting*. 174 (6): 137–144 (in Russian).
- Melnikova L.V. 2024. ‘Core-periphery’ and Peripherality in Regional Science. *Spatial Economics*, 1: 144–162 (in Russian).
- Nosonov A.M., Chernobrovkina V. A., Shurr A.V. 2025. Knowledge Flows as a Factor in the Development of Agriculture in Russia's Regions. *Bulletin of Saratov University. Ser. Earth Sciences*, 1: 40–50 (in Russian).
- Problems of Economic Security in the Regions of the Western Borderlands of Russia. 2019. Kaliningrad: *Publishing House of the I. Kant. Baltic Federal University*, 267 p. (in Russian).
- Seredyuk I.V. 2024. Strategic Potential of Creating Open Diffuse Agglomerations in the Region and the Specifics of Their Strategization. *Strategizing: Theory and Practice*, 4: 420–237 (in Russian).
- Hamina N.V. 2018. Identification of the Intraregional Periphery (Using the Example of the Regions of Eastern Siberia). *Geopolitics and Ecogeodynamics of Regions*, 4: 283–291 (in Russian).
- Economic Security of the Regions of the Western Borderlands of Russia. 2021. Kaliningrad: *Publishing House of the BFU named after I. Kant*, 232 p. (in Russian).
- Barbaro S., Napoli G., Trovato M.R. 2022. Circular Economy and Social Circularity. Diffuse Social Housing and Adaptive Reuse of Real Estate in Internal Areas. *Urban Regeneration Through Valuation Systems for Innovation*. Cham: *Springer International Publishing*: 229–244.
- Druzhinin A.G., Gorochnaya V.V., Mikhaylov A.S., Dets I.A., Latchninsky S.S., Volkhin D.A. 2016. Trans-aquatorial clustering within the trend of Cross-border International Economic Interactions. *International Journal of Economics and Financial Issues*. 6 (S5): 128–135.
- Dzhengiz T., Patala S. 2024. The Role of cross-sector partnerships in the Dynamics between Places and Innovation Ecosystems. *R&D Management*, 54 (2): 370–397.
- Friedmann J. 1966. Regional Development Policy: A Case Study of Venezuela. *MIT Press*, 279 p.
- Gong H., Binz C., Hassink R., Trippl M. 2022. Emerging Industries: Institutions, Legitimacy and System-level Agency. *Regional Studies*, 56 (4): 523–535.
- Gong H., Zhen Yu, Binz C., Truffer B. 2024. Beating the Casino: Conceptualizing an Anchoring-Based Third Route to Regional Development. *Economic Geography*, 100 (2): 107–137.
- Gorochnaya V., Mikhaylov A., Plotnikova A., Mikhaylova A. 2021. The Interdependence between Tourism and Innovation Activity in the Western Borderlands of Russia. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 34 (1): 147–154.
- Gorochnaya V.V. 2020. Typology of Western Border Regions of Russia by the Level and Specifics of Innovation Security Problems. *Proceedings of the 3rd International Conference Spatial Development of Territories (SDT 2020)*. Ser. "Advances in Economics, Business and Management Research" Editors: Elena Stryabkova, Anna Kulik, Evgeny Buchwald: 196–203.
- Gorochnaya V.V., Mikhailov A.S. 2019. Regional Innovation Security: a Dynamic Approach to New Challenges for the Western Borderland of Russia. *The 13th international days of statistics and economics. Conference Proceedings*. The Department of Statistics and Probability and the Department of Microeconomics, University of Economics, Prague, Czech Republic; Faculty of Economics, The Technical University of Košice; The Ton Duc Thung University, Ho Chi Minh City, Vietnam: 425–433.
- Nilsen T., Grillitsch M., Hauge A. 2023. Varieties of Periphery and Local Agency in Regional Development. *Regional Studies*, 57 (4): 749–762.
- Pinheiro F.L., Balland P.A., Boschma R., Hartmann D. 2025. The Dark Side of the Geography of Innovation: Relatedness, Complexity and Regional Inequality in Europe. *Regional Studies*. 59 (1): 2106362.
- Thakur P., Wilson V.H. 2024. Circular Innovation Ecosystem: a Multi-Actor, Multi-Peripheral and Multi-Platform Perspective. *Environment, Development and Sustainability*, 26 (6): 14327–14350.

- Torre A., Wallet F., Huang J. 2023. A Collaborative and Multidisciplinary Approach to Knowledge-Based Rural Development: 25 Years of the PSDR Program in France. *Journal of Rural Studies*, 97: 428–437.
- Torre A. 2022. Smart Development for Peripheral Areas. A Never-ending Story? *Tér és Társadalom*, 36 (3): 10–27.
- Yakovenko N.V., Rakhimbekova Z.S., Karanashev A.Kh., Tsoy M.Ye., Azarova N.A., Semenova L.V., Nikolskaya E.Y., Semenova E.Y. 2024. Innovative Development of Russian Regions: Assessment and Dynamics in the Context of Sustainable Development. *Sustainability*, 16 (3): 1271.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 02.04.2026

Received April 02, 2026

Поступила после рецензирования 06.05.2026

Revised May 06, 2026

Принята к публикации 12.05.2026

Accepted May 12, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Горочная Василиса Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент; специалист по учебно-методической работе, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия; научный сотрудник, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград, Россия

Vasilisa V. Gorochnaya, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor; Specialist in Educational and Methodical Work, South Federal University, Rostov-on-Don, Russia; Researcher, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia



УДК 005.8:004.8
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-320-329
EDN CYJNQI

Управление городской микромобильностью на основе данных интеллектуального мониторинга

¹Зарецкий И.С., ¹Шереметьева Е.Н., ²Сайдашев А.А.

¹Самарский государственный экономический университет,
Россия, 443090, г. Самара, ул. Советской Армии, д. 141

²Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
Россия, 443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34
zaretskiy@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается специфика управления разработкой интеллектуальных систем мониторинга средств индивидуальной мобильности (СИМ) в условиях высокой неопределенности и технологических рисков. Целью работы является анализ опыта создания системы видеоаналитики Netvision и апробация гибридной модели управления, сочетающей подходы Agile и CRISP-DM. Обоснована необходимость внедрения независимых средств объективного контроля для преодоления информационной монополии операторов кикшеринга и перехода к доказательному управлению городской средой. Описана эволюция архитектуры решения от универсальных моделей компьютерного зрения к специализированным алгоритмам детекции риск-сценариев. В результате пилотного внедрения и обработки потоковых данных выявлен стабильно высокий процент событий с признаками нарушений, в частности – игнорирование требований спешивания на пешеходных переходах. Анализ показал, что значительная доля этих отклонений коррелирует с инфраструктурными дефицитами, а не только с поведением пользователей. Доказана роль аналитических дашбордов как инструмента, обеспечивающего муниципалитету паритет в диалоге с бизнесом и формирующего базу для тактических и стратегических решений в концепции умного города.

Ключевые слова: управление разработкой, интеллектуальные системы, городская мобильность, СИМ, видеоаналитика, поддержка принятия решений, Agile, гибридная модель

Для цитирования: Зарецкий И.С., Шереметьева Е.Н., Сайдашев А.А. 2026. Управление городской микромобильностью на основе данных интеллектуального мониторинга. *Экономика. Информатика*, 53(2): 320–329. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-320-329. EDN CYJNQI

Data-Driven Urban Micromobility Management via Intelligent Monitoring

¹Ilya S. Zaretskii, ¹Elena N. Sheremetyeva, ²Andrey A. Saidashev

¹Samara State University of Economics,
141 Sovetskoy Armii St., Samara 443090, Russia

²Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev,
34 Moskovskoye Hwy., Samara 443086, Russia
zaretskiy@bk.ru

Abstract. The rapid growth of the micromobility market and the dominance of oligopolistic structures in the kicksharing sector create significant challenges for municipal transport management. The article addresses the problem of information asymmetry, where city authorities lack objective data to effectively regulate traffic and ensure safety. The study focuses on the specifics of managing the development of intelligent monitoring systems for individual mobility devices (IMD) under conditions of high uncertainty. The authors propose and

© Зарецкий И.С., Шереметьева Е.Н., Сайдашев А.А., 2026

test a hybrid management model that decomposes the value creation process into two asynchronous streams: the research stream (based on CRISP-DM methodology for hypothesis verification) and the product stream (based on Agile principles for reliable service delivery). The paper describes the evolution of the Netvision video analytics software architecture from universal computer vision models to specialized algorithms detecting specific risk scenarios. The pilot implementation results, derived from the continuous processing of massive video data streams, reveal a relatively high percentage of safety deviations, particularly the failure to dismount at crosswalks and tandem riding. The analysis indicates that a significant portion of these violations is driven by infrastructure gaps rather than user intent. The study substantiates the role of analytical dashboards as a crucial Decision Support System (DSS). It is concluded that independent monitoring tools allow municipalities to shift from reactive measures to proactive Evidence-Based Management (EBM), ensuring a balanced dialogue with operators and improving urban safety through data-driven infrastructure planning.

Keywords: development management, intelligent systems, urban mobility, IMD, video analytics, decision support, Agile, hybrid model

For citation: Zaretskii I.S., Sheremetyeva E.N., Saidashev A.A. 2026. Data-Driven Urban Micromobility Management via Intelligent Monitoring. *Economics. Information technologies*, 53(2): 320–329 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-320-329. EDN CYJNQI

Введение

Глобальный опыт подтверждает, что интеграция микромобильности в умные города невозможна без специализированных систем мониторинга [Vanus, Bilik, 2022]. Однако управление разработкой специализированного программного обеспечения (ПО) для таких задач сопряжено с высокой неопределенностью.

Стремительный рост популярности средств индивидуальной мобильности (СИМ) в городской среде России создал беспрецедентный вызов для транспортного менеджмента. Рынок кикшеринга демонстрирует взрывную динамику и высокую степень консолидации. Согласно исследованию [Леонтьев, 2025], по данным на 2024 год, более 96 % рынка контролируется тремя ключевыми операторами («Whoosh», «МТС Юрент», «Яндекс.Go»), что формирует жесткую олигополистическую структуру. Такая концентрация бизнеса, с одной стороны, упрощает взаимодействие регулятора с бизнесом, но с другой – требует от городских властей внедрения независимых и высокотехнологичных средств объективного контроля, способных работать с большими данными федеральных операторов.

Сложившаяся олигополистическая структура рынка создает для муниципалитетов классическую управленческую проблему – асимметрию информации. Данный феномен, впервые описанный К. Эрроу [Arrow, 1963] и фундаментально исследованный Дж. Акерлофом в контексте рыночных механизмов [Akerlof, 1970], характеризуется неравным доступом участников к данным, что в нашем случае выражается в монополии операторов на статистику поездок. В текущей конфигурации городская администрация, выступая регулятором, парадоксальным образом оказывается в зависимости от регулируемых субъектов. Федеральные операторы кикшеринга («большая тройка») обладают монополией на данные: они единолично владеют статистикой о реальных маршрутах, скоростных режимах и профиле вождения пользователей.

В условиях отсутствия независимых средств объективного контроля (СОК), диалог между городом и бизнесом строится по сценарию «доверительного управления», который неприемлем для вопросов общественной безопасности. Город вынужден принимать управленческие решения (например, о выделении парковочных мест или введении «медленных зон»), опираясь на отчеты, предоставляемые самими операторами. Это создает риски искажения данных в пользу коммерческих интересов компаний. Например, оператору может быть невыгодно раскрывать реальную плотность трафика на конкретном участке, чтобы избежать введения ограничений на количество самокатов.

Без собственной системы мониторинга муниципалитет лишен аргументированной переговорной позиции. Любые требования властей могут быть оспорены бизнесом как необоснованные, так как у чиновников нет «контрданных». Внедрение внешних интеллектуальных систем, таких как предлагаемое решение, разрушает эту монополию на информацию. Оно позволяет городу перейти от реактивного реагирования к проактивному управлению, основанному на верифицированных фактах (Evidence-based management, EBM). Использование данного подхода переносит принципы доказательности из медицины в управленческую практику [Rousseau, 2006], обеспечивая муниципалитету паритет в диалоге с технологическими гигантами.

Другой стороной роста парка СИМ стало резкое обострение вопросов безопасности. Статистика показывает кратный рост аварийности: как отмечают И.К. Аллагужин и А.Л. Сергеев [2024], только за 9 месяцев 2024 года количество ДТП с участием СИМ увеличилось на 1250 случаев по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, достигнув отметки в 3897 инцидентов. Показатель смертности также вызывает тревогу – погибло 44 человека.

Проблема усугубляется правовой неопределенностью. В условиях, когда законодательная база находится в стадии доработки, а правовой статус мощных электросамокатов зачастую требует судебных уточнений для их классификации (как мопедов или транспортных средств особой категории) [Аллагужин, Сергеев, 2024], отсутствие инструментов автоматической фиксации нарушений создает зону безнаказанности. Даже при наличии законодательных норм, привлечение к ответственности затруднено проблемой идентификации личности пользователя СИМ, особенно в случаях краткосрочной аренды [Рубцова, 2023]. Традиционные методы патрулирования не способны охватить возросший трафик микромобильности, что делает автоматизацию мониторинга критической управленческой задачей. Систематические обзоры последних лет подтверждают, что именно видеоаналитика в реальном времени становится ключевым инструментом обеспечения общественной безопасности в экосистемах умных городов, позволяя превентивно реагировать на инциденты [Dardour et al., 2025].

Цель данной работы – проанализировать первичный управленческий опыт создания интеллектуальной системы мониторинга и оценить потенциал применения теоретических моделей управления R&D-проектами на практике.

Объект и методы исследования

Традиционные гибкие методологии (Agile/Scrum), ставшие стандартом в IT-отрасли, демонстрируют существенные ограничения при работе с продуктами на базе искусственного интеллекта (ИИ). Как показывает анализ практики R&D-подразделений, попытки вести разработку нейросетевых моделей исключительно по двухнедельным спринтам часто приводят к тупиковым ветвям исследований. В отличие от классической веб-разработки, где результат предсказуем, в ML-проектах (Machine Learning) гипотеза может не подтвердиться даже после месяца работы, что ломает экономику проекта [Зарецкий, Шереметьева, 2025a]. Как показывают недавние исследования [Shimaoka et al., 2025], успешная интеграция Agile (в частности, XP) в процессы Data Science требует адаптации под специфику исследовательских задач, например, через использование комбинированных подходов с CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining).

Для нивелирования этих рисков и повышения управляемости процесса в рамках проекта проходит апробацию гибридная модель управления, теоретически обоснованная нами в работе [Зарецкий, Шереметьева, 2025a]. Её управленческая суть заключается в декомпозиции процесса создания ценности на два асинхронных, но взаимосвязанных контура.

Исследовательский контур: работа строится по логике стандарта CRISP-DM [Chapman et al., 2000]. Задачи данного контура – проверка научных гипотез, подготовка и очистка датасетов, обучение и валидация моделей. Результатом этапа является не готовая функция, а подтвержденная технология с метриками точности не ниже заданных KPI.

Продуктовый контур: работа строится по жесткой логике Agile, следуя принципу «работающий продукт важнее исчерпывающей документации» [Beck et al., 2001]. Сюда передаются только валидированные модели из первого контура для их «упаковки» в микросервисы, интеграции в платформу и создания пользовательского интерфейса.

Для наглядности различий в управлении контурами нами систематизированы ключевые характеристики процессов (см. таблицу).

Сравнительный анализ управленческих подходов в гибридной модели
Comparative analysis of management approaches in the hybrid model

Критерий сравнения	Исследовательский контур (R&D Stream)	Продуктовый контур (Product Stream)
Базовая методология	CRISP-DM / Scientific Method	Agile (Scrum/Kanban)
Целевой результат	Подтвержденная гипотеза / Модель (Artifact)	Работающий инкремент продукта (Feature)
Горизонт планирования	Долгосрочный (квартал/год), высокая неопределенность	Краткосрочный (спринт 2 недели), высокая предсказуемость
Критерий успеха	Точность модели (Accuracy, Precision), полнота данных	Time-to-Market, стабильность (Uptime), User Experience
Стоимость ошибки	Низкая (отрицательный результат – тоже результат)	Высокая (баг в продакшене, репутационный провал)

Предложенное разделение процесса разработки на исследовательский и продуктовый контуры позволяет рассматривать создание интеллектуальной системы мониторинга не только как инженерную задачу, но и как управленческое решение, направленное на снижение рисков пилотного внедрения. Данный подход согласуется с принципами системности [Попов, Семячков, 2020], согласно которым эффективность цифровых городских проектов зависит от синхронизации технологического уровня (инфраструктура, данные) с институциональным уровнем управления. В условиях городской инфраструктуры, где результаты работы системы могут затрагивать широкий круг стейкхолдеров, включая органы власти, представителей бизнеса и конечных пользователей, критически важно обеспечить контролируемость эксперимента и прозрачность получаемых данных.

Выделение исследовательского контура обеспечивает накопление и верификацию эмпирических данных без давления со стороны требований к промышленной эксплуатации, тогда как продуктовый контур ориентирован на стабильность сервиса и интеграцию результатов аналитики в управленческие процессы. Такая организационная модель позволяет адаптировать систему под реальные условия городской среды и минимизировать репутационные и организационные риски на ранних этапах жизненного цикла продукта.

Ключевым управленческим вызовом стала необходимость выбора стратегии развития продукта на ранней стадии. Для снижения рисков и формализации выбора используется метод деревьев решений, позволяющий визуализировать сценарии развития архитектуры ИИ-решения [Зарецкий, Шереметьева, 2025б].

Практическая реализация подхода рассматривается на примере разработки ПО для анализа движения самокатов (в рамках экосистемы платформы умного города Нетвижн). Жизненный цикл продукта на текущем этапе прошел через несколько управленческих итераций.

Этап 1. Стратегия универсальности (исследовательский этап). На старте проекта, в условиях дефицита данных о паттернах поведения пользователей СИМ, было принято управленческое решение отказаться от узкой специализации. В соответствии с методологией R&D-проектов [Зарецкий, Шереметьева, 2025б]., была разработана универсальная модель компьютерного зрения. Это позволило начать накопление массива данных о реальной дорожной обстановке.

Выбор в пользу визуальных методов контроля подтверждается современными обзорами, указывающими на доминирующую роль CV-технологий в мониторинге транспортных потоков [Lin et al., 2024], а применение специализированных методов синтеза архитектуры ИТС позволяет обеспечить необходимую надежность системы при масштабировании на городской уровень [Соколова, 2025]. ПО на данном этапе выступало инструментом исследовательского мониторинга, фиксируя частоту таких событий, как игнорирование требования спешивания и перевозка пассажиров, что соответствует современным тенденциям развития интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [Ефимов, Медведева, 2025].

Выбор сценариев мониторинга на этапе пилотирования был обусловлен не технической сложностью задач, а их управленческой значимостью для городской среды. Нарушения, связанные с движением по пешеходным переходам без спешивания и перевозкой пассажиров на одном самокате, характеризуются повышенным уровнем конфликтности и представляют наибольший риск с точки зрения безопасности пешеходов и репутационных последствий для органов городской власти и операторов микромобильности. Фокусировка на данных сценариях позволила сформировать измеримый и интерпретируемый набор показателей, пригодных для использования не только в рамках тестирования алгоритмов, но и при обсуждении регламентов эксплуатации средств индивидуальной мобильности.

Таким образом, система видеоаналитики, реализованная на базе платформы, изначально задумывалась как инструмент поддержки управленческих решений, а не как механизм автоматического правоприменения.

Этап 2. Специализация и вектор на продуктивизацию. На основе анализа накопленных данных, используя механизмы гибридной модели [Зарецкий, Шереметьева, 2025a], команда приступила к адаптации решения под прикладные задачи. Осуществляется переход от универсальной модели к специализированным модулям детекции риск-сценариев. Данный вектор развития согласуется с актуальными научными трендами, направленными на создание легковесных архитектур, способных эффективно обрабатывать потоковые данные в условиях ограничений вычислительных мощностей [Cao et al., 2023]. Такой подход (Data-Driven Development) позволяет формировать архитектуру продукта, опираясь на статистику реальных инцидентов, что призвано повысить точность работы алгоритмов в городской среде.

Результаты и их обсуждение

Важнейшим промежуточным результатом проекта стала разработка управленческого интерфейса системы. Агрегированные данные визуализируются в виде аналитических дашбордов платформы Netvision. Подобная интеграция IoT-сенсоров и облачной аналитики для создания «умной» городской инфраструктуры рассматривается в новейших работах как ключевой механизм обеспечения безопасности и устойчивости городской среды [Ficili et al., 2025].

Представленный на рис. 1 интерфейс демонстрирует возможности системы по визуализации и агрегации больших данных. В качестве иллюстрации приведен аналитический срез, сформированный по результатам обработки тестового массива видеопотока. Из общего объема в 21,7 тыс. распознанных треков алгоритмы выявили высокую долю событий с признаками нарушений: зафиксировано 19 тыс. эпизодов игнорирования требований спешивания и 508 фактов перевозки пассажиров. Такая детализация позволяет не только фиксировать статистику, но и локализовать конкретные участки систематического несоблюдения правил.

Визуализация этих данных на карте позволяет локализовать очаги напряженности транспортной сети и оценить реальную нагрузку на инфраструктуру в конкретный момент времени. Получение таких объективных количественных данных невозможно методами традиционного ручного наблюдения или выборочных рейдов.

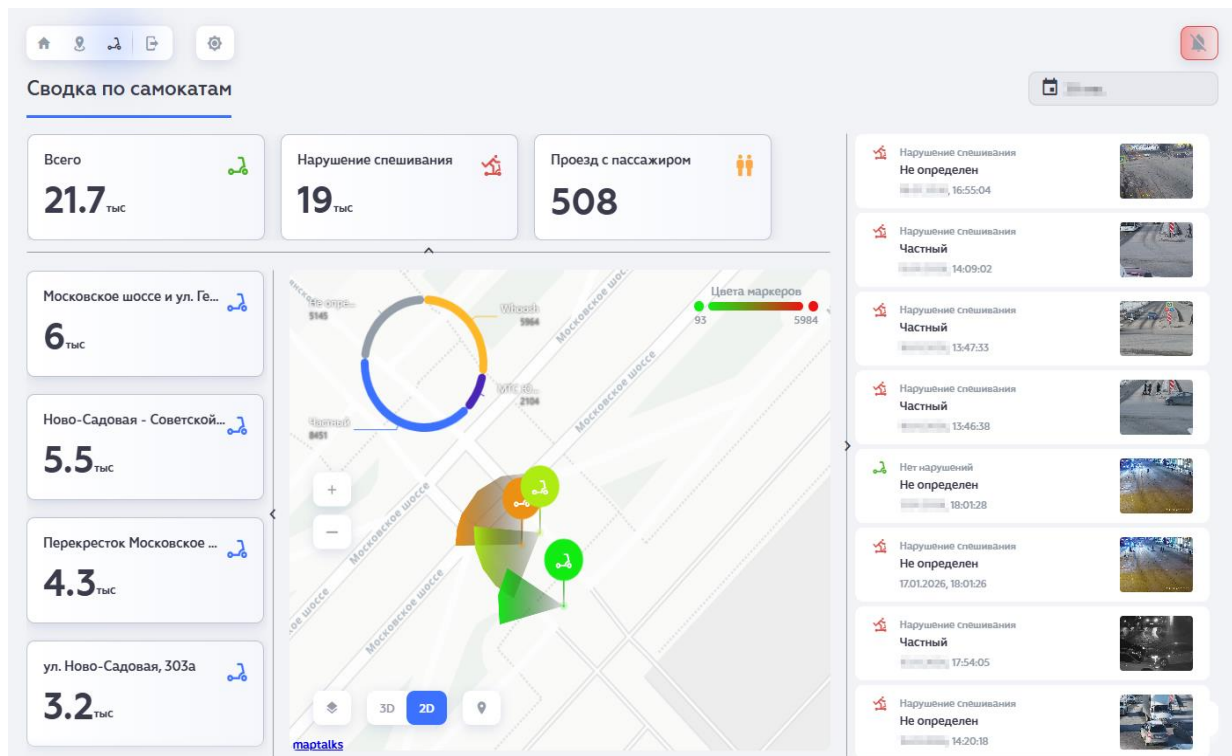


Рис. 1. Интерфейс системы поддержки принятия решений:
 визуализация плотности нарушений правил пользования СИМ

Fig. 1. Decision support system interface: visualization of the density of IMD usage rule violations

Полученные в ходе пилотного внедрения результаты требуют интерпретации не только с точки зрения точности детекции, но и в контексте управленческих выводов. Существенная доля зафиксированных нарушений не свидетельствует о намеренном игнорировании правил со стороны пользователей, а указывает на несформированность устойчивых поведенческих паттернов и недостаточную адаптацию городской инфраструктуры к новым форматам мобильности.

В этом смысле данные видеоаналитики позволяют сместить фокус управленческих решений с карательных мер на профилактические и регуляторные инструменты, включая изменение схем движения, корректировку правил эксплуатации и информационные кампании. Таким образом, система мониторинга выступает источником объективной аналитики, необходимой для выработки сбалансированных решений в сфере городской транспортной политики.

С управленческой точки зрения внедрение подобных дашбордов означает трансформацию системы из средства пассивного наблюдения в инструмент поддержки принятия решений (СППР). Подобная автоматизация процессов на основе данных не только повышает скорость реакции, но и обеспечивает необходимую прозрачность административных процедур [Довлатова и др., 2025], а переход к интеллектуальной обработке данных позволяет превратить хаотичное развитие в управляемый процесс [Ефимов, Медведева, 2025].

Функционал разработанной СППР создает возможности для реализации трех уровней управления.

Тактический уровень: обеспечение ситуационной осведомленности и выявление участков с аномально высокой плотностью трафика СИМ для оперативной корректировки маршрутов патрулирования. Система позволяет перейти от планового покрытия территории к распределению ресурсов в режиме реального времени. Это согласуется с выводами [Dardour et al., 2025] о том, что именно способность к превентивной реакции на инциденты «здесь и сейчас» является главным критерием эффективности современных систем городской безопасности.

Стратегический уровень: формирование объективной аналитической базы (пример детекции событий представлен в правой части рисунка) для аргументированного диалога с операторами кикшеринга о введении зон ограничений.

Прогностический уровень: моделирование эффективности инфраструктурных решений на основе статистики реальных поездок, а не теоретических расчетов. Как показывают исследования [Folco et al., 2023], применение подобных data-driven подходов позволяет перейти от хаотичного развития велосети к автоматизированному сценарному планированию, математически балансирующему спрос и риски безопасности. Такой подход соответствует современной концепции управления жизненным циклом, где данные мониторинга позволяют проигрывать сценарии «что-если» (what-if analysis) и оценивать риски управленческих решений в виртуальной среде еще до их физической реализации [Вовчок, 2025]. Идеологически этот принцип перекликается с положениями классической теории городской динамики Дж. Форрестера, также указывавшего на необходимость симуляции решений в сложных системах для предотвращения неявных эффектов [Forrester, 1969].

Заключение

В результате проведенного исследования показано, что интеграция интеллектуальных систем мониторинга микромобильности в экосистему умного города выходит за рамки инженерно-технических задач и представляет собой комплексную управленческую проблему. Специфика предметной области, характеризующаяся высокой динамикой изменений и нормативной неопределенностью, диктует необходимость трансформации классических подходов к менеджменту разработки.

Научная новизна работы заключается в обосновании подхода к адаптивному управлению жизненным циклом пилотного ИИ-продукта на основе гибридной модели [Зарецкий, Шереметьева, 2025а]. Разделение процесса на исследовательский и продуктовый контуры позволило сбалансировать высокие риски проверки научных гипотез с жесткими требованиями к срокам вывода продукта на рынок. Подтверждено, что ориентация на использование аналитических данных именно для поддержки управленческих решений (ЕВМ), а не для прямого автоматического правоприменения, является наиболее эффективной стратегией на этапе становления отрасли.

Практическая значимость результатов подтверждена апробацией решения на платформе Netvision. Результаты пилотного внедрения продемонстрировали потенциал системы видеоаналитики как инструмента для снижения информационной асимметрии в диалоге с операторами кикшеринга и создания объективной цифровой основы для регулирования трафика. Предложенный методический подход создает технологический задел и может служить базой для разработки аналогичных интеллектуальных сервисов в транспортной инфраструктуре городов.

Список литературы

- Аллагужин И.К., Сергеев А.Л. 2024. Правовое регулирование использования средств индивидуальной мобильности. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, 12-1 (99): 19–21. DOI 10.24412/2500-1000-2024-12-1-19-21. EDN NAJDJV.
- Вовчок С.С. 2025. Роль цифровых двойников в управлении жизненным циклом транспортной инфраструктуры: от проектирования до эксплуатации. *Парадигма*, 6-1: 79–84. – EDN DULMBF.
- Довлатова А., Иванов В.Г., Теплов А.В. 2025. Электронное правительство в Российской Федерации: перспективы и вызовы. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление*, 12(2): 212–224. DOI: 10.22363/2312-8313-2025-12-2-212-224. EDN ONQKXH.
- Ефимов А.А., Медведева К.С. 2025. Интеллектуальные транспортные системы: перспективы, эффективность и проблемы. *International Journal of Advanced Studies*, 15(1): 132–150. DOI 10.12731/2227-930X-2025-15-1-349. EDN YPPJJO.
- Зарецкий И.С., Шереметьева Е.Н. 2025. Гибридная модель управления разработкой интеллектуального программного обеспечения. Устойчивое развитие социально-экономической системы Российской Федерации : сб. тр. XXVI Междунар. науч.-практ. конф. Симферополь : Ариал: 467–470. EDN YZZRWW.

- Зарецкий И.С., Шереметьева Е.Н. 2025. Совершенствование управления R&D-проектами в организациях-разработчиках интеллектуального программного обеспечения. Наука XXI века: актуальные направления развития : сб. науч. ст. XIV Междунар. науч.-практ. конф. Самара: Изд-во СГЭУ: 277-280. EDN EKHIAR.
- Леонтьев Д.В. 2025. Кикшеринг в России: как сервисы аренды самокатов меняют городскую мобильность. Российская наука: актуальные исследования и разработки : сб. науч. ст. I Всерос. науч.-практ. конф. Самара : Изд-во СГЭУ: 127–132. EDN TDELRM.
- Попов Е.В., Семячков К.А. 2020. Систематизация подходов к оценке развития умных городов. *Экономика региона*, 16(1): 14-27. DOI 10.17059/2020-1-2. EDN MSCVGC.
- Рубцова М.В. 2023. Проблемы безопасности дорожного движения при использовании средств индивидуальной мобильности в России. *Современная наука*, 2: 27–30. EDN UVOUKZ.
- Соколова О.И., Зырянкина К.Э. 2025. Методы анализа и синтеза интеллектуальных транспортных систем, их архитектуры и алгоритмов восстановления работоспособности. *Интеллектуальный транспорт*, 9, 2(34): 30–42. EDN EQHELRL.
- Akerlof G.A. 1970. The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84, 3: 488–500.
- Arrow K.J. 1963. Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care. *The American Economic Review*, 53(5): 941–973
- Beck K. et al. 2001. Manifesto for Agile Software Development [Electronic resource]. URL: <https://agilemanifesto.org> (date of access: 09.01.2026).
- Cao Y. et al. 2023. Multimodal Object Detection by Channel Switching and Spatial Attention. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops: 403–411.
- Chapman P. et al. 2000. CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide. SPSS Inc., 78 p.
- Dardour A., Haji E.El., Begdouri M.A. 2025. Video Surveillance and Artificial Intelligence for Urban Security in Smart Cities: A Review of a Selection of Empirical Studies from 2018 to 2024. *Computer Sciences and Mathematics Forum*, 10, 15. DOI: 10.3390/cmsf2025010015.
- Ficili I. et al. 2025. From Sensors to Data Intelligence: Leveraging IoT, Cloud, and Edge Computing with AI. *Sensors*, 25, 1763. DOI: 10.3390/s25061763.
- Folco P., Gauvin L., Tizzoni M., Szell M. 2023. Data-driven micromobility network planning for demand and safety. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 50, 8: 2087–2102. DOI: 10.1177/23998083221135611.
- Forrester J.W. 1969. Urban Dynamics. Cambridge : MIT Press, 285 p.
- Lin Y.-K. et al. 2024. Applications of Computer Vision in Transportation Systems: A Systematic Literature Review. SHS Web of Conferences, 194, 01004. DOI: 10.1051/shsconf/202419401004.
- Rousseau D.M. 2006. Is there such a thing as “evidence-based management”? *Academy of Management Review*, 31, 2: 256–269.
- Shimaoka A.M., Ferreira R.C., Goldman A. 2025. Leveraging XP and CRISP-DM for Agile Data Science Projects. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 9(4): 1–7. DOI: 10.24018/ejece.2025.9.4.739.
- Vanus J., Bilik P. 2022. Research on Micro-Mobility with a Focus on Electric Scooters within Smart Cities. *World Electric Vehicle Journal*, 13(10): 176. DOI 10.3390/wevj13100176. EDN ZFKLYK.

References

- Allaguzhin I.K., Sergeev A.L. 2024. Legal regulation of the use of personal mobility aids. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 12-1 (99):19–21 (in Russian). DOI 10.24412/2500-1000-2024-12-1-19-21. EDN NAJDJV.
- Vovchok S.S. 2025. The role of digital twins in managing the lifecycle of transport infrastructure: from design to operation. *Paradigm*, 6-1: 79–84 (in Russian). – EDN DULMBF.
- Dovlatova A., Ivanov V.G., Teplov A.V. 2025. Electronic government in the Russian Federation: prospects and challenges. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: State and Municipal Administration*, 12(2):212–224 (in Russian). DOI: 10.22363/2312-8313-2025-12-2-212-224. EDN ONQKXH.
- Efimov A.A., Medvedeva K.S. 2025. Intelligent transportation systems: prospects, efficiency, and challenges. *International Journal of Advanced Studies*, 15(1): 132–150 (in Russian). DOI 10.12731/2227-930X-2025-15-1-349. EDN YPPJIO.

- Zaretsky I.S., Sheremetyeva E.N. 2025. A hybrid management model for intelligent software development. Sustainable development of the socio-economic system of the Russian Federation : collection of tr. XXVI International Scientific and Practical Conference Simferopol : Arial: 467–470 (in Russian). EDN YZZRWW.
- Zaretsky I.S., Sheremetyeva E.N. 2025. Improving the management of R&D projects in organizations that develop intelligent software. Science of the 21st century: current directions of development : collection of scientific articles of the XIV International Scientific and Practical Conference. Samara: SGEU Publishing House: 277–280 (in Russian). EDN EKHIAR.
- Leontiev D.V. 2025. Kicksharing in Russia: how scooter rental services are changing urban mobility. Russian science: current research and development : collection of scientific articles of the First All-Russian Scientific and Practical Conference. Samara : SGEU Publishing House: 127–132 (in Russian). EDN TDELRM.
- Popov E.V., Semyachkov K.A. 2020. Systematization of approaches to assessing the development of smart cities. *Economics of the Region*, 16(1):14–27 (in Russian). DOI 10.17059/2020-1-2. EDN MSCVGC.
- Rubtsova M.V. 2023. Problems of road safety when using personal mobility equipment in Russia. *Modern Science*, 2:27–30 (in Russian). EDN UVOUKZ.
- Sokolova O.I., Zyryankina K.E. 2025. Methods of analysis and synthesis of intelligent transport systems, their architecture and algorithms for restoring functionality. *Intelligent Transport*, 9, 2(34): 30–42 (in Russian). EDN EQHELK.
- Akerlof G.A. 1970. The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84, 3: 488–500.
- Arrow K.J. 1963. Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care. *The American Economic Review*, 53(5): 941–973
- Beck K. et al. 2001. Manifesto for Agile Software Development [Electronic resource]. URL: <https://agilemanifesto.org> (date of access: 09.01.2026).
- Cao Y. et al. 2023. Multimodal Object Detection by Channel Switching and Spatial Attention. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops: 403–411.
- Chapman P. et al. 2000. CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide. SPSS Inc., 78 p.
- Dardour A., Haji E.El., Begdouri M.A. 2025. Video Surveillance and Artificial Intelligence for Urban Security in Smart Cities: A Review of a Selection of Empirical Studies from 2018 to 2024. *Computer Sciences and Mathematics Forum*, 10, 15. DOI: 10.3390/cmsf2025010015.
- Ficili I. et al. 2025. From Sensors to Data Intelligence: Leveraging IoT, Cloud, and Edge Computing with AI. *Sensors*, 25, 1763. DOI: 10.3390/s25061763.
- Folco P., Gauvin L., Tizzoni M., Szell M. 2023. Data-driven micromobility network planning for demand and safety. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 50, 8: 2087–2102. DOI: 10.1177/23998083221135611.
- Forrester J.W. 1969. *Urban Dynamics*. Cambridge : MIT Press, 285 p.
- Lin Y.-K. et al. 2024. Applications of Computer Vision in Transportation Systems: A Systematic Literature Review. *SHS Web of Conferences*, 194, 01004. DOI: 10.1051/shsconf/202419401004.
- Rousseau D.M. 2006. Is there such a thing as “evidence-based management”? *Academy of Management Review*, 31, 2: 256–269.
- Shimaoka A.M., Ferreira R.C., Goldman A. 2025. Leveraging XP and CRISP-DM for Agile Data Science Projects. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 9(4): 1–7. DOI: 10.24018/ejece.2025.9.4.739.
- Vanus J., Bilik P. 2022. Research on Micro-Mobility with a Focus on Electric Scooters within Smart Cities. *World Electric Vehicle Journal*, 13(10): 176. DOI 10.3390/wevj13100176. EDN ZFKLYK.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 21.01.2026
Поступила после рецензирования 25.02.2026
Принята к публикации 11.03.2026

Received January 21, 2026
Revised February 25, 2026
Accepted March 11, 2026



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зарецкий Илья Сергеевич, соискатель
Института менеджмента, Самарский
государственный экономический университет,
г. Самара, Россия

Шереметьева Елена Николаевна, доктор
экономических наук, доцент, профессор
Института менеджмента, Самарский
государственный экономический университет,
г. Самара, Россия

Сайдашев Андрей Алексеевич, студент
Института информатики и кибернетики,
Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С.П. Королева,
г. Самара, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ilya S. Zaretskii, External PhD student at the
Institute of Management, Samara State University of
Economics, Samara, Russia

Elena N. Sheremetyeva, Doctor of Economics,
Associate Professor, Professor at the Institute of
Management, Samara State University of
Economics, Samara, Russia

Andrey A. Saidashev, Student at the Institute of
Computer Science and Cybernetics, Samara
National Research University named after
Academician S.P. Korolev, Samara, Russia

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

УДК 334.73

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-330-341

EDN HMFYBN

Цифровая трансформация бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве

Дюсегалиева Б.М.

Атырауский университет им. Халел Досмухамедова,
Республика Казахстан, 060011, г. Атырау, Казахстан, пр. Студенческий, д. 1
d.bakitnur@asu.edu.kz

Аннотация. Цель статьи – определить подходы к цифровой трансформации бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве. В статье выявлены и систематизированы проблемы развития малых форм хозяйствования в животноводстве: по отношению к производственно-коммерческому циклу (ресурсные, операционные (производственные), сбытовые проблемы), по характеру причин, обусловивших проблему (внешние и внутренние причины), по масштабности проявления проблемы (системные и частные). Кроме того, считаем целесообразным выделять не только проблемы собственно животноводства, но и переработки продукции животноводства, поскольку они в совокупности являются взаимообусловленными, имеют схожее происхождение и возможные взаимосвязанные пути решения. Для их решения предлагается сформировать кооперативную экосистему малых форм хозяйствования в животноводстве, учитывающую как отраслевые факторы размера рынка, уровня развития инфраструктуры и присутствия конкуренции, так и особенности развития кооперативных отношений в цифровой среде, а также предлагается использовать не универсальный и широкий термин «бизнес-система», а специализированную категорию «кооперативная экосистема» и научно выстраивать кооперативную цифровую экосистему как самостоятельный объект и как эволюционное продолжение имплементации кооперативных идей в животноводство на цифровой основе (бизнес-системы → кооперативная экосистема).

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровая трансформация, цифровые экосистемы, животноводство, малые формы хозяйствования, Казахстан

Для цитирования: Дюсегалиева Б.М. 2026. Цифровая трансформация бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве. *Экономика. Информатика*, 53(2): 330–341. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-330-341. EDN HMFYBN

Digital Transformation of Business Systems of Small-Scale Livestock Farms

Bakitnur M. Dyusegalieva

Khalel Dosmukhamedov Atyrau University,
1 Studenchesky Ave., Atyrau 060011, Kazakhstan
d.bakitnur@asu.edu.kz

Abstract. The purpose of this article is to identify approaches to the digital transformation of business systems in small-scale livestock farming. The article identifies and systematizes the challenges facing small-scale livestock farming development: in relation to the production and commercial cycle (resource, operational

© Дюсегалиева Б.М., 2026

(production), and sales issues), by the nature of the underlying causes (external and internal), and by the scale of the problem (systemic and specific). Furthermore, we believe it is appropriate to highlight not only the challenges inherent in livestock farming itself but also those associated with livestock product processing, as these challenges are interrelated, share similar origins, and have potential interrelated solutions. To address these challenges, we propose a cooperative ecosystem of small-scale livestock farming that takes into account both industry-specific factors such as market size, level of infrastructure development, and the presence of competition, as well as the specific development of cooperative relations in the digital environment. We also suggest using the specialized category of "cooperative ecosystem" instead of the universal and broad term "business system". A cooperative digital ecosystem should be scientifically constructed as an independent entity and an evolutionary continuation of the implementation of cooperative ideas in livestock farming on a digital basis (business systems → cooperative ecosystem).

Keywords: digital economy, digital transformation, digital ecosystems, livestock farming, small businesses, Kazakhstan

For citation: Dyusegalieva B.M. 2026. Digital Transformation of Business Systems of Small-Scale Livestock Farms. *Economics. Information technologies*, 53(2): 330–341 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-330-341. EDN HMFYBN

Введение

В цифровой аграрной экономике происходит значительное количество масштабных изменений, что характерно для экономических механизмов агробизнеса по всему миру. Это означает, что бизнес-системам отдельных субъектов также нужно адаптироваться к динамике изменяющегося мира. Существует необходимость в трансформации бизнес-систем животноводства для малых форм хозяйствования, чтобы они соответствовали новым требованиям цифрового рынка. Малые животноводческие формы хозяйствования в Казахстане не могут существовать и конкурентно функционировать в изоляции от окружающей среды даже в условиях оказания широкой государственной поддержки, что подтверждает роль кооперации в обеспечении их развития. Успешное развитие малых форм хозяйствования в современном цифровом мире определяется их способностью адаптироваться к цифровым изменениям экономики и общества и быть конкурентоспособными, коммуницировать с другими участниками рынка, минимизируя цифровую информационную асимметрию, а также вносить свой вклад в развитие сельскохозяйственной отрасли страны. В традиционной экономике поставленные задачи могли быть решены посредством широкой кооперации малых форм хозяйствования. В условиях цифровой трансформации экономики, как мы считаем, остается актуальной не только собственно реализация идей кооперирования малых животноводческих форм хозяйствования, но и построение национальной цифровой экосистемы в сельском хозяйстве Казахстана, основанной на кооперативных идеях, принципах и лучшей мировой практике кооперации.

Развитию цифровых технологий и механизмам их применения в различных сферах уделяется значительное внимание в научных исследованиях ученых по всему миру. Среди иностранных ученых следует отметить труды [Rietveld, Ploog, Nieborg, 2020; Rietveld, Schilling, 2021], в том числе теоретическими проблемами формирования экосистем занимаются [Carliss, 2020; Foss, Schmidt, Teece, 2022; Gawer, 2021; Jacobides, Lianos, 2021; Koch, Krohmer, Naab, Rost, Trapp, 2022; Kretschmer, Leiponen, Schilling, Vasudeva, 2020; Silva, Gomes, Faria, Borini, 2024; Thomas, Ritala, Karhu, Heiskala, 2024]. Имплементации цифровых технологий и строительству экосистем в аграрной сфере посвящены исследования [Korobeynikova, Korobeynikov, Porova, Chekrygina, Melikhov, 2023; Treiber, Theunissen, Grebner, Witting, Bernhardt, 2023]. Среди российских и казахстанских ученых, исследующих экосистемные технологии в аграрной сфере, отметим [Даулиева, Ережепова, Бакытжан, 2022; Коробейников, 2024; Коробейникова, Очеретяная, Петерс, Шалдохина, 2022; Меденников, 2021; Монахов, Уколова, 2022; Сапарова, Сапарова, Сагинова, 2022], важную роль цифровых платформ и экосистем в развитии сельскохозяйственной кооперации отражают труды [Абилова, 2023; Татикова, Пягай,

Жумашева, 2024]. Вместе с тем для сельского хозяйства Казахстана роль сельскохозяйственной кооперации является недооценённой, с учетом проникновения в эту сферу цифровых технологий, что отмечается в работе [Лилимберг, Панина, 2019]. Являются фрагментарно исследованными вопросы цифровой трансформации бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве и включения их в кооперативную экосистему, сочетающую в себе как классические принципы кооперации, так и применение инновационных цифровых технологий для укрепления ее кооперативной сущности.

Объект и методы исследования

Объектом исследования выступают бизнес-системы малых форм хозяйствования в животноводстве. Предметом исследования – экономические процессы цифровой трансформации бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве. Цель статьи – определить подходы к цифровой трансформации бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве.

При выполнении работы использованы как общетеоретические методы (методы абстрагирования, формализации, аналогий, сценарного прогнозирования), так и эмпирический (общенаучные методы системного, пространственно-временного, структурно-функционального анализа, контент-анализ).

Информационно-эмпирическая база исследования представлена нормативно-законодательными актами Республики Казахстан, Министерства сельского хозяйства, Министерства искусственного интеллекта и цифрового развития Республики Казахстан, периодической печати, открытых интернет-источников.

Научная новизна и практическая значимость статьи состоит в обосновании подходов к цифровой трансформации бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве, отличающихся от известных поэтапной разработкой кооперативной экосистемы, где на первом этапе исходные бизнес-экосистемы малых форм хозяйствования в животноводстве подлежат цифровизации и кооперированию с другими отраслевыми субъектами хозяйствования; на втором этапе создается кооперативная цифровая экосистема, и ее участниками становятся малые формы хозяйствования в животноводстве, объединенные в кооперативы, обладающие цифровой структурой и цифровыми компетенциями; на третьем этапе кооперативная цифровая экосистема интегрируется в существующую цифровую отраслевую экосистему АПК Казахстана и пользуется цифровыми возможностями государственных и негосударственных цифровых платформ.

Результаты и их обсуждение

Проблемы развития животноводства в малых формах хозяйствования в Казахстане

В экономике животноводства для малых форм хозяйствования существует ряд взаимосвязанных и несистемных проблем, которые препятствуют как развитию собственно малых форм, так и достижению общих целей развития национального животноводства и сельского хозяйства в целом. Для достижения целей данного исследования предлагаем проводить систематизацию выявленных проблем (рис. 1) по следующим группам: по отношению к производственно-коммерческому циклу (ресурсные, операционные (производственные), сбытовые проблемы), по характеру причин, обусловивших проблему (внешние и внутренние причины), по масштабности проявления проблемы (системные и частные). Кроме того, считаем целесообразным выделять не только проблемы собственно животноводства, но и переработки продукции животноводства, поскольку они в совокупности являются взаимообусловленными, имеют схожее происхождение и возможные взаимосвязанные пути решения.

Таким образом, проведенный выше анализ позволил выделить следующие проблемы развития малых форм хозяйствования в животноводстве Казахстана:

1. Проблемы производства первичной продукции животноводства:
 - 1.1. Ресурсные проблемы:

- деградация и низкая продуктивность пастбищных угодий из-за отсутствия агротехнологических мероприятий по сохранению почвенного плодородия, низкий уровень освоения отгонных пастбищ ввиду их недостаточной обводненности;
- формальные и неформальные препятствия для доступа малых форм хозяйствования к пастбищным угодьям высокого качества;
- дефицит покупных кормов из-за схожих проблем кормопроизводства в соседних странах, а также на внутреннем рынке в целом (при том, что крупные субъекты хозяйствования, в отличие от малых форм, имеют возможность организации поставок покупных кормов, а также организации собственного кормопроизводства);
- высокие затраты на приобретение покупных кормов из-за диспаритета цен на продукцию разных отраслей;
- высокая доля низкопродуктивного беспородного скота из-за отсутствия племенной работы в малых формах хозяйствования, отсутствия централизованных государственных племенных учреждений и сервисных кооперативов племенного профиля;
- дефицит квалифицированных ветеринарных кадров из-за низкой привлекательности условий труда и сложностей приобретения высокой квалификации;
- отсутствие льготного финансирования инвестиций и текущей деятельности.



Рис. 1. Проблемы развития животноводства в малых формах хозяйствования в Казахстане
Fig. 1. Problems of development of livestock farming in small-scale farming in Kazakhstan

Для малых форм хозяйствования ресурсные проблемы являются системными и обусловленными внешними причинами, поэтому составляют объективные ограничения для развития конкурентной деятельности, для преодоления которых предлагается задействовать потенциал сельскохозяйственной кооперации.

На актуальность проблемы усложненного доступа малых форм хозяйствования к пастбищным угодьям указывает тот факт, что в начале 2023 года были внесены изменения в Кодекс об административных правонарушениях по вопросам госконтроля за использованием и охраной земель, касающихся, с одной стороны, усиления ответственности должностных лиц местных исполнительных органов власти за нарушения земельного законодательства, а, с другой стороны, ответственности лиц, имеющих в собственности пастбищные и сенокосные угодья, за незаконное сенокосение и пастьбу скота на землях населенных пунктов. Предпринятые меры стали ответом на недостаточность пастбищ для сельского населения, которая, несмотря на сокращение в результате указанных мер, составляет по стране в целом около 8,9 млн га. Также в стране планируется ввести около сорока Планов по управлению пастбищами, включающих мероприятия по предотвращению дальнейшей деградации земель, в том числе за счет коренного и поверхностного улучшения пастбищ путем посева однолетних и многолетних культур, а также развитие и реконструкцию объектов пастбищной инфраструктуры [Цифровая сельхозкарта..., 2024].

1.2. Операционные (производственные) проблемы:

- несовершенство технологических производственных процессов, отсутствие механизации, автоматизации и цифровизации;
- отсутствие племенной работы, что снижает объемы и качество производимой продукции;
- сложная эпизоотическая ситуация;
- низкий уровень заработной платы работников животноводства и ветеринарии;
- высокая себестоимость готовой продукции высокого качества;
- искажение статистических данных в животноводстве из-за некорректного похозяйственного учета, либо его отсутствия (неверные исходные данные для целей государственного управления отраслью приводят к дефициту, либо перепроизводству продукции, неэффективности планирования и государственной поддержки, разбалансированию внутренних сырьевого и продовольственного рынков [Трансформация животноводства в Казахстане..., 2026]).

Для малых форм хозяйствования операционные (производственные) проблемы являются в большей степени системными и обусловленными внешними причинами (за исключением частной проблемы искажения статистических данных). Проблема несовершенства технологических производственных процессов (отсутствие механизации, автоматизации и цифровизации) могла бы стать частной при наличии комплексной государственной поддержки инвестиционной деятельности по данному направлению через систему профильных кооперативов.

1.3. Сбытовые проблемы:

- высокая конкуренция на внутреннем рынке из-за высокой доли менее качественного импорта (заменители натуральных продуктов);
- низкая маржинальность производства и продаж;
- исключение из состава товарной продукции компонентов туши животных (на прочих компонентах туши – кровь, внутренности, конечности – национальные производители зарабатывают около 70 долл. США с одной головы, а в странах в развитым симбиозом производства и переработки их стоимость составляет от 200 до 500 долл. США [О проблеме приписок..., 2026]);
- сложности сохранности готовой продукции и неразвитость логистики продаж;
- сложности с продажей побочной продукции животноводства (шкуры, шерсть) из-за ее низкого качества.

Для малых форм хозяйствования сбытовые проблемы также являются в основном общерыночными, следуя предложенной классификации – системными и обусловленными внешними причинами. Внутренними причинами вызваны проблемы исключения из состава товарной продукции компонентов туши животных и продажи побочной продукции

животноводства низкого качества, которые можно было бы решить, с одной стороны, путем научно обоснованной организации внутренних технологических процессов, с другой стороны, системным вовлечением малых форм хозяйствования в систему сбытовой кооперации.

2. Проблемы переработки продукции животноводства (цепочек добавленной стоимости):

2.1. Ресурсные проблемы:

- недостаточные объемы сырья отечественного производства для переработки животноводческой продукции;
- высокие издержки на приобретение животноводческого сырья для переработки;
- дефицит трудовых ресурсов, особенно высококвалифицированных;
- отсутствие льготного финансирования инвестиций и текущей деятельности;
- недостаточность субсидий на переработку продукции животноводства;
- низкое качество шкур для переработки по причине их неправильной подготовки и хранения до момента передачи перерабатывающему предприятию (так, годовой объем производства шкур в Казахстане составляет 3,5 млн штук, из которых не более 600 тыс. штук (или 17 %) идет на переработку и экспорт [О проблеме приписок..., 2026]).

Для перерабатывающих предприятий ресурсные проблемы являются следствием имеющихся производственных и сбытовых проблем для малых производителей первичного животноводческого сырья. В силу неразвитости централизованных систем закупок животноводческой продукции (в том числе кооперативных сетей) возникают первые две указанные проблемы, а также проблема низкого качества перерабатываемой продукции, поэтому их мы идентифицируем как системные и обусловленные внешними причинами. При организации малых перерабатывающих производств (в том числе на кооперативной основе) данные проблемы могут быть нивелированы, либо перейти в разряд частных. Проблемы отсутствия льготного финансирования инвестиций и текущей деятельности и недостаточности субсидий на переработку продукции животноводства также являются системными и обусловленными внешними причинами и требуют государственной поддержки в их решении.

2.2. Операционные (производственные) проблемы:

- высокая доля морально и физически устаревшего оборудования, отсутствие высокотехнологичных производств;
- искажение статистических данных в переработке продукции животноводства (так, по данным официальной статистики, которую озвучивал Министр сельского хозяйства Казахстана А. Сапаров, в стране производится около 6,5 млн тонн молока, но в переработку, которая испытывает дефицит сырья, попадает всего 2,1 млн тонн, что объясняется исторической практикой так называемых «приписок» [О проблеме приписок..., 2026]).

Для перерабатывающих предприятий операционные (производственные) проблемы имеют иной генезис, нежели ресурсные проблемы. Поэтому мы их определяем скорее как частные и обусловленные внутренними причинами, но вместе с тем в определенной мере являющиеся следствием ресурсных проблем.

2.3. Сбытовые проблемы:

- высокая конкуренция на внутреннем рынке из-за высокой доли менее качественного импорта (искусственные заменители натурального сырья и готовой продукции переработки);
- ограниченность внутреннего и внешних рынков сбыта произведенной продукции;
- низкая маржинальность переработки и продаж продукции.

Для перерабатывающих предприятий сбытовые проблемы являются обусловленными отчасти внутренними причинами (проблемы низких конкурентоспособности и маржинальности), а отчасти внешними причинами (проблемы ограниченности рынков). Для решения сбытовых проблем как первичных производителей, так и перерабатывающих предприятий в дальнейшем будут предложены механизмы кооперации, формирующие удлиненные цепочки добавленной стоимости и повышающие эффективность деятельности всех звеньев.

Цифровая трансформация бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве

Под трансформацией бизнес-систем малых форм хозяйствования в животноводстве мы понимаем процессы объединения кооперируемых участников и способов их работы внутри

экосистемы, вызванные как развитием новых технологий, так и влиянием процессов кооперации.

Цифровой трансформации, по мнению автора, свойственны характеристики:

– динамичности (цифровые преобразования происходят с высокой скоростью как по причине эффекта низкой базы в малых животноводческих формах хозяйствования, так и в силу ускоренной имплементации цифровых технологий в практику хозяйствования малых форм);

– перманентности (цифровые преобразования происходят на постоянной основе по причине совершенствования доступных малым формам хозяйствования способов цифровизации и инструментов их применения);

– комплементарности (в практике хозяйствования имеет место взаимодополняемость цифровых и традиционных (аналоговых) технологий с постепенным замещением последних);

– целостности (цифровые преобразования происходят путем встраивания цифровых технологий и инструментов в существующую хозяйственную практику без разрушения сложившихся ранее связей внутри системы – предприятия или организации, но с их существенной оптимизацией в части структуры и процессов);

– дифференцированности (степень проникновения и ассортимент цифровых технологий и инструментов для малых форм хозяйствования в животноводстве определяется как объективными ограничениями и особенностями – финансовыми, технологическими и др., так и субъективными факторами – принятием и оценкой полезности технологий и инструментов собственниками и управленцами);

– отраслевой специфики (отраслевая специфика – производственно-технологическая, финансово-экономическая, географическая, социально-демографическая – определяет вариативность применяемых цифровых технологий и инструментов, а также наиболее эффективные зоны их приложения – отраслевые объекты и их системы).

Предлагается сформировать кооперативную экосистему малых форм хозяйствования в животноводстве, учитывающую как отраслевые факторы размера рынка, уровня развития инфраструктуры и присутствия конкуренции, так и особенности развития кооперативных отношений в цифровой среде. Логика предлагаемой последовательности цифровой трансформации применительно к объектам исследования представлена на рис. 2.

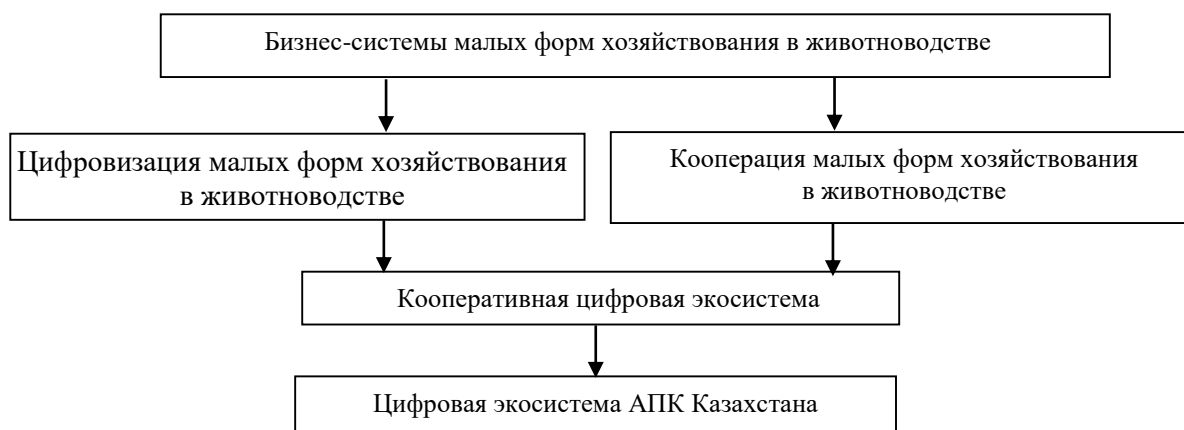


Рис. 2. Предлагаемая последовательность цифровой трансформации и кооперации малых форм хозяйствования животноводства Казахстана

Fig. 2. The proposed sequence of digital transformation and cooperation of small-scale livestock farming in Kazakhstan

По мнению автора, цифровая трансформация малых форм хозяйствования животноводства Казахстана должна осуществляться в следующей последовательности:

1) на первом этапе исходные бизнес-экосистемы малых форм хозяйствования в животноводстве подлежат а) цифровизации (переводу на цифровую модель функционирования и взаимодействия с контрагентами) и б) кооперированию с другими

отраслевыми субъектами хозяйствования (путем образования новых кооперативов либо вхождения в качестве членов в уже имеющиеся кооперативы);

2) на втором этапе создается кооперативная цифровая экосистема и ее участниками становятся малые формы хозяйствования в животноводстве, объединенные в кооперативы, обладающие цифровой структурой и цифровыми компетенциями;

3) на третьем этапе кооперативная цифровая экосистема интегрируется в существующую цифровую отраслевую экосистему АПК Казахстана и пользуется цифровыми возможностями государственных и негосударственных цифровых платформ (Е-АПК и других) для оказания проактивных государственных услуг и коммерческих услуг малым формам хозяйствования.

Основные структурно-функциональные отличия существующих бизнес-систем животноводства и предлагаемой кооперативной экосистемы для цифровой трансформации малых форм хозяйствования обобщены в таблице.

Сравнительная характеристика бизнес-систем и предлагаемой кооперативной экосистемы для цифровой трансформации малых форм хозяйствования в животноводстве Казахстана
Comparative characteristics of business systems and the proposed cooperative ecosystem for the digital transformation of small-scale livestock farming in Kazakhstan

Бизнес-система	Кооперативная экосистема
Наличие экономических агентов с неопределенными характеристиками	Наличие членов кооперативов, регламентированных уставом, и внешних заинтересованных разноотраслевых экономических агентов с неопределенными характеристиками
Совокупность компаний одной отрасли, объединенных в экосистему	Совокупность кооперативов и их членов как самостоятельных участников, а также заинтересованных компаний других отраслей
Сотрудничество для достижения общей экосистемной цели	Сотрудничество для достижения целей кооперации
Общие цели развития технологий или создания новых технологических решений и инструментов	Общие кооперативные цели, реализуемые с помощью отраслевой адаптации технологий, разработки новых отраслевых технологических решений и инструментов
Связь между компаниями через процессы производства и продажи	Кооперативные связи между участниками
Создание продукта или услуги на коммерческой основе	Создание продукта или услуги на кооперативной основе
Разделение материальной и репутационной ответственности за производство	Разделение кооперативной (солидарной, субсидиарной) ответственности за результаты кооперации

Источник: составлено автором

Выделим ключевые факторы, определяющие трансформационные изменения в бизнес-системе животноводства малых форм хозяйствования и необходимость ее превращения в цифровую кооперативную экосистему животноводства малых форм хозяйствования:

– быстрый прогресс информационных технологий. С развитием ИТ-технологий происходит переход от привычной модели бизнеса к новому уровню цифровизации и автоматизации процессов. По мнению автора, если параллельно с цифровизацией внутренних процессов в малых формах хозяйствования осуществить формирование их кооперативной системы на цифровой основе, то ожидаемый эффект (экономический, социальный) будет выше. В частности, это приведет к возможности создания новых видов продукции, кооперативных услуг, формированию и удовлетворению новых потребительских запросов;

– сохранение тренда на глобализацию экономики с выделением нескольких центров деловой активности. Глобализация выступает драйвером инноваций и конкурентной борьбы между компаниями на мировом рынке, что позволяет крупным компаниям упрочивать

позиции и на национальном рынке. Для крупных животноводческих компаний возможность работать в международном масштабе обеспечивает доступ к новым рынкам и технологиям. Однако для малых форм хозяйствования в животноводстве глобализация несет риски давления крупных конкурентов, угрозы безопасности и другие вызовы, которым способно противостоять лишь кооперирование малых форм хозяйствования;

– рост конкуренции малых форм хозяйствования, являющийся следствием предыдущего фактора, также влияет на трансформационный характер бизнес-экосистемы в направлении создания цифровой кооперативной экосистемы. Высокая конкуренция в сфере производства продукции животноводства стимулирует мелкий агробизнес к кооперированию, что позволяет как снижать издержки, так и наращивать результаты деятельности;

– смена поколений – социальный фактор, затрагивающий как качество трудовых ресурсов малых предприятий, так и предпочтения потребителей животноводческой продукции, оказывающий значительное влияние на трансформационный характер бизнес-экосистемы и его склонность к кооперативному характеру трансформации. Трудовые ресурсы новых поколений наиболее позитивно воспринимают цифровые инновации и потому склонны к внедрению цифровых технологий и инструментов в бизнес-процессы, а современные потребители животноводческой продукции также положительно воспринимают цифровые инновации в продукции традиционных отраслей и способах ее получения;

– нормативное регулирование отрасли как фактор трансформационных изменений в бизнес-экосистеме животноводства малых форм хозяйствования в сочетании с государственной поддержкой также выступает одним из драйверов цифровизации, стимулируя изменения в стратегиях малых форм в части их кооперирования и вхождения в экосистемы и формируя новые условия для конкуренции.

Все вышеперечисленные факторы являются ключевыми драйверами трансформации бизнес-систем в кооперативную цифровую экосистему для животноводческих малых форм хозяйствования. При этом субъект малой формы может спровоцировать различного рода трансформации: начиная от наращивания объемов и совершенствования качества животноводческой продукции, сопутствующих услуг и заканчивая перестройкой всей системы управления. Необходимость адаптации под новые условия становится основополагающей задачей для каждого участника кооперативной цифровой экосистемы.

Заключение

Таким образом, в экономике животноводства для малых форм хозяйствования существует ряд взаимосвязанных и несистемных проблем, которые препятствуют как развитию собственно малых форм, так и достижению общих целей развития национального животноводства и сельского хозяйства в целом. Предложено проводить систематизацию выявленных проблем по группам: по отношению к производственно-коммерческому циклу (ресурсные, операционные (производственные), сбытовые проблемы), по характеру причин, обусловивших проблему (внешние и внутренние причины), по масштабности проявления проблемы (системные и частные). Кроме того, считаем целесообразным выделять не только проблемы собственно животноводства, но и переработки продукции животноводства, поскольку они в совокупности являются взаимообусловленными, имеют схожее происхождение и возможные взаимосвязанные пути решения.

Для решения указанных проблем предлагается сформировать кооперативную экосистему малых форм хозяйствования в животноводстве, учитывающую как отраслевые факторы размера рынка, уровня развития инфраструктуры и присутствия конкуренции, так и особенности развития кооперативных отношений в цифровой среде, а также предлагается использовать не универсальный и широкий термин «бизнес-система», а специализированную категорию «кооперативная экосистема» и научно выстраивать кооперативную цифровую экосистему как самостоятельный объект и как эволюционное продолжение имплементации кооперативных идей в животноводство на цифровой основе (бизнес-системы → кооперативная экосистема).

Список источников

- Цифровая сельхозкарта будет завершена в конце 2024 года – Минсельхоз. URL: https://www.inform.kz/ru/cifrovaya-sel-hozkarta-budet-zavershena-v-konce-2024-goda-minsel-hoz_a4024421 (дата обращения: 14 февраля 2026).
- Трансформация животноводства в Казахстане: вызовы и перспективы. URL: <https://www.korovainfo.ru/news/transformatsiya-zhivotnovodstva-v-kazakhstane-vyzovy-i-perspektivy/> (дата обращения: 14 февраля 2026).
- О проблеме приписок рассказал Айдарбек Сапаров на правчасе. URL: <https://kapital.kz/economic/127048/o-probleme-pripisok-rasskazal-aydarbek-saparov-na-pravchase.html> <https://kapital.kz/economic/127260/minsel-khoz-aktualiziroval-statistiku-po-zhivotnovodstvu.html> (дата обращения: 14 февраля 2026).

Список литературы

- Абилова Е.В. 2023. Цифровые платформы в совершенствовании деятельности сельскохозяйственной кооперации. *Общество, экономика, управление*, 3: 44–49.
- Даулиева Г.Р., Ережепова А.А., Бакытжан С.С. 2022. Цифровые системы в сельском хозяйстве Республики Казахстан: вектор успеха. *Проблемы агрорынка*, 2: 56–63.
- Коробейников Д.А. 2024. Развитие экосистемных форм реализации кредитных отношений в АПК. *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*, 59 (2): 95–111.
- Коробейникова О.М., Очеретяная Д.В., Петерс И.А., Шалдохина С.Ю. 2022. Цифровые экосистемы для агробизнеса. *Аграрная Россия*, 6: 40–47.
- Лилимберг С.И., Панина Г.В. 2019. Роль кооперации в повышении эффективности производственных систем в животноводстве. *Экономика сельского хозяйства России*, 4: 84–89.
- Меденников В.И. 2021. Цифровая онтологическая интеграция базовых цифровых платформ в экосистеме АПК. *Управление рисками в АПК*, 38: 7–20.
- Монахов С.В., Уколова Н.В. 2022. Цифровая трансформация трансфера технологий в сельском хозяйстве: создание и использование цифровых платформ. *АПК: экономика, управление*, 6: 25–32.
- Невзоров А.С., Демичев В.В. 2023. Система для анализа больших данных в сельском хозяйстве. *Московский экономический журнал*, 8(5).
- Сапарова Г.К., Сапарова Д.А., Сагинова Г.А. 2022. Цифровизация АПК Казахстана в условиях перехода к «зеленой экономике». *Вестник университета «Туран»*, 3(950): 175–186.
- Татикова А.У., Пягай А.А., Жумашева С.Т. 2024. Кооперация малого и среднего бизнеса в сельском хозяйстве Республики Казахстан. *Вестник университета «Туран»*, 1(101): 142–155.
- Carliss Y. 2020. Baldwin Ecosystems and Complementarities. Design Rules, How Technology Shapes Organizations. *Working Paper*, 5 (2): 21–33.
- Foss N., Schmidt J., Teece D. 2022. Ecosystem Leadership as a Dynamic Capability. *Long Range Planning*, 56 (1): 102270.
- Gawer A. 2021. Digital platforms and ecosystems: remarks on the dominant organizational forms of the digital age. *Innovation*, 24: 1–15.
- Jacobides M., Lianos I. 2021. Regulating platforms and ecosystems: an introduction. *Industrial and Corporate Change*, 30(1).
- Koch, M., Krohmer, D., Naab, M., Rost, D., Trapp, M. 2022. A matter of definition: Criteria for digital ecosystems. *Digit. Bus*, 2: 100027.
- Korobeynikova O., Korobeynikov D., Popova L., Chekrygina T., Melikhov V. 2023. Russian agribusiness and digital ecosystems: ways of interaction. XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022»: Proceedings, volume 1, Rostovon-Don, May 25–27, 2022. Cham: Springer: 1205–1215.
- Kretschmer T., Leiponen A., Schilling M., Vasudeva G. 2020. Platform ecosystems as meta-organizations: Implications for platform strategies. *Strategic Management Journal*, 43 (5): 1–20.
- Rietveld J., Ploog J.N., Nieborg D.B. 2020. Coevolution of platform dominance and governance strategies: Effects on complementor performance outcomes. *Academy of Management Discoveries*, 6 (3): 488–513.
- Rietveld J., Schilling M.A. 2021. Platform competition: A systematic and interdisciplinary review of the literature. *Journal of Management*, 47 (6): 1528–1563.
- Silva L., Gomes L., Faria A., Borini F. 2024. Innovation processes in ecosystem settings: An integrative framework and future directions. *Technovation*, 132.



- Thomas L., Ritala P., Karhu K., Heiskala M. 2024. Vertical and horizontal complementarities in platform ecosystems. *Innovation*, 27(4): 1–25.
- Treiber M., Theunissen T., Grebner S., Witting J., Bernhardt H. 2023. How to Successfully Orchestrate Content for Digital Agriecosystems. *Agriculture*, 13: 1003.

References

- Abilova E.V. 2023. Cifrovye platformy v sovershenstvovanii deyatel'nosti sel'skokhozyajstvennoj kooperacii [Digital platforms in improving the activities of agricultural cooperatives]. *Obshchestvo, ekonomika, upravlenie*, 3: 44–49.
- Daulieva G.R., Erezhepova A.A., Bakytzhan S.S. 2022. Cifrovye sistemy v sel'skom khozyajstve Respubliki Kazakhstan: vektor uspekha [Digital systems in agriculture in the Republic of Kazakhstan: a vector of success]. *Problemy agrorynka*, 2: 56–63.
- Korobeynikov D.A. 2024. Razvitie e`kosistemny`x form realizacii kreditny`x otnoshenij v APK [Development of ecosystem forms of implementing credit relations in the agro-industrial complex]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: E`konomika*, 59 (2): 95–111.
- Korobeynikova O.M., Ocheretyanaya D.V., Peters I.A., Shaldokhina S.Yu. 2022. Cifrovye e`kosistemy` dlya agrobiznesa [Digital ecosystems for agribusiness]. *Agrarnaya Rossiya*, 6: 40–47.
- Lilimberg S.I., Panina G.V. 2019. Rol kooperacii v povyshenii ehffektivnosti proizvodstvennykh sistem v zhivotnovodstve [The role of cooperation in improving the efficiency of production systems in animal husbandry]. *Ehkonomika sel'skogo khozyajstva Rossii*, 4: 84–89.
- Medennikov V.I. 2021. Cifrovaya ontologicheskaya integraciya bazovykh cifrovyykh platform v ehkosisteme APK [Digital ontological integration of basic digital platforms in the agro-industrial complex ecosystem]. *Upravlenie riskami v APK*, 38: 7–20.
- Monahov S.V., Ukolova N.V. 2022. Cifrovaya transformaciya transfera tekhnologij v sel'skom khozyajstve: sozdanie i ispolzovanie cifrovyykh platform [Digital Transformation of Technology Transfer in Agriculture: Creation and Use of Digital Platforms]. *APK: ehkonomika, upravlenie*, 6: 25–32.
- Nevzorov A.S., Demichev V.V. 2023. Sistema dlya analiza bolshikh dannykh v sel'skom khozyajstve [A system for big data analysis in agriculture]. *Moskovskij ehkonomicheskij zhurnal*, 8(5).
- Saparova G.K., Saparova D.A., Saginova G.A. 2022. Cifrovizaciya APK Kazakhstana v usloviyakh perekhoda k «zelenoj ehkonomie» [Digitalization of Kazakhstan's agro-industrial complex in the context of the transition to a "green economy"]. *Vestnik universiteta «Turan»*, 3(950): 175–186.
- Tatikova A.U., Pyagaj A.A., Zhumasheva S.T. 2024. Kooperaciya malogo i srednego biznesa v sel'skom khozyajstve Respubliki Kazakhstan [Cooperation of small and medium-sized businesses in agriculture of the Republic of Kazakhstan]. *Vestnik universiteta «Turan»*, 1(101): 142–155.
- Carliss Y. 2020. Baldwin Ecosystems and Complementarities. Design Rules, How Technology Shapes Organizations. *Working Paper*, 5 (2): 21–33.
- Foss N., Schmidt J., Teece D. 2022. Ecosystem Leadership as a Dynamic Capability. *Long Range Planning*, 56 (1): 102270.
- Gawer A. 2021. Digital platforms and ecosystems: remarks on the dominant organizational forms of the digital age. *Innovation*, 24: 1–15.
- Jacobides M., Lianos I. 2021. Regulating platforms and ecosystems: an introduction. *Industrial and Corporate Change*, 30(1).
- Koch, M., Krohmer, D., Naab, M., Rost, D., Trapp, M. 2022. A matter of definition: Criteria for digital ecosystems. *Digit. Bus*, 2: 100027.
- Korobeynikova O., Korobeynikov D., Popova L., Chekrygina T., Melikhov V. 2023. Russian agribusiness and digital ecosystems: ways of interaction. XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022»: Proceedings, volume 1, Rostovon-Don, May 25–27, 2022. Cham: Springer: 1205–1215.
- Kretschmer T., Leiponen A., Schilling M., Vasudeva G. 2020. Platform ecosystems as meta-organizations: Implications for platform strategies. *Strategic Management Journal*, 43 (5): 1–20.
- Rietveld J., Ploog J.N., Nieborg D.B. 2020. Coevolution of platform dominance and governance strategies: Effects on complementor performance outcomes. *Academy of Management Discoveries*, 6 (3): 488–513.
- Rietveld J., Schilling M.A. 2021. Platform competition: A systematic and interdisciplinary review of the literature. *Journal of Management*, 47 (6): 1528–1563.
- Silva L., Gomes L., Faria A., Borini F. 2024. Innovation processes in ecosystem settings: An integrative framework and future directions. *Technovation*, 132.



- Thomas L., Ritala P., Karhu K., Heiskala M. 2024. Vertical and horizontal complementarities in platform ecosystems. *Innovation*, 27(4): 1–25.
- Treiber M., Theunissen T., Grebner S., Witting J., Bernhardt H. 2023. How to Successfully Orchestrate Content for Digital Agriecosystems. *Agriculture*, 13: 1003.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 27.02.2026

Received February 27, 2026

Поступила после рецензирования 23.03.2026

Revised March 23, 2026

Принята к публикации 30.03.2026

Accepted March 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Дюсегалиева Бакитнур Мухитовна, магистр экономических наук, сеньор-лектор, заведующий кафедрой менеджмента, Атырауский университет им. Халел Досмухамедова, г. Атырау, Республика Казахстан

Bakitnur M. Dyusegalieva, Master of Economics, Senior Lecturer, Head of the Management Department, Khalel Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Republic of Kazakhstan

УДК 339.138
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-342-347
EDN IVHEZT

Прогноз развития маркетинговой парадигмы в высшем образовании до 2035 года: сценарный анализ и стратегические императивы

¹Кучерявенко С.А., ²Старикова М.С.

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ,
Россия, 119571, г. Москва, проспект Вернадского, д. 82, стр. 1
kucheryavenko_s@bsuedu.ru, s_ms@bk.ru

Аннотация. Современная высшая школа функционирует в условиях VUCA-среды, формируемой цифровизацией и растущим давлением ESG-повестки и смещением парадигмы организационного мышления в сторону экосистемности. В этих условиях традиционные концепции стратегического маркетинга, ориентированные на дискретные рынки и линейные модели взаимодействия, утрачивают свою актуальность. Предметом исследования является эволюция маркетинговой парадигмы в сфере высшего образования – включая её концептуальные основы и стратегические ориентиры – с учетом глобальных социально-экономических, технологических, демографических и образовательных трендов в период до 2035 года. Цель данной статьи – теоретически обосновать и описать трансформацию стратегического маркетинга университета в рамках экосистемного подхода. Делается вывод о том, что университет в новой парадигме выступает не как поставщик образовательных услуг, а как куратор человеческого капитала, платформа для сотворчества знаний, архитектор социальных изменений и узел глобальных сетей. Обоснована необходимость переосмысления целей, методов и показателей стратегической маркетинговой деятельности. Статья вносит вклад в развитие теории стратегического маркетинга в сфере высшего образования, предлагая концептуальную рамку для университетов, стремящихся к устойчивому развитию, и является продолжением исследований авторов в этой области.

Ключевые слова: маркетинг высшего образования, национальные исследовательские университеты, цифровая трансформация, ESG, искусственный интеллект

Для цитирования: Кучерявенко С.А., Старикова М.С. 2026. Прогноз развития маркетинговой парадигмы в высшем образовании до 2035 года: сценарный анализ и стратегические императивы. *Экономика. Информатика*, 53(2): 342–347. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-342-347. EDN IVHEZT

Forecast for the Development of the Marketing Paradigm in Higher Education until 2035: Scenario Analysis and Strategic Imperatives

¹Svetlana A. Kucheryavenko, ²Maria S. Starikova

¹Belgorod State National Research University,
85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia

²Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
82 Vernadsky Ave., Bld. 1, Moscow 119571, Russia
kucheryavenko_s@bsuedu.ru, s_ms@bk.ru

Abstract. Modern higher education operates in a VUCA environment shaped by digitalization, the growing pressure of the ESG agenda, and a paradigm shift in organizational thinking toward an ecosystem-based approach. In this context, traditional strategic marketing concepts focused on discrete markets and linear

© Кучерявенко С.А., Старикова М.С., 2026

interaction models are losing their relevance. This study examines the evolution of the marketing paradigm in higher education-including its conceptual foundations and strategic guidelines-taking into account global socioeconomic, technological, demographic, and educational trends through 2035. The purpose of this article is to theoretically substantiate and describe the transformation of university strategic marketing within the framework of an ecosystem approach. It concludes that in the new paradigm, the university acts not as a provider of educational services, but as a curator of human capital, a platform for knowledge co-creation, an architect of social change, and a hub for global networks. The need to rethink the goals, methods, and indicators of strategic marketing activities is substantiated. The article contributes to the development of strategic marketing theory in higher education by offering a conceptual framework for universities striving for sustainable development and is a continuation of the authors' research in this area.

Keywords: higher education marketing, national research universities, digital transformation, ESG, artificial intelligence

For citation: Kucheryavenko S.A., Starikova M.S. 2026. Forecast for the Development of the Marketing Paradigm in Higher Education until 2035: Scenario Analysis and Strategic Imperatives (in Russian). *Economics. Information technologies*, 53(2): 342–347. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-342-347. EDN IVHEZT

Введение

В условиях трансформации глобального образовательного ландшафта маркетинг высшего образования формируется под влиянием технологических прорывов, демографических сдвигов, геополитической нестабильности и растущих общественных ожиданий в отношении социальной ответственности [Ахметгареева, 2025; Воркунов, 2024]. При этом маркетинг перестает быть инструментом исключительно привлечения абитуриентов и превращается в стратегическую функцию управления, обеспечивающую устойчивость, конкурентоспособность и релевантность университетов в меняющемся мире [Баранков, 2025; Глебова, 2024; Кадилова, 2025]. Прогнозирование эволюции маркетинговой парадигмы в высшем образовании до 2035 года предполагает не только тренд-анализ, но и применение сценарного мышления, позволяющего учесть нелинейность и неопределенность будущего развития высшей школы.

Современные вызовы, обусловленные усилением нестабильности, неопределенности, сложности и неоднозначности (VUCA-среда), тесно связаны с тремя ключевыми трендами: экосистемным видением организации, ESG-трансформацией и ускоренной цифровизацией. Эти тренды не только проявляются в условиях VUCA, но и активно формируют новую реальность, в которой традиционные подходы к стратегическому маркетингу оказываются недостаточными [Кравец, 2024; Крылова, 2025; Созинова, 2023; Немцев, 2023; Прокофьева, 2024]. В данном контексте теоретическая концепция стратегического маркетинга в университетской среде требует пересмотра, поскольку университет все больше воспринимается не как автономный субъект, а как интегральный узел в сложной, динамичной и взаимозависимой экосистеме, подверженной влиянию цифровых технологий и растущих требований в области устойчивого развития (ESG).

Объект и методы исследования

Объектом исследования выступает стратегическая маркетинговая деятельность университета, трансформирующаяся под влиянием VUCA-среды, цифровизации и ESG-повестки, в то время как методология базируется на экосистемном подходе, методах теоретического обоснования и концептуального моделирования, а также на анализе глобальных трендов и долгосрочном прогнозировании развития образовательной сферы до 2035 года.

Результаты исследования и их обсуждение

Традиционная маркетинговая модель рассматривала университет как организацию, функционирующую на ряде дискретных рынков (образования, труда, исследований, территорий). В современных условиях университет – часть экосистемы. Университет выступает как:



1. Куратор и интегратор человеческого капитала. Университет перестает быть просто поставщиком образовательных услуг и становится интеллектуальной платформой для выявления, развития и соединения талантов с возможностями – будь то корпоративные проекты, научные инициативы или международные академические связи. Стратегическая маркетинговая деятельность в этой роли направлена на создание и продвижение интерактивных платформ (например, карьерных хабов, проектных марафонов с участием индустриальных партнеров) и разработку персонализированных образовательно-карьерных траекторий, ориентированных на весь жизненный путь обучающегося. Маркетинговый контроль при этом смещается с показателей доли рынка образования на метрики, такие как доля выпускников, достигших значимых карьерных результатов, и индекс удовлетворенности личной траекторией развития.

2. Платформа для генерации знаний и инноваций. Университет выступает как нейтральное пространство для открытых инноваций, где соединяются ученые, инженеры, индустриальные партнеры и государственные структуры. В рамках этой роли стратегическая маркетинговая деятельность фокусируется на позиционировании университета как «нейтральной территории» для коллабораций и активном вовлечении внешних партнеров в научные и инновационные проекты. Ключевые показатели эффективности заменяют традиционный объем научно-исследовательских работ на такие индикаторы, как количество устойчивых межсекторальных коллабораций и цитируемость совместных публикаций с представителями индустрии.

3. Архитектор социальных изменений. Университет становится модератором общественных дискуссий и инициатором трансформаций в городской и региональной среде. Его маркетинговая деятельность включает формирование экспертной публичной повестки и реализацию социальных проектов, направленных на повышение качества жизни. При этом такие инициативы позиционируются не как благотворительность, а как совместное развитие (со-развитие). Эффективность оценивается по уровню вовлеченности местного сообщества, медийной репутации университета как «мозгового центра» и степени интеграции университета в городскую идентичность.

4. Узел в глобальных сетях. Ценность университета все больше определяется качеством и охватом его международных связей. Стратегическая маркетинговая деятельность направлена на целевое выстраивание и активацию глобальных партнеров – академических, индустриальных и культурных – с акцентом на позиционирование университета как стратегического хаба для входа в определенные профессиональные или региональные экосистемы. Контрольные метрики фокусируются на центральности в профессиональных сетях, количестве и качестве совместных международных программ, а также на притоке мобильных студентов и преподавателей.

Все перечисленные роли университета будущего подкрепляются ESG-императивом, согласно которому университет выступает как ответственный стейкхолдер, вносящий вклад в экологическую, социальную и управленческую устойчивость всей экосистемы.

Маркетинг университета трансформируется в XXI веке в экосистемный маркетинг – стратегическую парадигму, в которой организация рассматривается как узел в сети взаимозависимых стейкхолдеров. Ключевая задача маркетинга в этой парадигме – не продвижение отдельных продуктов или услуг, а управление и корректировка взаимодействий и потоков совместно создаваемой ценности с целью укрепления устойчивости и развития всей экосистемы. Основные столпы экосистемного маркетинга включают: сотворчество ценности, сетевую ориентацию, долгосрочную устойчивость, цифровую интеграцию процессов, стейкхолдер-ориентированность. Для университета как социально ориентированного института экосистемный маркетинг представляет собой релевантную, адекватную и перспективную стратегическую модель, соответствующую вызовам времени.

Трансформация наблюдается и в использовании методов реализации стратегической маркетинговой деятельности. Так, традиционные методы стратегического маркетинга – такие как PEST и SWOT-анализ, портфельный анализ, сегментация и позиционирование, оценка удовлетворенности клиентов и пр. – требуют существенной модернизации в условиях

экосистемного подхода, цифровизации и ESG-трансформации. Сегодня назревает эволюция методов: от STEP-анализа – к маркетинговому анализу экосистемы; от фокуса на студентах и преподавателях – к оценке удовлетворенности и вовлеченности всех групп стейкхолдеров (включая работодателей, местное сообщество, промышленных партнеров, выпускников); от традиционных 7P маркетинга для сферы услуг – к расширению модели, учитывающей платформенные, цифровые и этические аспекты; от оценки качества образовательного процесса – к оценке цифровой зрелости университета; от линейного жизненного цикла образовательного продукта – к цифровому жизненному циклу, интегрирующему этапы от профориентации до lifelong learning; от односторонних коммуникаций – к созданию интерактивных платформ для взаимодействия абитуриентов, студентов, выпускников и работодателей; от сбора пожертвований через эндаумент-фонды – организации совместных с сообществом проектов, направленных на устойчивое развитие городской среды (модель сотворчества и совместной ценности).

На основе систематизации глобальных и национальных трендов (цифровизация, ESG, рост значимости soft skills и lifelong learning), а также экспертных оценок, можно выделить три альтернативные, но возможные сценария развития маркетинга в высшем образовании к 2035 году (рис. 1).

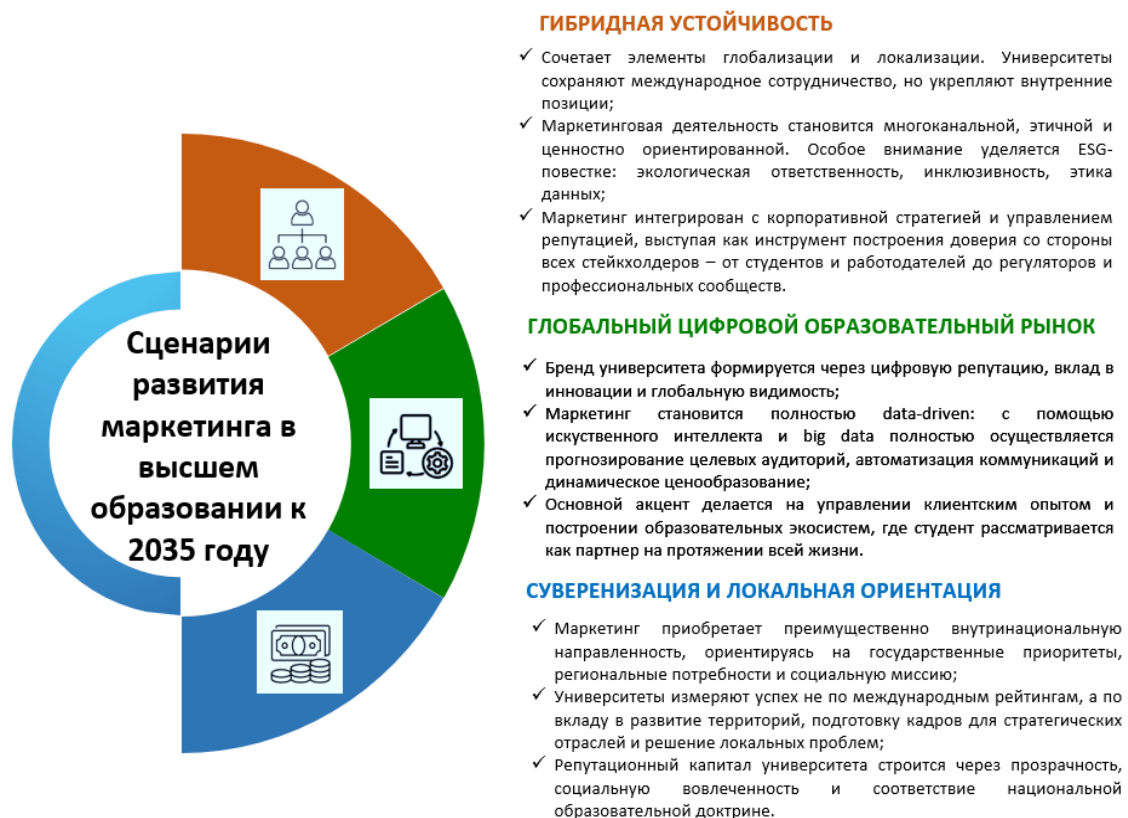


Рис. 1. Сценарии развития маркетинга в высшем образовании к 2035 году (авторский прогноз развития маркетинговой парадигмы в высшем образовании)

Fig. 1. Scenarios for the development of marketing in higher education by 2035 (the authors' forecast for the development of the marketing paradigm in higher education)

Заключение

Трансформация стратегического маркетинга университета в условиях VUCA, цифровизации и ESG-давления требует перехода от продукто- и рыночно-ориентированной модели к экосистемной парадигме. В этом новом контексте университет переосмысливается как динамический узел, создающий и распределяющий ценность в широкой сети взаимозависимых акторов. Такой подход не только повышает конкурентоспособность университета, но и усиливает его социальную и инновационную миссию в XXI веке.

Независимо от реализуемого сценария, к 2035 году маркетинг в высшем образовании будет определяться рядом стратегических императивов:

1. Смещение фокуса с товара (образовательной услуги) на ценность и опыт – университет больше не «продает программу», а «создает траекторию развития личности и карьеры»;

2. Институционализация маркетинга как стратегической функции – маркетинговые подразделения получают статус центров компетенций, вовлеченных в принятие ключевых решений;

3. Этическая и социальная ответственность маркетинга – отказ от манипулятивных практик в пользу прозрачности, достоверности и устойчивого развития;

4. Цифровая зрелость маркетинговых систем – внедрение ИИ, CRM, маркетинговой аналитики и автоматизации в реальном времени;

5. Гибкость и сценарная устойчивость – способность быстро адаптировать маркетинговую стратегию под изменяющиеся внешние условия.

Таким образом, к 2035 году маркетинг в высшем образовании трансформируется из вспомогательной, операционной функции в ядро стратегического рыночного позиционирования, обеспечивающее не только конкурентоспособность университетов, но и эффективность экосистемного взаимодействия, обогащение человеческого капитала территорий. Национальные исследовательские университеты как лидеры образовательной и научной системы должны стать первыми в разработке и внедрении новых маркетинговых парадигм, способных сочетать глобальные амбиции с национальной ответственностью и ценностной ориентацией.

Список литературы

- Ахметгареева А.А., Балкина А.Н. 2025. Университеты как драйверы регионального экономического роста. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 6(159): 48–54.
- Баранков Д.В. 2025. Формирование маркетинговой стратегии в предпринимательской деятельности вуза в условиях цифровизации. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*, 1(1): 826–844.
- Воркунов О.В., Саркарова М.М., Абасов К.А. 2024. Цифровые технологии: трансформация образовательного процесса в высшей школе. *Экономика и предпринимательство*, 1(162): 1330–1333.
- Глебова Д.В., Гронская И.А. 2024. Маркетинг вуза: основные тенденции и перспективы. *Научный потенциал*, 4-1(47): 68–70.
- Кадирова Л.А. 2025. Новая парадигма в подготовке выпускников высших учебных заведений и методология её реализации. *Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании*, 2(95): 31–37.
- Кравец А.О. 2024. Маркетинговые стратегии вузов на рынках ДПО в эпоху холистического маркетинга и цифровой трансформации. *Практический маркетинг*, 7(325): 25–31.
- Крылова Л.В. 2025. Маркетинг в образовании: экосистема и ее преимущества. *Экономическое развитие России*, 32(5): 84–87.
- Кучерявенко С.А. 2024. Рынок образовательных продуктов и услуг высшей школы Российской Федерации: маркетинговая характеристика и тренды 2018–2024 гг. *Экономика. Информатика*, 51(1): 83–92.
- Кучерявенко С.А. 2025. Теория и методология организации стратегической маркетинговой деятельности университета на основе концепции цифрового контроля. М.: Инфра-М, 296 с.
- Кучерявенко С.А. 2025. Цифровая трансформация модели маркетингового продвижения образовательных продуктов высшей школы. *Вестник Самарского государственного экономического университета*, 6(248): 66–74.
- Созинова А.А., Бондаренко В.А., Савельева Н.К., Рыбалко М.А. 2023. Маркетинг микс университетов в поддержку академического лидерства при реализации новой модели развития высшего образования России. *Практический маркетинг*, 4(310): 3–8.
- Немцев А.Д., Шерстобитова А.А., Каргина Е.В. 2023. Моделирование процесса формирования устойчивых конкурентных преимуществ вуза на основе реализации маркетинг-микс концепций. *Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*, 1(51): 114–121.
- Прокофьева Е.Н. 2024. Экосистемность как глобальный тренд на рынке образования. *Мир науки, культуры, образования*, 2(105): 271–273.

References

- Akhmetgareeva A.A., Balkina A.N. 2025. Universities as Drivers of Regional Economic Growth. *Economics and Management: Problems, Solutions*, 6(159): 48–54 (in Russian).
- Barankov D.V. 2025. Formation of a Marketing Strategy in the Entrepreneurial Activities of a University in the Context of Digitalization. *Economics: Yesterday, Today, Tomorrow*, 1(1): 826–844 (in Russian).
- Vorkunov O.V., Sarkarova M.M., Abasov K.A. 2024. Digital Technologies: Transformation of the Educational Process in Higher Education. *Economics and Entrepreneurship*, 1(162): 1330–1333 (in Russian).
- Glebova D.V., Gronskaia I.A. 2024. University Marketing: Main Trends and Prospects. *Scientific Potential*, 4-1(47): 68–70 (in Russian).
- Kadirova L.A. 2025. A New Paradigm in the Training of Higher Education Graduates and the Methodology for Its Implementation. *Information and Communication Technologies in Pedagogical Education*, 2(95): 31–37 (in Russian).
- Kravets A.O. 2024. Marketing Strategies of Universities in the ДПО Markets in the Era of Holistic Marketing and Digital Transformation. *Practical Marketing*, 7(325): 25–31 (in Russian).
- Krylova L.V. 2025. Marketing in education: the ecosystem and its advantages. *Economic Development of Russia*, 32(5): 84–87 (in Russian).
- Kucheryavenko S.A. 2024. The market of educational products and services of higher education in the Russian Federation: marketing characteristics and trends 2018–2024. *Economics. Information technologies*, 51(1): 83–92 (in Russian).
- Kucheryavenko S.A. 2025. Theory and methodology of the organization of strategic marketing activities of the university based on the concept of digital control. Moscow: Infra-M, 296 p.
- Kucheryavenko S.A. 2025. Digital transformation of the marketing promotion model of educational products of higher education. *Bulletin of Samara State University of Economics*, 6(248): 66–74 (in Russian).
- Sozinova A.A., Bondarenko V.A., Savelyeva N.K., Rybalko M.A. 2023. Marketing mix of universities in support of academic leadership in the implementation of a new model for the development of higher education in Russia. *Practical Marketing*, 4(310): 3–8 (in Russian).
- Nemtsev A.D., Sherstobitova A.A., Kargina E.V. 2023. Modeling the process of formation of sustainable competitive advantages of the university based on the implementation of marketing mix concepts. *Bulletin of the V.N. Tatishchev Volga State University*, 1(51): 114–121 (in Russian).
- Prokofieva E.N. 2024. Ecosystem approach as a global trend in the education market. *The World of Science, Culture, and Education*, 2(105): 271–273 (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 02.03.2026

Поступила после рецензирования 25.03.2026

Принята к публикации 30.03.2026

Received March 02, 2026

Revised March 25, 2026

Accepted March 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры управления и экономики фармации, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Старикова Мария Сергеевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Svetlana A. Kucheryavenko, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management and Economics of Pharmacy, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Maria S. Starikova, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia



УДК 338.012
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-348-360
EDN QMKSMS

Транспортно-логистические узлы Северо-Западного федерального округа России: проблемы и перспективы развития

Селюков М.В., Шалыгина Н.П., Ратцева А.Р., Суходол Е.Т.
Северо-Западный институт управления – филиал РАНХиГС,
Россия, 199178, Санкт-Петербург, Средний пр. В.О., д. 57/43
Selyukov-mv@ranepa.ru

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ современного состояния и ключевых проблем развития транспортно-логистических узлов Северо-Западного федерального округа (далее – СЗФО) России. Рассматривается роль региона как стратегического хаба, обеспечивающего выход к международным морским путям и связь с рынками Европы и Азии. Особое внимание уделяется влиянию геополитических факторов и санкционных ограничений на переориентацию грузопотоков и загрузку инфраструктуры. На основе анализа данных по крупнейшим портово-логистическим комплексам (Санкт-Петербург, Усть-Луга, Мурманск) и сухопутным пограничным переходам выявлены системные «узкие места»: дисбаланс в развитии припортовых железнодорожных подходов, недостаточная пропускная способность тыловых терминалов, цифровое отставание в управлении цепями поставок и экологические ограничения. В работе обоснованы перспективные направления модернизации, включая развитие инфраструктуры Северного морского пути, углубление интеграции в международный транспортный коридор «Север – Юг», внедрение цифровых платформ и создание мультимодальных логистических центров. Сделан вывод о необходимости синхронизации инвестиционных программ государства и бизнеса для повышения конкурентоспособности и связанности транспортной системы макрорегиона.

Ключевые слова: логистика, транспортно-логистические узлы, транспорт, транспортно-логистическая инфраструктура, внешнеэкономический потенциал, мультимодальные терминалы, национальная безопасность, макрорегион

Благодарности: статья подготовлена в рамках реализации инициативных научно-исследовательских работ СЗИУ РАНХиГС, номер НИР в домене «Наука и инновации» 126020616793-9.

Для цитирования: Селюков М.В., Шалыгина Н.П., Ратцева А.Р., Суходол Е.Т. 2026. Транспортно-логистические узлы Северо-Западного федерального округа России: проблемы и перспективы развития. *Экономика. Информатика*, 53(2): 348–360. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-348-360 EDN QMKSMS

Transport and Logistics Hubs of the Northwestern Federal District of Russia: Problems and Development Prospects

Maksim V. Selyukov, Natalya P. Shalygina, Anastasia R. Ratseva, Eva T. Sukhodol
RANEPA St. Petersburg,
57/43 Sredny Ave. V.O., St. Petersburg 199178, Russia
Selyukov-mv@ranepa.ru

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of the current state and key development challenges of transport and logistics hubs in Russia's Northwestern Federal District (NWFD). It examines the region's role as a strategic hub providing access to international shipping routes and links with European and Asian markets.

Particular attention is paid to the influence of geopolitical factors and sanctions on the reorientation of cargo flows and infrastructure utilization. Based on an analysis of data from the largest port and logistics complexes (St. Petersburg, Ust-Luga, and Murmansk) and land border crossings, systemic bottlenecks are identified: an imbalance in the development of port rail approaches, insufficient capacity at rear terminals, a digital gap in supply chain management, and environmental constraints. The paper substantiates promising areas for modernization, including the development of the Northern Sea Route infrastructure, deeper integration into the international North-South transport corridor, the implementation of digital platforms, and the creation of multimodal logistics hubs. A conclusion was made on the need to synchronize investment programs of the state and business to increase the competitiveness and connectivity of the transport system of the macroregion.

Keywords: logistics, transport and logistics hubs, transport, transport and logistics infrastructure, foreign economic potential, multimodal terminals, national security, macroregion

Acknowledgements: the article was prepared as part of the implementation of the initiative research projects of the North-West Institute of Management of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, project No. 126020616793-9 in the Science and Innovation domain.

For citation: Selyukov M.V., Shalygina N.P., Rattseva A.R., Sukhodol E.T. 2026. Transport and Logistics Hubs of the Northwestern Federal District of Russia: Problems and Development Prospects. *Economics. Information technologies*, 53(2): 348–360 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-348-360. EDN QMKSMS

Введение

Трансформация мировой логистики, вызванная геополитической напряженностью и изменением цепочек поставок, ставит новые задачи перед транспортной системой России. Северо-Западный федеральный округ (далее – СЗФО), занимающий стратегическое положение «окна в Европу» и транзитного моста между Азиатско-Тихоокеанским регионом и Евроатлантическим пространством, играет в этом ключевую роль. Исторически сложившаяся здесь транспортная инфраструктура формирует основной каркас внешнеторговых связей России: через регион проходят кратчайшие пути к крупнейшим мировым рынкам, а незамерзающие порты Мурманска и глубоководные порты Финского залива обеспечивают круглогодичный доступ к океанским путям. Развитие транспортно-логистической системы этого макрорегиона является не просто условием экономического роста, но и фактором обеспечения национальной безопасности, реализации экспортного потенциала и укрепления евразийской интеграции.

В научной литературе исследователями чаще выделяется термин «транспортно-логистический терминал», однако в данной статье авторы обращаются к понятию «транспортно-логистический узел». Транспортно-логистический узел рассматривается как территориально-функциональный кластер, аккумулирующий различные виды транспорта с дальнейшим перераспределением грузопотоков. Транспортно-логистические узлы СЗФО включают в себя крупнейшие морские порты Балтийского бассейна – Большой порт Санкт-Петербург, Приморск, Усть-Лугу, Высоцк, а также арктические хабы – Мурманск и Архангельск. Помимо морских терминалов, ключевую роль играют сухопутные пограничные переходы на границе с Финляндией, Эстонией и Латвией, железнодорожные магистрали (Октябрьская железная дорога, соединяющая центр России с Мурманском и пограничными переходами) и сеть мультимодальных терминалов в крупных промышленных центрах. В совокупности эти элементы формируют опорный каркас грузопотоков, обеспечивающий транспортировку углеводородов, минеральных удобрений, лесных грузов, контейнеров и иной продукции как из регионов Северо-Запада, так и из всего центрального пояса России [Селюков, Цевенкова, Шалыгина, 2025]. В статье проанализированы ключевые различия между понятиями «узел» и «терминал», а также приведены пояснения к выбору категориального аппарата.

В последние годы функционирование транспортно-логистических узлов сталкивается с беспрецедентными системными вызовами. Санкционное давление со стороны недружественных стран привело к разрыву устоявшихся логистических цепочек, уходу

крупных международных перевозчиков и запрету на заход судов многих европейских компаний в российские порты. Это спровоцировало стремительную переориентацию внешнеторговых потоков с Запада на Восток и Юг, что, в свою очередь, создало парадоксальную ситуацию: на фоне общего падения товарооборота с Европой, некоторые порты Северо-Запада столкнулись с локальным дефицитом пропускной способности из-за изменения номенклатуры грузов и необходимости перенаправлять объемы, ранее уходившие сухопутным транзитом через сопредельные государства.

Геополитические факторы отнюдь не единственный вызов для СЗФО, в котором сохраняется и проблематика технически устаревающей инфраструктуры. Главная проблема – дисбаланс в развитии инфраструктурных объектов: мощности портов наращивались, а пропускная способность примыкающих железнодорожных путей оставалась на прежнем уровне. Это привело к снижению эффективности грузоперевозок и росту логистических издержек. Нужно отметить, что отсутствие единой цифровой среды в логистическом процессе также является сдерживающим фактором, который, в свою очередь, замедляет скорость операций и делает их менее прозрачными [Селюков, Шалыгина, 2024]. Уровень переработки грузов на тыловых терминалах является недостаточным, что в свою очередь ограничивает добавленную стоимость и транзитный потенциал. Поэтому, исходя из вышеописанного, можем отметить, что комплексный анализ текущего состояния транспортно-логистической системы СЗФО приобретает особую актуальность в новых сложных геоэкономических условиях.

Необходимо не просто выявить инфраструктурные ограничения, сдерживающие развитие транспортной системы, но и оценить потенциал адаптации инфраструктуры к функционированию в условиях ограниченного доступа к зарубежным технологиям и внешним рынкам. Особого внимания заслуживает переосмысление значения Северного морского пути в качестве перспективной транспортной магистрали и углубление интеграции с международным транспортным коридором «Север – Юг», в рамках которой порты Северо-Западного региона могут выполнять роль северных терминалов данного маршрута [Селюков, Цевенкова, Шалыгина, 2025].

Данная статья направлена на исследование проблем функционирования логистических узлов округа, систематизацию факторов, сдерживающих их развитие, и определение стратегических приоритетов их модернизации. В работе будут рассмотрены перспективы синхронизации инвестиционных программ государства и бизнеса, возможности внедрения цифровых платформ для управления грузопотоками и предложены меры по повышению конкурентоспособности и связанности территории СЗФО в условиях формирования новой архитектуры мировой торговли.

Объекты и методы исследования

Транспортно-логистические узлы Северо-Западного округа формируют многокомпонентную инфраструктуру, через которую проходят ключевые международные транспортные коридоры и федеральные дороги «Скандинавия», «Россия», «Кола», «Вятка», «Холмогоры» и другие. Географический потенциал региона огромен и в связи с этим имеет ряд преимуществ и особенностей, которые необходимо детализировать для оценки эффективности деятельности.

Объектом исследования выступает транспортно-логистическая система Северо-Западного федерального округа Российской Федерации, рассматриваемая как совокупность взаимосвязанных элементов инфраструктуры, грузопотоков и организационно-управленческих структур, обеспечивающих реализацию транзитного и экспортного потенциала макрорегиона. Предметом исследования являются структурно-функциональные характеристики, проблемные аспекты функционирования и направления развития транспортно-логистических узлов СЗФО в условиях трансформации внешнеэкономических связей и геополитических вызовов 2020-х годов и последующих десятилетий.

В качестве конкретных единиц наблюдения выступают морские порты (Большой порт Санкт-Петербург, Усть-Луга, Приморск, Высоцк, Мурманск, Архангельск), железнодорожные узлы и подходы (станции Октябрьской железной дороги, обеспечивающие выход к портам и пограничным переходам), сухопутные пограничные переходы на границе с Финляндией, Эстонией и Латвией, а также тыловые логистические центры и мультимодальные терминалы в Ленинградской, Мурманской, Калининградской областях и городе Санкт-Петербурге.

Достижение поставленной цели и решение исследовательских задач обеспечивается применением комплекса общенаучных и специальных методов. Теоретическую базу исследования составляют системный анализ, позволяющий рассматривать транспортно-логистические узлы как элементы единой макрорегиональной системы, сравнительно-географический метод, используемый для сопоставления функциональных характеристик различных типов узлов, а также методы классификации и типологизации для группировки узлов по объему грузооборота, номенклатуре грузов, географическому положению и степени интеграции в международные коридоры.

Эмпирическая часть исследования базируется на статистическом анализе данных Росстата, Федеральной таможенной службы, Администрации морских портов Балтийского моря и Северного бассейна, а также отчетных материалов ОАО «РЖД» за период 2021–2025 годов. Картографический метод применяется для визуализации пространственного размещения узлов и построения схем грузопотоков. Для интегральной оценки каждого ключевого узла и системы в целом используется SWOT-анализ, позволяющий структурировать внутренние и внешние факторы развития. Анализ стратегических документов развития (Транспортная стратегия РФ до 2030 года, стратегии развития морских портов, инвестиционные программы ОАО «РЖД») дает возможность сопоставить заявленные приоритеты и фактические результаты их реализации.

Специальные методы транспортной логистики включают анализ интенсивности использования международных транспортных коридоров, проходящих по территории СЗФО (в частности, МТК «Север – Юг» и ответвления МТК «Восток – Запад»), а также метод оценки «узких мест» для локализации участков транспортной сети, лимитирующих пропускную способность всей системы.

Информационную базу исследования составили официальные данные Федеральной службы государственной статистики, материалы Федеральной таможенной службы РФ, годовые отчеты и аналитические обзоры ФГУП «Росморпорт» и Администраций морских портов, данные ОАО «РЖД» о грузовых перевозках, публикации в профильных научных журналах, материалы научно-практических конференций, а также экспертные оценки отраслевых информационно-аналитических агентств. Хронологические границы исследования охватывают период с 2021 по 2025 год, что позволяет проследить динамику развития узлов в условиях санкций, пандемии COVID-19 и активной фазы санкционного давления 2022–2024 годов, а также оценить адаптационные возможности системы.

Результаты и их обсуждение

В современной научной литературе разграничивают два близких понятия – транспортно-логистические «терминалы» и «узлы». В рамках данной статьи будет использован термин «узлы». Согласно одному из учебных пособий под транспортным узлом понимают совокупность технических средств, служащих для реализации транспортных процессов, в местах стыкования двух и более видов транспорта, а транспортный терминал является специализированным местом для обработки и передачи грузов между различными видами транспорта или для временного хранения грузов в процессе перевозки. При сопоставлении двух понятий можно заметить, что различия в понятиях минимальны, однако понятие «узлы» шире и масштабнее [Агамагомедова, Коварда, 2021].

В современной экономической географии и теории транспорта под транспортно-логистическим узлом понимается комплекс объектов транспортной инфраструктуры,

расположенных в одном географическом ареале (городе, портовой зоне, промышленном районе), которые обеспечивают взаимодействие различных видов магистрального транспорта, выполняя операции по перевалке, хранению, распределению, консолидации грузов, а также сопутствующий сервис (таможенное оформление, страхование, информационное сопровождение).

Эволюция понятия прошла путь от простого «транспортного узла» (места пересечения путей сообщения) к «логистическому узлу» (центру добавленной стоимости). Сегодня ключевыми функциями таких узлов являются транзитная, накопительная, распределительная и сервисная. Каждая из функций обеспечивает беспрепятственный и удобный пропуск грузопотока для оптимальной загрузки транспорта.

Северо-Западный федеральный округ (СЗФО) обладает уникальными геополитическими и экономическими преимуществами. Он служит стратегическим «окном в Европу» и одновременно выступает как ключевой транзитный коридор, связывающий Азиатско-Тихоокеанский регион с Евроатлантическим пространством. Благодаря исторически сложившейся транспортной инфраструктуре, СЗФО является основой внешнеторговых связей России, предлагая кратчайшие пути к крупнейшим мировым рынкам. Незамерзающие порты Мурманска и глубоководные порты Финского залива обеспечивают бесперебойный круглогодичный доступ к океанским трассам. Поэтому развитие транспортно-логистической системы этого макрорегиона имеет решающее значение не только для экономического процветания, но и для обеспечения национальной безопасности, реализации экспортного потенциала и укрепления евразийской интеграции. Применительно к Северо-Западной зоне авторами была выведена классификация транспортно-логистических узлов, которая представлена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация транспортно-логистических узлов
 Fig. 1. Classification of transport and logistics hubs

Примечание: составлено авторами на основании литературы [Коллектив авторов, 2021].

Северо-Западный федеральный округ обладает наиболее густой и разветвленной транспортной сетью в России, что обусловлено его приморским и приграничным положением. Структура транспортно-логистических узлов СЗФО иерархична и включает в себя некоторые ключевые элементы. Приоритетное положение СЗФО обуславливается выходом ключевых портов к Северному морскому пути. Северный морской путь в современных реалиях становится опорной инфраструктурой нового освоения российской Арктики: новые ресурсные проекты ориентируются преимущественно на морскую логистику. А также, в связи с тем, что технологическое оборудование в портах Мурманска и Архангельска на сегодняшний день имеет достаточно серьезную нагрузку, так как используются активно с появлением новых логистических маршрутов, требуются серьезные затраты для его обновления.

В контексте развития транспортно-логистических узлов, именно транспортно-логистическая система портов Балтики сегодня формируют ядро транспортной системы региона, занимая выгодное географическое положение.

Статус ключевого центра портово-логистической структуры имеет Большой порт Санкт-Петербурга, даже с учетом значительного сокращения контейнерного трафика.

Порт Усть-Луга является ведущим портом, имеет огромное значение в транспортно-логистической структуре СЗФО и РФ в целом. Порт может обрабатывать до 100 млн тонн в год. В основном – это перевалка наливных грузов, включая нефтепродукты, нефть, также это навалочные грузы – удобрения и уголь. Крупнейшим нефтеналивным портом также является порт Приморск. Порт имеет огромное значение, так как является конечной точкой Балтийской трубопроводной системы, а поэтому является одним из ключевых в экспорте российской нефти через Балтийское море.

Порт Мурманска является незамерзающим портом, стратегическим узлом для освоения Арктики и развития Северного морского пути. Он играет ключевую роль в экспорте минеральных удобрений (в т. ч. продукции ПАО «Фосагро», ПАО «Акрон»), угля, а также в обеспечении логистической поддержки шельфовых нефтегазовых проектов в Арктике. В настоящее время реализуется масштабный проект по созданию Мурманского транспортного узла (МТУ), включающий строительство угольного терминала «Лавна», который удвоит мощности порта. Порт Архангельска, исторически выступавший ядром лесного экспорта и снабжения арктических территорий, в последние годы сталкивается со стагнацией. Основные причины длительного застоя кроются в конкуренции с Мурманском и ограничениях по глубине акватории, не позволяющих принимать крупнотоннажные суда.

Исходя из вышесказанного, можно установить крупнейшие транспортно-логистические узлы, которые обеспечивают наибольший вклад в показатель товаропотока в СЗФО. На рис. 2 представлена статистика по крупнейшим транспортно-логистическим узлам в Северо-Западном федеральном округе.

График показывает, как за последние 4 года в товаропотоке крупнейших портов Северо-Запада произошли изменения. В порту Архангельска прослеживается уменьшение потока груза за счёт перенаправления товара в порты Приморска, Мурманска и Усть-Луги. В результате санкционного давления и ухода европейских перевозчиков с российского рынка кардинально изменились логистические маршруты: около 30–40 % грузов, ранее уходивших на Запад сухопутным транзитом через Финляндию и Прибалтику, были перенаправлены в российские порты СЗФО. Такая масштабная переориентация вызвала эффект «перегрева» мощностей, так как порты оказались не готовы к столь резко возросшему уровню нагрузки. Наиболее остро проблема проявилась в Усть-Луге и Мурманске.

Также стоит упомянуть и о сухопутных пограничных переходах и железнодорожных магистралях. Пограничные переходы с Финляндией и странами Балтии (Торфяновка, Брусничное, Светогорск и др.) до 2022 года обеспечивали интенсивный поток грузового автотранспорта в страны Европейского союза. В период с 2023–2025 гг. объем транзита через эти переходы существенно сократился из-за введённых санкционных ограничений. Это вызвало необходимость переориентации части грузов на морские порты и поиска альтернативных маршрутов, в т. ч. через территорию Республики Беларусь.

На территории Северо-Запада действует Октябрьская железная дорога (филиал ОАО «РЖД»), которая формирует опорный каркас для выхода к портам. Основными направлениями являются: Москва – Санкт-Петербург – Мурманск, линия Мга – Гатчина – Усть-Луга и Выборг – Бусловская.

Для понимания текущей ситуации необходимо оценить динамику последних лет (2022–2025 гг.), которая характеризуется высокой волатильностью. На рис. 3 представлены показатели грузопотока Северо-Запада по сравнению с другими федеральными округами Российской Федерации в 2022–2025 гг.

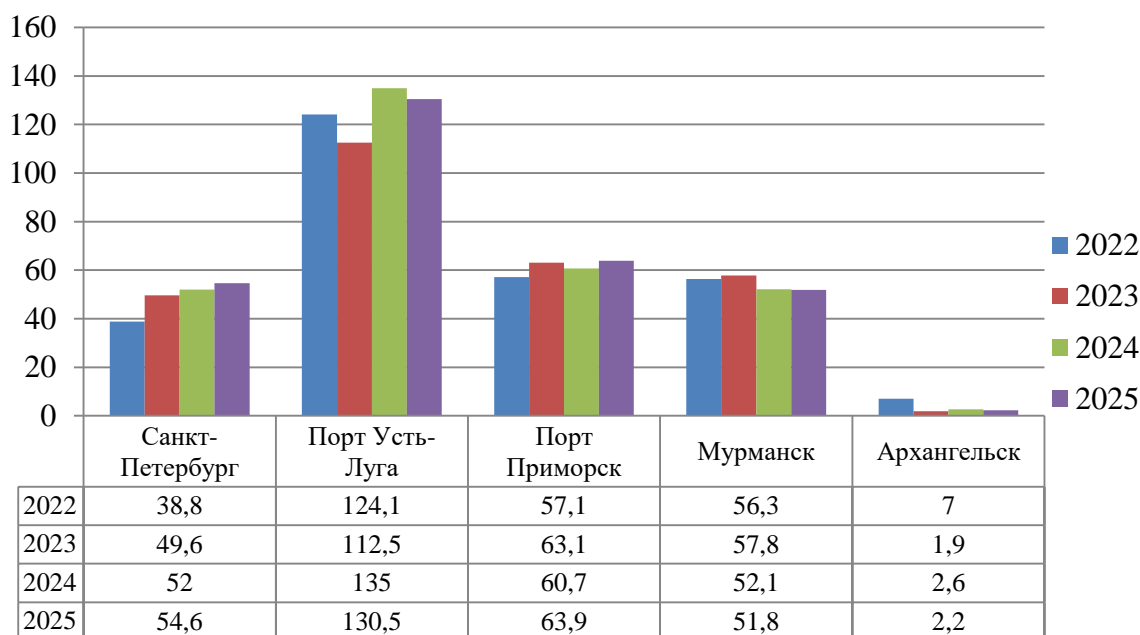


Рис. 2. Товаропоток в крупнейших транспортно-логистических узлах в Северо-Западном федеральном округе в 2022–2025 гг., млн тонн

Fig. 2. Trade flow in the largest transport and logistics hubs in the Northwestern Federal District in 2022–2025, million tons

Примечание: составлено авторами по данным [Ассоциация морских торговых портов, 2022–2025].

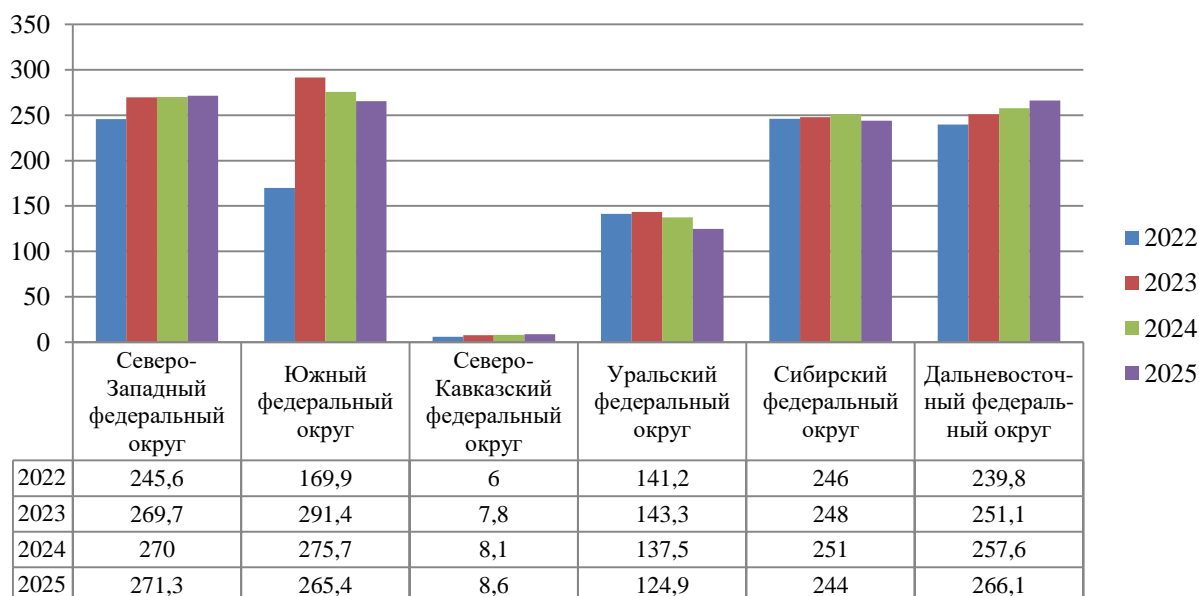


Рис. 3. Грузопоток федеральных округов России в 2022–2025 гг., млн тонн

Fig. 3. Freight flow of the federal districts of Russia in 2022–2025, million tons

Примечание: составлено авторами по данным [Ассоциация морских торговых портов и РЖД в цифрах, 2022–2025].

По данным графика можно сделать вывод о том, что Северо-Западный регион является одним из ведущих по грузообороту среди федеральных округов России. Рассматривается статистика не только по морским перевозкам, но и железнодорожным. В натуральном выражении СЗФО, несмотря на санкции и закрытие ключевых граничных пунктов, остается на одном уровне с Дальним Востоком, который наращивает товаропоток со странами Азии.

Наблюдается увеличение перевалки удобрений (спрос со стороны стран Латинской Америки, Африки, Азии через перевалку в портах), угля, сжиженного природного газа (в рамках проектов «Ямал СПГ», «Арктик СПГ 2» через Мурманск). Резкое сокращение контейнерных грузов и товаров народного потребления (в 2022 году падение в Большом порту Санкт-Петербург составило до 40 %). К 2024–2025 годам контейнерооборот частично восстановился за счет запуска новых линий (через Турцию, Китай, Индию), но не достиг прежних пиковых значений (рис. 4).

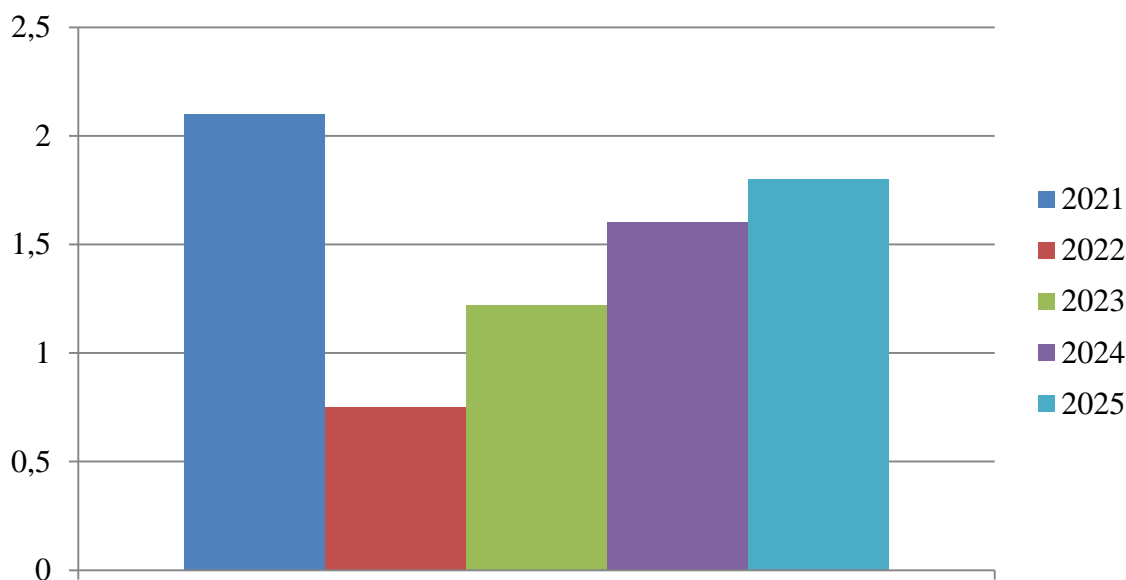


Рис. 4. Контейнерооборот Северо-Западного федерального округа в 2021–2025 гг., млн TEU
Fig. 4. Container turnover in the Northwestern Federal District in 2021–2025, million TEU

Примечание: составлено авторами по данным [Ассоциация морских торговых портов, 2021–2025].

В настоящее время транзит российских товаров через страны Балтии фактически прекращен. Ранее через порты этих стран перемещались минеральные удобрения, зерно, масла, что составляло значительную долю грузопотока. Это потребовало наращивания мощностей собственных узлов, однако концентрация грузопотоков в ограниченном круге российских портов создала перегрузку инфраструктуры и технологические риски.

Порт Мурманск все больше приобретает функции не только экспортного хаба, но и базы для транзита по Северному морскому пути. В 2024 году зафиксирован рекордный объем перевозок по Севморпути, что требует синхронизации работы мурманского узла с атомным ледокольным флотом.

Современное состояние транспортно-логистических узлов Северо-Западного федерального округа характеризуется наслоением проблем разного генезиса: часть из них является следствием исторически сложившихся диспропорций развития советского и постсоветского периодов, другая часть порождена стремительными геополитическими изменениями последних лет, третья связана с общемировыми трендами цифровизации и экологизации, к которым российская инфраструктура оказалась не полностью готова. Для системного понимания ситуации целесообразно классифицировать эти проблемы по четырем основным блокам: инфраструктурные, геополитические и внешнеэкономические, управленческо-технологические, экологические.

Наиболее фундаментальной проблемой транспортного комплекса СЗФО остается несбалансированность развития его элементов. Исторически инвестиции направлялись преимущественно в развитие морских портовых мощностей, тогда как инфраструктура «первой и последней мили» – железнодорожные и автомобильные подходы – модернизировалась недостаточными темпами.

Разрыв хозяйственных связей с Европой привел к необходимости перенаправления огромных объемов сырья (удобрения, лес, уголь) на Восток и Юг, то есть проблеме переориентации грузопотоков и изменению структуры экспорта. Однако технически это оказалось сложно реализовать, поскольку восточные направления (порты Дальнего Востока) также оказались перегружены. В результате часть грузов, исторически уходившая через сухопутные погранпереходы СЗФО в Финляндию и Прибалтику, была перенаправлена в порты Усть-Луга и Мурманск, создав там эффект «перегрева», к которому инфраструктура не была готова. До санкционного давления структура экспорта, представленная на рис. 5, была тесно связана с поставками товаров в Европейские страны.

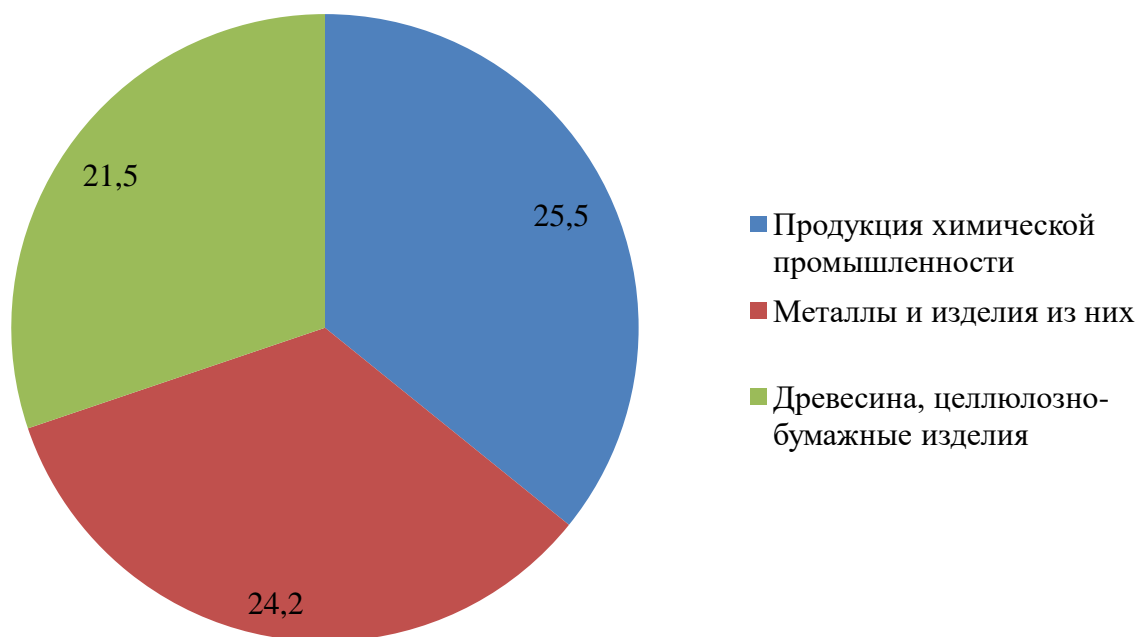


Рис. 5. Структура экспорта Северо-Западного федерального округа в 2021 г., %
Fig. 5. Export structure of the Northwestern Federal District in 2021, %

Примечание: составлено авторами по данным [Северо-Западное таможенное управление, 2021].

Натуральный объем экспорта в 2021 году уменьшился на 2,4 % по сравнению с 2020 годом. Это произошло в основном из-за сокращения поставок удобрений на 16,2 %. Среди стран-контрагентов в экспорте лидировали Финляндия и Нидерланды. В 2025 году нет открытых статистических данных по структуре экспорта, но из новостных источников авторами были выделены несколько ключевых групп товаров, которые представлены на рис. 6.

Проблема дефицита пропускной способности железнодорожных подходов к портам носит системный характер и особенно остро проявляется на направлениях к портам Ленинградской области. Железнодорожная инфраструктура Октябрьской магистрали, спроектированная под иные объемы перевозок, не справляется с возросшим грузопотоком, переориентированным из портов Прибалтики. Узким местом являются однопутные участки на подходах к порту Усть-Луга (участок Мга – Гатчина – Усть-Луга), где в периоды пиковых нагрузок возникают «пробки», приводящие к простоям вагонов и срыву сроков доставки. По оценкам экспертов, дефицит пропускной способности на некоторых направлениях достигает 30–40 % от потребности.

Проблемой также является недостаточное развитие тыловых терминалов и логистических центров. Подавляющее большинство портов СЗФО ориентированы на перевалку сырьевых грузов с минимальной степенью переработки. Отсутствие современных мультимодальных логистических комплексов в непосредственной близости от портов (так называемых «тыловых

терминалов») не позволяет осуществлять глубокую переработку грузов, их маркировку, сортировку, консолидацию, что снижает добавленную стоимость и ограничивает возможности для развития обратного (импортного) грузопотока. Существующие терминалы зачастую не интегрированы в единую систему с портовыми мощностями.

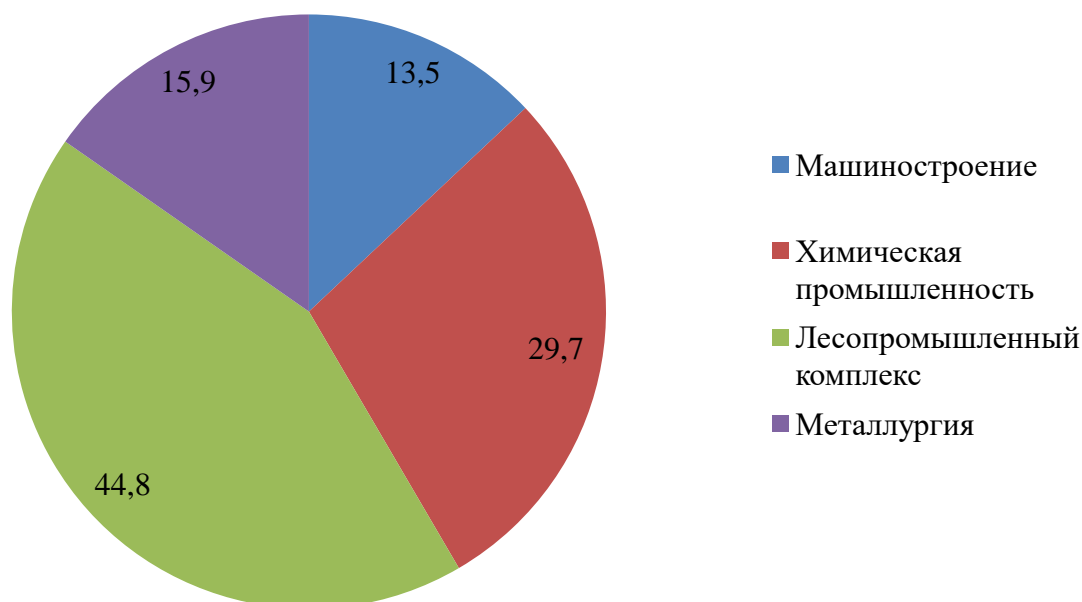


Рис. 6. Структура экспорта Северо-Западного федерального округа в 2025 г., %
Fig. 6. Export structure of the Northwestern Federal District in 2025, %

Примечание: составлено авторами по данным [Северо-Западное таможенное управление, 2025].

Проблема физического и морального износа объектов портовой инфраструктуры проявляется в том, что значительная часть причальных стенок, перегрузочного оборудования и гидротехнических сооружений в портах (особенно в Санкт-Петербурге и Архангельске) была построена в советский период и требует капитального ремонта или реконструкции. Износ парка перегрузочной техники в ряде терминалов превышает 60 %, что снижает производительность труда и увеличивает операционные издержки.

Речной транспорт в СЗФО, включая Волго-Балтийский водный путь, сталкивается с серьёзными препятствиями, которые не позволяют ему в полной мере выполнять свою функцию. Ограниченные глубины на некоторых участках, изношенность шлюзов и короткий период навигации значительно снижают его эффективность. В результате, невозможно перенаправить часть грузов с перегруженных железнодорожных магистралей на водные пути, что особенно актуально для портов Санкт-Петербурга.

События 2022–2025 годов, связанные с геополитической нестабильностью, стали суровым испытанием для транспортной инфраструктуры СЗФО, показав её высокую зависимость от внешнеполитической ситуации.

Вследствие введенных Европейским Союзом и Соединенными Штатами санкций, а также связанных с ними ограничений на морские перевозки, суда под флагами стран, считающихся недружественными, лишились доступа к российским портам. Эти государства традиционно играли ключевую роль в грузоперевозках по Балтийскому морю. Данная ситуация спровоцировала серьезные сбои в работе контейнерных перевозок, потребовав экстренного привлечения новых транспортных компаний (преимущественно из Турции, Китая и Индии). Это, в свою очередь, привело к увеличению стоимости фрахта и нарушению устоявшихся логистических цепочек.

Последней, но тем не менее довольно значимой, является проблема дестабилизации логистических систем и вывода операторов. Отток глобальных логистических компаний (Maersk, CMA CGM, DHL), ранее обеспечивавших интегрированные мультимодальные транспортные решения, привел к дезинтеграции устоявшихся маршрутов. Все это негативно сказалось на сроках доставки грузов практически в два раза, а также потребовало поиска и разработки новых логистических маршрутов и стратегий.

Заключение

По результатам проведенного в статье анализа мы можем отметить, что транспортно-логистический комплекс СЗФО переживает один из наиболее сложных и противоречивых этапов своей истории. С одной стороны, регион сохраняет за собой роль стратегического форпоста внешней торговли, через который реализуется значительная часть экспортного потенциала страны. Морские порты Балтийского и Арктического бассейнов, железнодорожные магистрали и терминальные комплексы образуют опорный каркас, обеспечивающий связанность экономического пространства и выход России к мировым рынкам. С другой стороны, уязвимость этой системы, десятилетиями ориентированной на взаимодействие с европейскими партнерами, обнажилась с беспрецедентной остротой в условиях геополитической турбулентности 2022–2025 годов.

Исследование показало, что ключевые проблемы функционирования узлов СЗФО носят системный, многоуровневый характер. Инфраструктурные диспропорции, выражающиеся в хроническом отставании развития железнодорожных подходов от портовых мощностей и дефиците современных тыловых терминалов, накладываются на жесткие внешние ограничения: санкционное давление, уход традиционных перевозчиков и разрыв логистических цепочек. Усугубляют ситуацию внутренние управленческие и технологические барьеры – низкий уровень сквозной цифровизации, межведомственная разобщенность и кадровый дефицит, а также растущие экологические требования, игнорирование которых грозит потерей конкурентоспособности на глобальных рынках. В этих условиях перспективы развития транспортно-логистических узлов СЗФО неразрывно связаны с их способностью к структурной перестройке и адаптации к новой реальности.

Подводя итог, хочется сказать, что геополитические и экономические сложности сегодняшнего дня не умаляют географического, инфраструктурного и кадрового потенциала СЗФО, который является внушительным фундаментом для успешной дальнейшей трансформации. Ключевым условием реализации этого потенциала становится гибкий и оперативный подход: своевременная идентификация вызовов, интеграция успешных мировых практик и формирование эффективных стратегических решений, адаптированных к российским реалиям.

Список источников

- Распоряжение Правительства РФ от 30 августа 2019 г. № 1930-р О Стратегии развития морской деятельности РФ до 2030 года. Правительство Российской Федерации офиц. сайт. 2019 // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_332557/ (дата обращения 01.03.2026).
- РЖД в цифрах: Пресс-центр РЖД // Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – URL: <https://company.rzd.ru/ru/9377?ysclid=m6tg5aiobc735257003> (дата обращения: 03.03.2026).
- Официальный сайт Росморречфлота: официальная статистическая информация // Министерство транспорта Российской Федерации: офиц. сайт. 2025. [Электронный ресурс]. – URL: https://morflot.gov.ru/glavnaya/otkryitoe_agentstvo/of_stat_info/?ysclid=lnlj73q9iw601442907 (дата обращения: 05.03.2026).
- Справочные и аналитические материалы: статистика // Ассоциация морских торговых портов: офиц. сайт. – 2026. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.morport.com/> (дата обращения: 05.03.2026).

Справочные и аналитические материалы: таможенная статистика // Федеральная таможенная служба: офиц. сайт. – 2026. [Электронный ресурс]. – URL: <https://limited.customs.gov.ru/statistic?ysclid=m295h5m6kx209535768> (дата обращения: 05.03.2026).

Список литературы

- Агамагомедова Е.В., Коварда В.В. 2021. Направления совершенствования логистической деятельности в России в императиве развития экспортного потенциала. *Вестник Евразийской науки*, 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://esj.today/PDF/24ECVN321.pdf>.
- Бубнова Г.В., Курдюкова А.В. 2024. Трансформация модели грузовых перевозок на железнодорожном транспорте и формирование нового механизма по оптимизации цепочек поставок. *Экономика железных дорог*, 6: 27–37.
- Зайцев А.А. 2022. Транспортная инфраструктура для мультимодальных перевозок в Северо-Западном федеральном округе. *Журнал университета водных коммуникаций*, 1: 242–245.
- Кириченко А.В., Кузнецов А.Л., Эглит Я.Я. 2023. Транспортный узел: к вопросу об организации деятельности. *Логистика и перевозки*, 1: 30–33.
- Зворыкина Ю.В., Щербинин Н.В. 2025. Новые контуры развития контейнерной системы Российской Федерации. *Вестник ГУУ*, 6: 140–149.
- Прокофьева Т.А., Адамов Н.А. 2023. Стратегия развития логистической инфраструктуры в транспортном комплексе России. *Экономическая газета*: 302.
- Селюков М.В., Шалыгина Н.П. 2024. Развитие внешнеторгового потенциала России как фактор обеспечения экономической безопасности государства. *Экономика. Информатика*, 51(1): 93–106.
- Селюков М.В., Цевенкова Е.О., Шалыгина Н.П. 2025. Проблемы и перспективы развития транспортной отрасли как фактора роста российской экономики. *Экономика. Информатика*, 52(2): 346–358.
- Селюков М.В., Цевенкова Е.О., Шалыгина Н.П. 2025. Логистика морских контейнерных перевозок в России: вызовы и факторы роста. *Экономика. Информатика*, 52(4): 806–817.

References

- Agamagomedova E.V., Kovarda V.V. 2021. Directions for Improving Logistics Activities in Russia in the Imperative of Developing Export Potential. *Bulletin of Eurasian Science*, 3. [Electronic resource]. URL: <https://esj.today/PDF/24ECVN321.pdf>.
- Bubnova G.V., Kurdyukova A.V. 2024. Transformation of the Rail Freight Transportation Model and the Formation of a New Mechanism for Optimizing Supply Chains. *Railway Economics*, 6: 27–37.
- Zaitsev A.A. 2022. Transport Infrastructure for Multimodal Transportation in the Northwestern Federal District. *Journal of the University of Water Communications*, 1: 242–245.
- Kirichenko A.V., Kuznetsov A.L., Eglit Ya.Ya. 2023. Transport Hub: On the Organization of Activities. *Logistics and Transportation*, 1: 30–33.
- Zvorykina Yu.V., Shcherbinin N.V. 2025. New Contours of Development of the Container System of the Russian Federation. *Bulletin of the State University of Management*, 6: 140–149.
- Prokofieva T.A., Adamov N.A. 2023. Strategy for the Development of Logistics Infrastructure in the Transport Complex of Russia. *Economic Newspaper*: 302.
- Selyukov M.V., Shalygina N.P. 2024. Development of Russia's Foreign Trade Potential as a Factor in Ensuring the Economic Security of the State. *Economics. Information technologies*, 51(1): 93–106.
- Selyukov M.V., Tsevenkova E.O., Shalygina N.P. 2025. Problems and Prospects for the Development of the Transport Industry as a Factor in the Growth of the Russian Economy. *Economics. Information technologies*, 52(2): 346–358.
- Selyukov M.V., Tsevenkova E.O., Shalygina N.P. 2025. Logistics of sea container transportation in Russia: Challenges and growth factors. *Economics. Information technologies*, 52(4): 806–817.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 03.04.2026

Received April 03, 2026

Поступила после рецензирования 05.05.2026

Revised May 05, 2026

Принята к публикации 25.05.2026

Accepted May 25, 2026



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Селюков Максим Викторович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры таможенного администрирования, СЗИУ РАНХиГС, г. Санкт-Петербург, Россия

Шалыгина Наталья Петровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры таможенного администрирования, СЗИУ РАНХиГС, г. Санкт-Петербург, Россия

Ратцева Анастасия Романовна, студент по специальности «Таможенное дело», СЗИУ РАНХиГС, г. Санкт-Петербург, Россия

Суходол Ева Тимуровна, студент по специальности «Таможенное дело», СЗИУ РАНХиГС, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maksim V. Selyukov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Customs Administration of the RANEPА St. Petersburg, St. Petersburg, Russia

Natalya P. Shalygina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Customs Administration of the RANEPА St. Petersburg, St. Petersburg, Russia

Anastasia R. Ratseva, Student Majoring in Customs Affairs, RANEPА St. Petersburg, St. Petersburg, Russia

Eva T. Sukhodol, Student Majoring in Customs Affairs, RANEPА St. Petersburg, St. Petersburg, Russia

УДК 334.024
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-361-376
EDN REBMMK

Методические подходы к оценке результативности менеджмента общеобразовательных организаций

Тимошкин С.П., Ломовцева О.А., Яковлев О.И.

Московский городской педагогический университет,
Россия, 115191, г. Москва, 2-й Тульский переулок, д. 4
TimoshkinSP@mgpu.ru, LomovcevaOA@mgpu.ru, yakovlevoi@mgpu.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методические подходы к оценке менеджмента общеобразовательных организаций в условиях возрастающих требований к качеству и эффективности управления образовательными системами. Обоснована необходимость перехода от узко ориентированных моделей оценки, основанных преимущественно на академических результатах обучающихся, к комплексному анализу, учитывающему как результативные, так и ресурсные параметры функционирования образовательных организаций. В качестве ключевых показателей оценки используются усреднённое место образовательной организации в рейтинге, средняя численность педагогических работников и среднегодовая заработная плата учителей. Эмпирической базой исследования послужили данные общеобразовательных организаций города Москвы за период 2020/21–2024/25 учебных годов. В работе предложена группировка образовательных комплексов по численности контингента и представлены результаты реализации методики оценки. Полученные результаты позволяют выявить устойчивые тенденции и взаимосвязи между менеджментом образовательных организаций и условиями их функционирования, а также обосновать необходимость дифференцированного управленческого воздействия в зависимости от динамики интегральных показателей эффективности.

Ключевые слова: методика оценки, рейтинг общеобразовательных организаций, кадровый потенциал, управление образованием

Для цитирования: Тимошкин С.П., Ломовцева О.А., Яковлев О.И. 2026. Методические подходы к оценке результативности менеджмента общеобразовательных организаций. *Экономика. Информатика*, 53(2): 361–376. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-361-376. EDN REBMMK

Methodological Approaches to Assessing the Effectiveness of General Education Institutions Management

Sergei P. Timoshkin, Olga A. Lomovtseva, Oleg I. Yakovlev

Moscow City Pedagogical University,
4 2nd Tulsky Ln., Moscow 115191, Russia
TimoshkinSP@mgpu.ru, LomovcevaOA@mgpu.ru, yakovlevoi@mgpu.ru

Abstract. This article analyzes methodological approaches to improving the management effectiveness of general education institutions in the context of growing demands for quality and efficiency in management, which are consistently evolving. The paper substantiates the need to shift from narrowly focused assessment models based solely on students' academic performance to a comprehensive analysis that captures both performance and resource-based metrics for organizational change. The indicators used include the average ranking of educational institutions, the average group of teaching staff, and average salaries. The empirical baseline study includes data from Moscow general education institutions for the 2020–2024 academic years. The paper proposes a grouping



of educational complexes based on student enrollment and presents the results of implementing the assessment methodology. The findings allow us to identify sustainable changes and relationships between the management of educational institutions and their development, as well as to justify the need for differentiated management interventions based on the dynamics of integrated performance indicators.

Keywords: assessment methodology, general education institution ranking, human resources, education management

For citation: Timoshkin S.P., Lomovtseva O.A., Yakovlev O.I. 2026. Methodological Approaches to Assessing the Effectiveness of General Education Institutions Management. *Economics. Information technologies*, 53(2): 361–376 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-361-376. EDN REBMMK

Введение

В современных условиях общеобразовательная организация представляет собой не только социальный институт, реализующий образовательные программы, но и полноценный экономический субъект, осуществляющий деятельность в рамках ограниченных ресурсов и принимающий управленческие решения, направленные на достижение заданных результатов. Обладая материальными, финансовыми и кадровыми ресурсами, общеобразовательная организация вынуждена обеспечивать их рациональное использование, соотнося получаемые образовательные эффекты с объёмом и структурой затраченных ресурсов.

Результаты деятельности общеобразовательных организаций в настоящее время всё чаще фиксируются в форме рейтингов, выступающих интегральным показателем эффективности и конкурентоспособности школ. Рейтинг аккумулирует в себе совокупность образовательных, социально-воспитательных и институциональных результатов и тем самым отражает «выход» системы образования. Однако сам по себе рейтинг не позволяет оценить, за счёт каких ресурсов и управленческих решений достигается занимаемая позиция, что существенно ограничивает его аналитическую и управленческую ценность.

Ключевым ресурсом общеобразовательной организации является педагогический персонал, численность которого определяет масштабы деятельности, организационную сложность и потенциальные возможности достижения образовательных результатов. Средняя численность педагогических работников выступает важнейшей нормирующей переменной, позволяющей интерпретировать рейтинговые позиции образовательной организации с учётом её реального кадрового потенциала. Без учёта данного показателя сопоставление результатов деятельности образовательных организаций различной численности оказывается методологически некорректным и экономически необоснованным.

Не менее значимым экономическим параметром является уровень среднегодовой заработной платы педагогических работников, отражающий условия воспроизводства кадрового потенциала, степень мотивации персонала и устойчивость функционирования образовательной организации. Уровень оплаты труда педагогов формируется за счёт финансовых ресурсов ОО и напрямую влияет как на качество образовательного процесса, так и на стабильность достигнутых результатов. В этой связи заработная плата учителей может рассматриваться как один из ключевых «входных» факторов, определяющих способность образовательной организации поддерживать или улучшать свои позиции в рейтинге.

Таким образом, показатели рейтинга, средней численности педагогических работников и среднегодовой заработной платы учителей образуют логически взаимосвязанную систему, позволяющую рассматривать деятельность общеобразовательной организации в единстве результативных и ресурсных характеристик. Рейтинг в данном контексте отражает совокупный эффект функционирования образовательной организации, численность педагогов – масштаб и структуру используемого кадрового ресурса, а уровень заработной платы – экономические условия его воспроизводства и развития.

Материалы и методы

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью формирования методического подхода к оценке менеджмента общеобразовательных организаций, основанного на интеграции отраслевых (образовательных) и экономических критериев. Такой подход позволяет перейти от формального измерения результатов к анализу эффективности использования ресурсов, выявить взаимосвязь между образовательными достижениями и кадрово-экономическими параметрами функционирования ОО и создать аналитическую основу для принятия обоснованных управленческих решений в системе общего образования [Тамразова, Тимошкин, 2023].

В рамках данной статьи сделан акцент на трех взаимосвязанных группах факторов, оказывающих существенное влияние на менеджмент ОО и, следовательно, на методику оценки: место образовательной организации в рейтинге, численность педагогического состава и уровень среднегодовой заработной платы учителей.

Место в рейтинге является агрегированным показателем, отражающим конкурентоспособность в сравнении с аналогичными организациями. Численность учителей выступает индикатором кадрового обеспечения, позволяя оценить реальную нагрузку на персонал и возможность реализации индивидуализированных образовательных траекторий. Уровень среднегодовой заработной платы является прямым отражением ценности, которую общество и государство придают педагогическому труду, напрямую коррелируя с уровнем мотивации, удержания квалифицированных кадров и притока молодых специалистов.

В методологическом плане место общеобразовательной организации в рейтинге может быть сопоставлено с позицией хозяйствующего субъекта в отраслевом рейтинге конкурентоспособности или эффективности деятельности. В практике корпоративного управления подобные рейтинги используются как интегральный инструмент оценки результатов функционирования организации, агрегирующий совокупность финансовых, производственных, кадровых и институциональных показателей [Ломовцева, Прядко, 2016].

Аналогично рейтингу компаний, рейтинг общеобразовательных организаций отражает не отдельный аспект деятельности, а суммарный эффект управленческих решений и использования ресурсов за определённый период. При этом, как и в бизнесе, занимаемая позиция в рейтинге не позволяет судить об эффективности деятельности организации без соотнесения достигнутых результатов с объёмом и структурой используемых ресурсов. В корпоративном секторе данная проблема решается посредством анализа производительности, рентабельности и отдачи ресурсов, тогда как в системе общего образования аналогичную роль выполняет сопоставление рейтинговых позиций с кадровыми и экономическими параметрами функционирования образовательных организаций.

Использование данного аналогового подхода позволяет рассматривать рейтинг общеобразовательной организации как интегральный показатель «результата», сопоставимый по своей функции с индексами эффективности в бизнесе, и тем самым обосновать необходимость включения экономических показателей в систему оценки деятельности образовательных организаций.

Результаты и обсуждение

Для проведения грамотной оценки деятельности общеобразовательных организаций важно опираться на их результаты. Под результатами деятельности образовательной организации подразумевается совокупность достигнутых целей, выраженных в количественных и качественных показателях за определённый период времени. Эти результаты служат ключевым индикатором эффективности работы ОО и ее вклада в реализацию образовательных стандартов.

Результаты деятельности образовательных организаций можно разделить на несколько основных групп:

- 1) образовательные результаты (академическая успеваемость);
- 2) результаты развития личности (воспитательные и социальные результаты);
- 3) ресурсные и организационные результаты [Шинкарева, Яковлев, Агафонов, 2023].

Первая группа – образовательные результаты (академическая успеваемость), отражающая успешность освоения обучающимися образовательных программ, включает в себя ряд показателей.

Одним из основных является оценка успеваемости и освоения стандартов, к которым мы относим отметки за триместр/полугодие/год, успеваемость на итоговых контрольных работах. Учет этих показателей дает понимание, насколько полно обучающиеся усвоили обязательный учебный материал.

Следующим является показатель результатов внешнего независимого оценивания, который включает баллы по итогам государственной итоговой аттестации (ОГЭ, ЕГЭ, ГВЭ и т. п.), результаты независимых предметных и метапредметных диагностик (ВПР, независимые диагностики МЦКО в Москве и т. п.). Для образовательной организации учет этих показателей является ключевым индикатором конкурентоспособности и объективно сравнимым показателем деятельности.

Еще одним показателем является динамика образовательных достижений. Изменения в успеваемости одного и того же контингента учеников от года к году, или сравнение результатов нынешних выпускников с результатами выпускников прошлых лет отражают эффективность педагогического процесса в динамике.

Не менее важными являются достижения в олимпиадах и конкурсах, а именно, количество призеров и победителей на предметных олимпиадах, творческих, спортивных и научно-исследовательских конкурсах различного уровня (школьный, муниципальный, региональный, федеральный).

Вторая группа – результаты развития личности (воспитательные и социальные результаты). Учет этих результатов отражает вклад ОО в формирование личности обучающихся, их социализацию и готовность к жизни в обществе.

Среди ключевых результатов выступает оценка уровня социализации и гражданской активности, под которыми подразумевается уровень вовлеченности учащихся во внеурочную деятельность, участие в волонтерских программах, общешкольном самоуправлении, участие в мероприятиях Движения Первых и т. д.

Важным в оценке результатов является учет сформированности ключевых компетенций – качество развития навыков XXI века (критическое мышление, коммуникация, креативность, способность к саморегуляции). Измерение вышеперечисленных позиций производится психологами в образовательных организациях через специальные диагностические методики.

Очередным показателем является оценка уровня воспитанности и психологического благополучия. Анализ производится посредством данных анкет по удовлетворенности школьной средой, работы психологов по снижению уровня конфликтности, буллинга, а также общему психологическому климату в коллективе.

Еще одним показателем является оценка уровня профессионального самоопределения. Анализ производится на основании подсчета процента выпускников, поступивших в учреждения профессионального образования (вузы, СПО) в соответствии с выбранным направлением, а также с результатами диагностик федерального проекта «Билет в будущее».

Третья группа – ресурсные и организационные результаты. Эти результаты связаны с эффективностью управления ресурсами и состоянием самой образовательной системы.

Основным показателем выступает оценка кадрового потенциала и условий труда: квалификационный уровень педагогического состава (доля учителей с высшей категорией; доля учителей, имеющих победителей олимпиад; доля учителей, имеющих высокие результаты учеников от сдачи ГИА и т. д.), стабильность кадров, уровень удовлетворенности учителей своей работой (часто измеряется через текучесть кадров и среднюю зарплату).

Другим показателем является оценка уровня удовлетворенности участников образовательных отношений: уровень удовлетворенности родителей качеством предоставляемых услуг, открытостью администрации и коммуникацией.

Еще одним показателем является инфраструктурное развитие и использование ресурсов. В этот показатель входит оценка эффективности использования материально-технической базы, внедрение новых образовательных технологий (цифровизация), итоговый бюджет, освоенный на развитие (не только на содержание).

На основании результатов деятельности образовательных организаций выстраивается их рейтинг. Рейтинг образовательной организации – это система ранжирования общеобразовательных организаций на основе агрегированного набора количественных и качественных показателей, позволяющая определить их относительное место и конкурентоспособность среди других ОО в определенном географическом или тематическом поле (муниципальном, региональном, национальном, предметном).

Рейтинг выступает в роли интегрального индикатора, который сводит многомерный результат работы школы к единому, легко интерпретируемому числовому положению или позиции.

Современные рейтинги, как правило, рассчитываются не по одному, а по десяткам критериев, которые могут включать академическую успеваемость, результаты олимпиад, уровень цифровизации, кадровую обеспеченность и социальные показатели. Главная функция рейтинга – предоставить возможность объективно сравнить одну ОО с другой в сопоставимых условиях. Рейтинги часто публикуются для широкой общественности, что делает их инструментом общественного контроля и формирования репутации.

Появление и широкое распространение рейтингов, а также повышение значимости рейтинга как механизма ранжирования образовательных организаций оказывает глубокое и многоаспектное влияние на то, как разрабатываются и применяются методические подходы к оценке деятельности школ. Это влияние носит как положительный (стимулирующий), так и потенциально негативный (редукционистский) характер.

Поскольку рейтинги строятся на данных, которые можно легко собрать и сравнить (например, баллы ЕГЭ, число медалистов), это стимулирует разработчиков методик отдавать приоритет тем аспектам деятельности, которые поддаются прямому количественному измерению. Методические подходы вынуждены включать в себя системы сбора и обработки данных, ориентированные на вход в рейтинг. Если в рейтинге важен балл ЕГЭ, то внутренняя методика оценки будет уделять больше внимания диагностике знаний, напрямую коррелирующей с этим баллом.

В системе оценки деятельности ОО происходит формирование «рейтингового мышления». Рейтинги переводят оценку из внутреннего инструмента самоанализа в инструмент внешней подотчетности. Методические подходы становятся более ориентированными на внешнего потребителя информации (вышестоящие органы управления, родители). В условиях использования рейтингов как инструмента внешней оценки возрастает значение сопоставимости результатов различных образовательных организаций. В связи с этим процедуры сбора, обработки и представления данных должны основываться на единых методических принципах, обеспечивающих корректность межорганизационных сравнений и возможность отслеживания динамики показателей.

Практика применения рейтинговых механизмов показала ограниченность подходов, ориентированных исключительно на итоговые образовательные результаты. Концентрация внимания только на показателях успеваемости и результатах государственной итоговой аттестации не позволяет в полной мере оценить факторы, обеспечивающие достижение данных результатов. По этой причине современные методики оценки всё чаще включают показатели, характеризующие условия и процессы функционирования образовательной организации. К их числу относятся кадровая устойчивость, уровень профессиональной мотивации педагогов, качество внутренней образовательной среды и эффективность управленческих решений. Учет

подобных параметров позволяет анализировать не только достигнутый результат, но и механизмы его формирования в долгосрочной перспективе [Абрамов, 2024].

Отметим и косвенное влияние, поскольку место в рейтинге зависит от того, что школа может себе позволить (например, привлечь лучших учителей за счет высокой зарплаты или закупить дорогое оборудование), это влияет на то, как оценивается эффективность использования ресурсов. Методики оценки должны интегрировать экономическую эффективность. Оценивается не просто наличие дорогого оборудования, а то, как оно используется для повышения результатов, включенных в рейтинг. Например, разрабатываются методики оценки ROI (возврата инвестиций) в повышение квалификации учителей в привязке к последующему росту позиций в рейтингах.

Подчеркнем, что чрезмерная зависимость от рейтингов может привести к искажению целей оценки. Если рейтинг становится главной целью, методические подходы могут упрощаться до измерения только того, что считается для рейтинга, игнорируя не поддающиеся простому измерению гуманитарные и воспитательные аспекты [Строев, Ломовцева, 2023].

Таким образом, рейтинг выступает мощным внешним регулятором, который заставляет методические подходы к оценке становиться более прозрачными, измеримыми и ориентированными на сопоставимые результаты, при этом постоянно требуя от методистов поиска баланса между измеримостью и всесторонностью оценки. Есть проблемы с взаимообусловленностью результатов с параметрами функционирования деятельности ОО.

В связи с вышесказанным был сделан вывод о том, что существует проблема взаимосвязи результативности менеджмента ОО с параметрами их функционирования. Так, был разработан подход, основанный на анализе менеджмента ОО, который связан с динамикой и группировкой по наиболее значимым показателям.

В основу исследования и разработки методики были положены три измеримых показателя:

- 1) усредненный показатель места ОО в рейтинге;
- 2) средняя численность учителей в комплексах;
- 3) среднегодовая заработная плата учителей.

Настоящее исследование проводилось на основании данных, полученных в ходе мониторинга ОО г. Москвы. Для детального понимания содержания показателей рассмотрим каждый подробнее.

Методика рейтинговой оценки вклада общеобразовательных организаций в качество образования. В исследовании используется официальная методика рейтинговой оценки вклада общеобразовательных организаций города Москвы в обеспечение качественного образования обучающихся в 2024/25 учебном году. Методика представляет собой многофакторную модель, направленную на комплексную количественную оценку результатов деятельности образовательных организаций с учётом академических, социально-воспитательных и институциональных факторов [Шинкарева, Яковлев, Воровский, Карабанова, 2023].

Методологической основой рейтинга является принцип сопоставления образовательных организаций по совокупности стандартизированных показателей, отражающих как итоговые результаты обучения, так и динамику образовательных достижений, условия реализации образовательных программ и вклад школы в развитие обучающихся на различных уровнях образования.

Все показатели рейтинга сгруппированы в восемь тематических блоков, каждый из которых характеризует отдельное направление деятельности образовательной организации:

- 1) обеспечение качественного массового образования;
- 2) развитие образовательных талантов обучающихся;
- 3) эффективность работы дошкольных групп;
- 4) профилактика правонарушений;
- 5) инклюзивное образование;
- 6) использование социокультурных ресурсов города;

- 7) развитие массового любительского спорта;
- 8) динамика результатов образовательной организации.

Такое структурирование позволяет учитывать многомерный характер образовательных результатов и снижать влияние односторонних показателей на итоговую оценку.

Ключевым элементом рейтинга являются результаты государственной итоговой аттестации выпускников основной и средней школы (ОГЭ и ЕГЭ). Оценка строится на основе суммарных и нормированных баллов обучающихся с учётом количества сданных экзаменов, уровня достигнутых результатов и предметной направленности. Дополнительное стимулирование предусмотрено за высокие результаты по естественно-научным и математическим дисциплинам, что отражает приоритеты государственной образовательной политики.

Особенностью методики является распределение рейтинговых баллов между образовательными организациями, в которых обучающийся завершил программы основного и среднего общего образования. Такое распределение позволяет учитывать вклад школы в образовательную динамику обучающегося, а не только формальный результат на момент выпуска.

Для обеспечения устойчивости и репрезентативности результатов применяются корректирующие коэффициенты, учитывающие наличие неудовлетворительных результатов, случаи удаления обучающихся с экзаменов, а также показатель гарантированного массового результата, рассчитываемый с использованием статистических параметров выборки выпускников.

Оценка развития образовательных талантов основывается на результатах участия обучающихся во Всероссийской олимпиаде школьников и Московской олимпиаде школьников. При расчёте учитываются уровень олимпиады, достигнутый результат участника, а также продолжительность обучения в данной образовательной организации. Такой подход позволяет соотнести достижения обучающихся с вкладом образовательной организации в их подготовку и сопровождение [Тимошкин, 2021]. Дополнительно анализируется спектр предметных направлений, по которым обучающиеся принимают участие в муниципальном этапе Всероссийской олимпиады школьников. Данный показатель характеризует широту вовлечения обучающихся в олимпиадное движение и позволяет оценить распределение образовательных достижений по различным предметным областям.

В состав рейтинговой модели включены показатели, характеризующие социальные результаты деятельности образовательной организации. К ним относятся данные о профилактике правонарушений среди несовершеннолетних, организации обучения детей с особыми образовательными потребностями и использовании возможностей городской социокультурной среды в образовательном процессе.

Для образовательных организаций, реализующих инклюзивные практики, предусмотрены повышающие коэффициенты, отражающие сложность и социальную значимость работы с различными категориями обучающихся. Аналогичный подход применяется при оценке результатов дошкольных групп, что позволяет рассматривать образовательную организацию как целостную систему.

Итоговый рейтинговый балл формируется путём агрегирования всех показателей с применением системы мультипликативных коэффициентов и шкалирования массовых результатов. Шкалирование направлено на выравнивание конкурентных условий для образовательных организаций различной численности и предотвращение доминирования количественного фактора над качественными характеристиками [Шинкарева, Куломзина, Яковлев, 2023].

В целом представленная методика ориентирована на комплексную оценку вклада образовательных организаций в качество образования, сочетая измерение академических достижений, образовательной динамики и социально-воспитательных результатов. Использование данного показателя в исследовании позволяет обеспечить сопоставимость данных и повысить валидность полученных выводов.

Средняя численность учителей в комплексах. Под этим показателем понимается усреднённое за отчётный период количество работников, осуществляющих педагогическую

деятельность в образовательной организации независимо от формы занятости. В расчёт включаются педагогические работники, состоящие в трудовых отношениях с образовательной организацией и фактически выполняющие педагогическую нагрузку, включая учителей, педагогов дополнительного образования, педагогов-психологов, логопедов и иных категорий педагогического персонала в соответствии с действующими классификаторами должностей [Патутина, 2024].

Средняя численность педагогических работников, как правило, рассчитывается за календарный или учебный год на основе данных кадрового учёта. Расчёт осуществляется путём суммирования численности педагогических работников за каждый календарный день отчётного периода с последующим делением полученной суммы на количество календарных дней в периоде. Такой подход позволяет учитывать изменения кадрового состава, происходящие в течение года, включая приём и увольнение работников, временное замещение, а также переходы между формами занятости.

При исчислении показателя учитываются педагогические работники, работающие как на полную ставку, так и на условиях неполного рабочего времени. Работники, занятые по совместительству, включаются в расчёт пропорционально доле их занятости, что обеспечивает более точное отражение фактического объёма педагогического ресурса. Не учитываются при исчислении данного показателя работники, находящиеся в длительных отпусках по уходу за ребёнком.

Среднегодовая заработная плата педагогических работников. Данный показатель широко используется в исследованиях экономики образования, при анализе эффективности образовательной политики, а также в мониторинге реализации государственных обязательств в сфере оплаты труда педагогов.

Под среднегодовой заработной платой педагогических работников понимается усреднённый размер выплат, полученных педагогическими работниками образовательной организации за отчётный календарный год, в расчёте на одного работника. Показатель отражает совокупный уровень оплаты труда с учётом структуры заработной платы и позволяет проводить сопоставимый анализ между образовательными организациями, муниципальными образованиями и регионами.

Среднегодовая заработная плата педагогических работников рассчитывается на основе данных бухгалтерского и кадрового учёта образовательной организации. В числитель показателя включается общий фонд оплаты труда педагогических работников за отчётный год, охватывающий все виды выплат, предусмотренные системой оплаты труда. К таким выплатам относятся должностные оклады (тарифные ставки), компенсационные и стимулирующие выплаты, надбавки за квалификационную категорию, стаж педагогической работы, условия труда, а также премиальные выплаты, начисленные по итогам отчётного периода [Патутина, 2024].

В расчёт, как правило, включаются суммы начисленной заработной платы до удержания налогов и иных обязательных платежей, что обеспечивает сопоставимость показателя с официальной статистикой и нормативными ориентирами.

Знаменатель показателя представляет собой среднюю численность педагогических работников за тот же отчётный период. Таким образом, среднегодовая заработная плата определяется как отношение годового фонда оплаты труда педагогических работников к их средней численности. Применение данного подхода позволяет нивелировать влияние кадровых изменений, происходящих в течение года, и обеспечить корректную интерпретацию уровня оплаты труда.

Использование среднегодовой заработной платы педагогических работников имеет важное аналитическое значение при оценке кадровой устойчивости и привлекательности образовательной организации как работодателя. Уровень оплаты труда педагогов рассматривается как один из факторов, влияющих на профессиональную мотивацию, текучесть кадров и возможность привлечения квалифицированных специалистов.

Уровень оплаты труда педагогических работников рассматривается как один из факторов кадровой устойчивости образовательной организации. Анализ данного показателя позволяет оценить условия функционирования педагогического коллектива и выявить возможные связи между ресурсным обеспечением образовательной организации и достигнутыми результатами. В рамках настоящего исследования среднегодовая заработная плата используется совместно с показателями численности педагогических работников и рейтинговой оценки школ, что обеспечивает возможность комплексного анализа кадровых и результативных характеристик образовательных организаций.

При разработке методических подходов к оценке деятельности общеобразовательных организаций принципиально важно использовать совокупность показателей, отражающих как результаты образовательной деятельности, так и ресурсные условия их достижения. В этой связи целесообразным является одновременное применение рейтинга вклада школ в качественное образование, средней численности педагогических работников и среднегодовой заработной платы учителей.

Рейтинг вклада школ в качественное образование выступает интегральным результативным показателем, позволяющим оценить эффективность образовательной организации на основе комплексного учёта учебных достижений обучающихся, образовательной динамики и социально-воспитательных результатов. Средняя численность педагогических работников характеризует кадровый потенциал образовательной организации и является нормирующей переменной при интерпретации результативных показателей. Среднегодовая заработная плата учителей отражает социально-экономические условия деятельности педагогических работников и является индикатором кадровой устойчивости и мотивационного потенциала образовательной организации. Включение данного показателя в методическую модель оценки позволяет учитывать влияние условий труда и уровня материального обеспечения педагогов на образовательные результаты.

Совместное использование указанных показателей обеспечивает комплексный подход к оценке деятельности общеобразовательных организаций, позволяя рассматривать образовательные результаты в контексте кадровых и экономических условий их формирования и повышая аналитическую обоснованность выводов исследования.

Для исследования была произведена группировка образовательных комплексов г. Москвы, критерием которой стала численность обучающихся:

- малочисленные комплексы (А) – численность контингента до 2500 чел.;
- среднечисленные комплексы (В) – численность контингента от 2501 до 3500 чел.;
- многочисленные комплексы (С) – численность контингента от 3501 чел.

Рассмотрим подробнее результаты исследования, которые представлены ниже (см. таблицу).

Логика представления данных основана на первичной систематизации информации по показателям оценки деятельности общеобразовательных организаций. В рамках каждого показателя данные структурированы по типам образовательных комплексов и представлены в динамике за соответствующие учебные годы.

Отдельными блоками рассматриваются доля школ, имеющих рейтинг, темпы роста численности учителей и темпы роста среднегодовой заработной платы педагогических работников. Для каждого показателя приводятся значения по малочисленным, среднечисленным и многочисленным комплексам, что позволяет рассматривать дифференциацию параметров в зависимости от масштабов деятельности организаций. Графическая интерпретация обеспечивает структурированное и логически упорядоченное представление данных по каждому показателю, что делает его удобным для подготовки аналитических материалов, отчетных документов для целей управления.

Использование авторского подхода к анализу и интерпретации взаимообусловленности показателей приводит к выводу о необходимости дифференциации комплекса технологий

управления по отношению к стейкхолдерам внутренней среды ОО, относящихся к разным группам (малочисленные, среднечисленные, многочисленные).

Результаты оценки менеджмента общеобразовательных организаций г. Москвы
 Results of the management assessment of general education institutions in Moscow

Показатели	Группа	Периоды, гг.			
		20/21	22/23	23/24	24/25
Доля школ, входящих в топ-220 школ с высоким рейтинговым баллом	Малочисленные комплексы	0,40	0,60	0,50	0,40
	Среднечисленные комплексы	0,45	0,36	0,64	0,73
	Многочисленные комплексы	0,73	0,73	0,80	0,55
Средняя численность учителей в комплексах	Малочисленные комплексы	82	78	76	74
	Среднечисленные комплексы	123	127	125	122
	Многочисленные комплексы	172	171	171	164
Среднегодовая заработная плата учителей в комплексах	Малочисленные комплексы	119905	131649	140634	146273
	Среднечисленные комплексы	116548	128092	134517	147873
	Многочисленные комплексы	120398	127370	135502	148425

Признаком дифференциации должны быть не просто размеры ОО (по численности обучающихся и персонала), а динамика интегративного показателя результатов. Для общеобразовательных организаций таким интегративным индикатором является место, занимаемое в рейтинге (рис. 1, рис. 2, рис. 3).

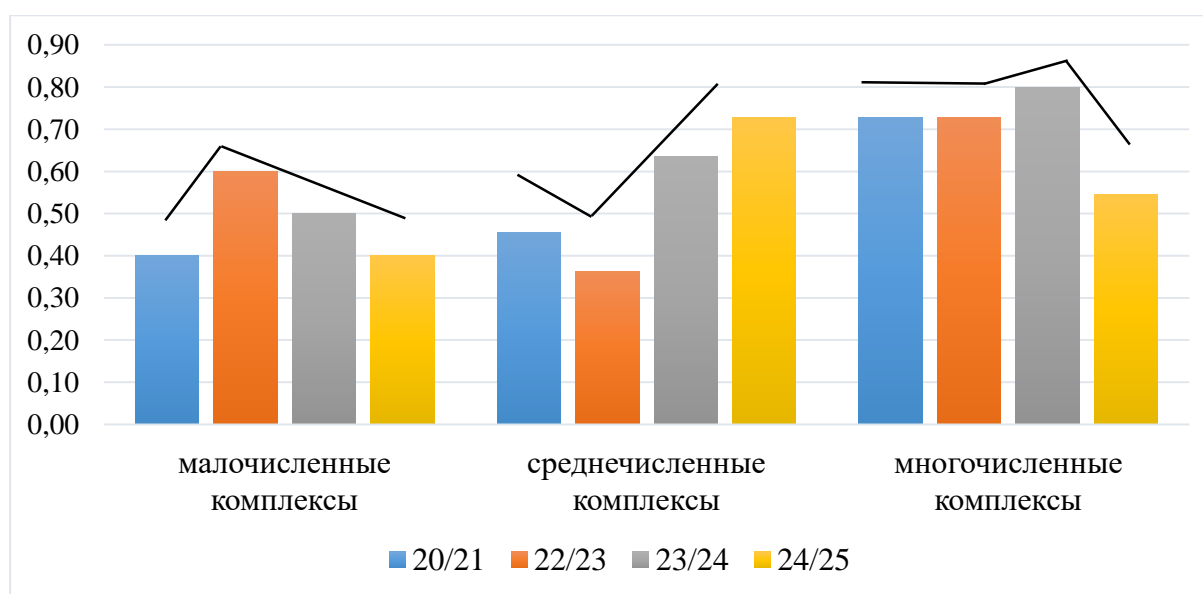


Рис. 1. Доля школ, входящих в топ-220 школ с высоким рейтинговым баллом (группировка по типам комплексов)

Fig. 1. Share of schools in the top 220 with a high ranking score

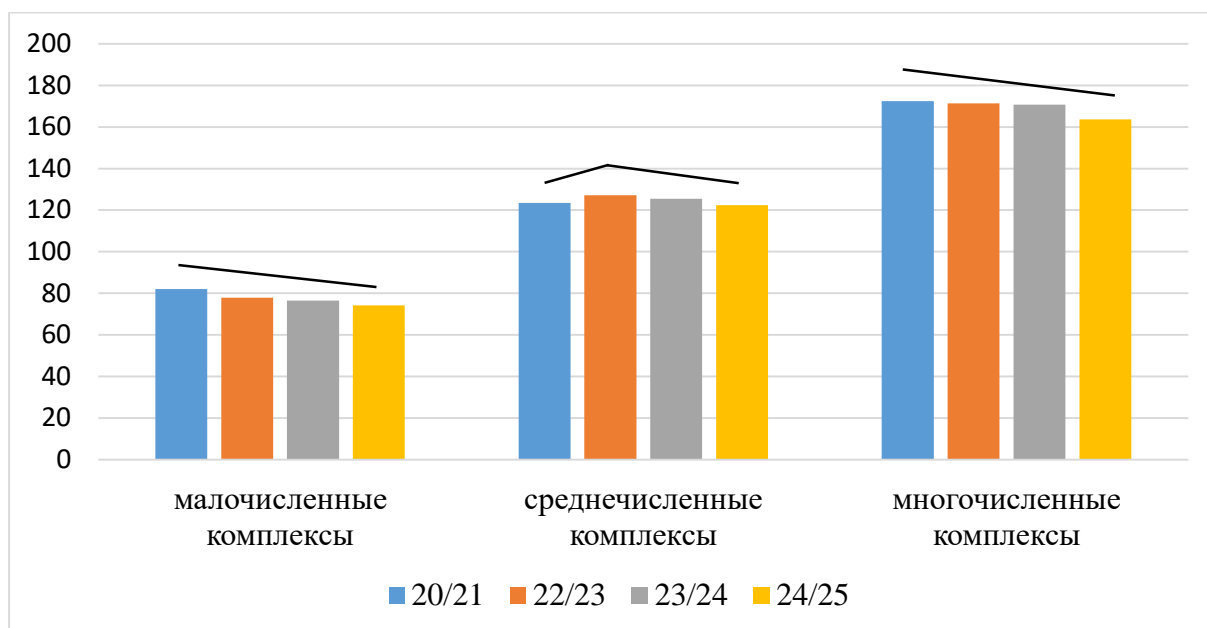


Рис. 2. Темпы роста численности учителей в комплексах (группировка по типам комплексов)
 Fig. 2. Teaching staff growth rates (grouped by the types of education complex)

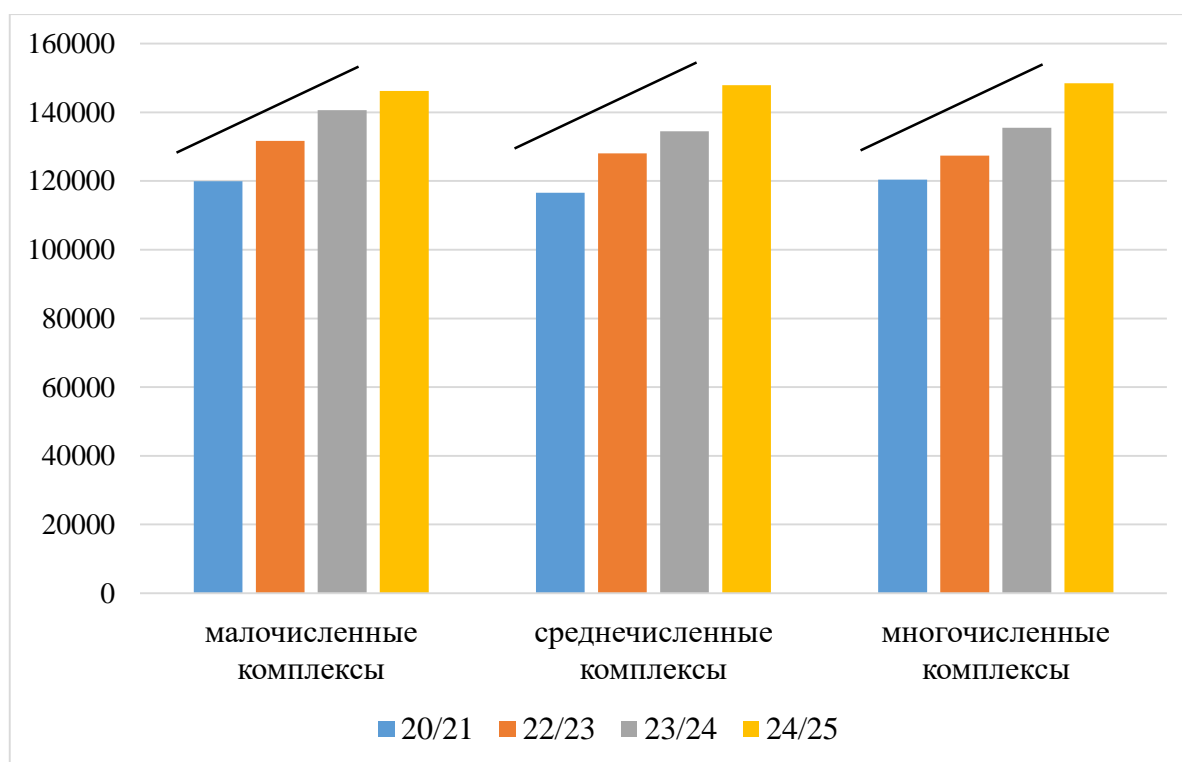


Рис. 3. Темпы роста среднегодовой заработной платы учителей (группировка по типам комплексов)
 Fig. 3. Teachers' average annual wages growth rates (grouped by types of complexes)

Например, для комплексов с малой численностью обучающихся потенциал роста, очевидно, связан ее наращиванием, то есть с *внешней средой*, с привлечением ресурсов и попыткой экстенсивно расширяться. В частности, это возможно за счет расширения охвата целевого рынка, то есть привлечения новых групп потребителей образовательных программ во внешнем окружении, что позволит наращивать контингент обучающихся, расширять ассортимент программ дополнительного образования, проводить иные мероприятия по привлечению дополнительного числа потребителей разных категорий (маркетинговые методы управления) [Ломовцева, Герасименко, Островская, 2023].

Для комплексов со средней численностью обучающихся потенциал роста связан с повышением индивидуализации подходов к удовлетворению потребностей существующих потребителей (обучающихся и персонала). Подбор индивидуальных траекторий развития в организациях с такой численностью сотрудников и обучающихся вполне возможно приведет к росту удельной результативности каждого. Социальная технология управленческих воздействий опирается в этом случае, преимущественно, на развитие лидерства, применение современных его концептов. Основная цель – сформировать лояльного индивидуума во внутренней среде, который будет воспринимать организационные цели как свои собственные, будет стремиться к улучшению личных результатов для повышения общеорганизационных [Ломовцева, Тимошкин, 2025; Тимошкин, Тамразова, 2023]. Например, результаты образовательной деятельности (итоговые баллы ОГЭ, ЕГЭ, итоги предметных диагностик) и творческих видов деятельности (победы в предметных олимпиадах, спортивных соревнованиях, творческих конкурсах) – все это в совокупности способствует росту рейтинговых показателей ОО, то есть росту интегративного показателя результата.

Для комплексов с большой численностью обучающихся и персонала потенциал роста ОО опирается на интенсивные факторы, то есть на совершенствование процессов во внутренней среде ОО. Достигнутый масштаб деятельности и объемы ресурсов таких ОО выделяют из всей совокупности социальных технологий управления проектирование дифференцированных социальных взаимодействий с разными возрастными когортами обучающихся, которые детерминированы теорией поколений. Это способствует повышению мотивации молодых людей, их самооценки и самореализации, а также укрепляет авторитет руководителей ОО, доверие к страшим [Ломовцева, Тимошкин, 2023]. Это позволит сохранять численность, не допуская оттока, в том числе за счет повышения качества индивидуальных результатов разных категорий обучающихся.

Представленные данные ориентированы на комплексное рассмотрение показателей в разрезе типов образовательных организаций и могут быть использованы для анализа внутригрупповых процессов и тенденций развития.

Заключение

Проведённое исследование показало, что оценка деятельности общеобразовательных организаций становится более информативной при совместном рассмотрении результативных и ресурсных характеристик их функционирования. Использование рейтингового показателя в сочетании со средней численностью педагогических работников и уровнем их среднегодовой заработной платы позволило рассмотреть результаты деятельности образовательных организаций не изолированно, а в контексте кадровых и экономических условий их достижения.

Анализ данных общеобразовательных организаций города Москвы за период 2020/21–2024/25 учебных годов выявил различия в динамике исследуемых показателей между малочисленными, среднечисленными и многочисленными образовательными комплексами. Полученные данные свидетельствуют о том, что взаимосвязь между рейтинговыми результатами, кадровыми ресурсами и уровнем оплаты труда имеет различный характер в организациях разного масштаба. Это позволяет рассматривать размер образовательного комплекса не только как количественную характеристику, но и как фактор, влияющий на особенности управления его развитием.

Установлено, что при анализе эффективности деятельности общеобразовательных организаций недостаточно ориентироваться исключительно на итоговые образовательные результаты или показатели численности контингента. Более обоснованные выводы могут быть получены при учёте динамики интегральных показателей, отражающих результаты деятельности в сочетании с параметрами кадрового обеспечения и материального стимулирования педагогических работников. Практическое значение исследования заключается в возможности использования предложенного подхода при проведении мониторинга деятельности образовательных организаций, формировании аналитических

материалов для органов управления образованием и разработке управленческих решений, учитывающих специфику образовательных организаций различного масштаба и особенности их ресурсного обеспечения.

Список источников

- Департамент образования и науки города Москвы // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. URL: <https://www.mos.ru/donm/organizations/?page=1> (дата обращения: 09.06.2024).
- Портал Минпросвещения. URL: <https://edu.gov.ru/> (дата обращения: 09.06.2024).
- Рейтинг вклада образовательных организаций в качественное образование московских школьников в 2024/2025 учебном году // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. URL: <https://www.mos.ru/donm/documents/metodicheskie-rekomendacii/view/327954220/?ysclid=ml8d109h8n726411641> (дата обращения: 01.02.2026).
- Рейтинг вклада образовательных организаций в качественное образование московских школьников в 2023/2024 учебном году // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. URL: <https://www.mos.ru/donm/documents/metodicheskie-rekomendacii/view/308540220/> (дата обращения: 01.02.2026).
- Рейтинг вклада образовательных организаций в качественное образование московских школьников в 2022/2023 учебном году // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. URL: <https://www.mos.ru/donm/documents/metodicheskie-rekomendacii/view/291148220/> (дата обращения: 01.02.2026).
- Рейтинг вклада образовательных организаций в качественное образование московских школьников в 2020/2021 учебном году // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. URL: <https://www.mos.ru/donm/documents/metodicheskie-rekomendacii/view/257146220/> (дата обращения: 01.02.2026).
- Рейтинг вклада школ Москвы в качественное образование московских школьников. Методика 2024/25 // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. URL: https://www.mos.ru/upload/content/files/94e6287ea1d1f3a7f1e497a05bee60cc/Methodika_2025_PUB.pdf?ysclid=ml8da9gxl1696369805 (дата обращения: 01.02.2026).

Список литературы

- Абрамов Р.А. 2024. Взаимосвязь между экономической диверсификацией и устойчивым развитием регионов Российской Федерации. *Вестник университета*, 1: 41–49.
- Ломовцева О.А., Герасименко О.А., Островская А.А. 2023. Стратегическое управление: классический концепт или инструмент развития компаний. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 2, 11(140): 103–112.
- Ломовцева О.А., Прядко С.Н. 2016. Использование квалиметрического подхода для оценки стержневых компетенций научно-образовательных организаций. *Научные ведомости Белгородского государственного университета, Серия: Экономика. Информатика*, 16(237): 24–37.
- Ломовцева О.А., Тимошкин С.П. 2025. Лидерство в менеджменте образовательных организаций: конструктивная проекция зарубежной практики. *Экономика. Информатика*, 52(1): 78–85. DOI 10.52575/2687-0932-2025-52-1-78-85
- Ломовцева О.А., Тимошкин С.П. 2023. Современный подход к обучению лидеров-миллениалов. *Экономико-управленческий конгресс: Сборник научных работ по итогам международного научно-практического комплексного мероприятия*, Белгород, 01–02 ноября 2023 года, Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет: 60–63.
- Патутина Н.А. 2024. Четырехкомпонентная модель корпоративной среды для поддержания профессионального благополучия сотрудников. *Актуальные вопросы благополучия личности: психологический, социальный и профессиональный контексты: Материалы Всероссийской научно-практической конференции*, Ханты-Мансийск, 22 ноября 2024 года, Ханты-Мансийск: Югорский государственный университет: 124–130.
- Патутина Н.А. 2024. О внутриорганизационном доверии при реализации инновационных подходов к управлению образовательной организацией, *Педагогическое образование: традиции и инновации, пространство и возможности* : Сборник статей участников Международной научно-практической конференции, посвящённой 90-летию педагогического образования в Арзамасе,

- Арзамас, 19–20 ноября 2024 года, Арзамас: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского: 332–335.
- Строев В.В., Ломовцева О.А. 2023. Санкционная экономика: сила «слабых связей» российского менеджмента. *Вестник университета*, 2: 174–180.
- Тамразова Е.И., Тимошкин С.П. 2023. Методы развития организационно-управленческих компетенций педагогов общеобразовательных организаций. *Горизонты науки: Сборник научных статей по материалам докладов и сообщений VII Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием*, Смоленск, 26 апреля 2023 года, Выпуск 7, Смоленск: Смоленский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»: 79–82.
- Тимошкин С.П. 2021. Цифровизация образования как преобразующий аспект Российской системы профориентационной деятельности. *Актуальные вопросы гуманитарных наук: Сборник научных статей бакалавров, магистрантов и аспирантов*, под редакцией А.А. Сорокина, Г.В. Калабуховой, Выпуск 4, Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Книгодел»: 207–212.
- Тимошкин С.П., Тамразова Е.И. 2023. Стратегии развития лидерства персонала образовательной организации в современных условиях. *Развитие российской экономики в современных условиях: Сборник научных трудов по итогам научной конференции*, Государственный университет управления, 12–13 сентября 2023 года, Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К»: 248–252.
- Шинкарева О.В., Куломзина Е.Ю., Яковлев О.И. 2023. Роль Московского проекта «Предпринимательский класс» в развитии молодого поколения бизнесменов. *Мировой Университет для глобального города – университет возможностей: развитие человеческого потенциала: Сборник научных статей по материалам VI Международной научно-практической конференции*, Москва, 19–20 апреля 2023 года, Москва: Общество с ограниченной ответственностью «А-Приор»: 27–31.
- Шинкарева О.В., Яковлев О.И., Агафонов Д.С. 2023. Использование информационных систем на базе облачных технологий для мониторинга и анализа деятельности школ Москвы. *Вестник Екатеринбургского института*, 2(62): 55–60.
- Шинкарева О.В., Яковлев О.И., Воровский Н.В., Карабанова О.В. 2023. Финансирование московских школ: результаты реформы. *Вестник МГПУ, Серия: Экономика*, 2(36): 8–16.

References

- Abramov R.A. 2024. Vzaimosvyaz' mezhdru ehkonomicheskoy diversifikaciej i ustojchivym razvitiem regionov Rossijskoj Federacii. [The Relationship between Economic Diversification and Sustainable Development of Regions of the Russian Federation]. *Vestnik universiteta [University Bulletin]*, 1: 41–49.
- Lomovtseva O.A., Gerasimenko O.A., Ostrovskaya A.A. 2023. Strategicheskoe upravlenie: klassicheskij koncept ili instrument razvitiya kompanij [Strategic Management: A Classical Concept or a Tool for Company Development]. *Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya [Economics and Management: Problems, Solutions]*, 2, 11(140): 103–112.
- Lomovtseva O.A., Pryadko S.N. 2016. Ispol'zovanie kvalimetriceskogo podkhoda dlya ocenki sterzhnevnykh kompetencij nauchno-obrazovatel'nykh organizacij [Using a Qualimetric Approach to Assessing Core Competencies of Scientific and Educational Organizations]. *Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta, Seriya: Ekonomika. Informatika [Scientific Bulletin of Belgorod State University, Series: Economics. Computer Science]*, 16 (237): 24–37.
- Lomovtseva O.A., Timoshkin S.P. 2025. Liderstvo v menedzhmente obrazovatel'nykh organizacij: konstruktivnaya proekciya zarubezhnoj praktiki [Leadership in the Management of Educational Organizations: A Constructive Projection of Foreign Practice]. *Ekonomika. Informatika [Economics. Informatics]*, 52 (1): 78–85. DOI 10.52575/2687-0932-2025-52-1-78-85.
- Lomovtseva O.A., Timoshkin S.P. 2023. Sovremennyj podkhod k obucheniyu liderov-millennialov [A Modern Approach to Training Millennial Leaders]. *Ekonomiko-upravlenceskiy kongress: Sbornik nauchnykh rabot po itogam mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo kompleksnogo meropriyatiya, Belgorod: Belgorodskiy gosudarstvennyy natsional'nyy issledovatel'skiy universitet [Economic and Management Congress: Collection of Scientific Papers Based on the Results of the International Scientific and Practical Complex Event, Belgorod: Belgorod State National Research University]*: 60–63.
- Patutina N.A. 2024. Chetyrekhkomponentnaya model' korporativnoj sredy dlya podderzhaniya professional'nogo blagopoluchiya sotrudnikov [A Four-Component Model of a Corporate Environment for Maintaining the

- Professional Well-Being of Employees]. Aktual'nyye voprosy blagopoluchiya lichnosti: psikhologicheskii, sotsial'nyy i professional'nyy konteksty: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Khanty-Mansiysk: Yugorskiy gosudarstvennyy universitet [Current Issues of Personal Well-Being: Psychological, Social, and Professional Contexts: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Khanty-Mansiysk: Yugra State University]: 124–130.
- Patutina N.A. 2024. O vnutororganizatsionnom doverii pri realizatsii innovatsionnykh podkhodov k upravleniyu obrazovatel'noy organizatsiej [On Intra-Organizational Trust in the Implementation of Innovative Approaches to the Management of an Educational Organization]. Pedagogicheskoye obrazovaniye: traditsii i innovatsii, prostranstvo i vozmozhnosti : Sbornik statey uchastnikov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchonnoy 90-letiyu pedagogicheskogo obrazovaniya v Arzamase, Arzamas: Natsional'nyy issledovatel'skiy Nizhegorodskiy gosudarstvennyy universitet im. N.I. Lobachevskogo [Pedagogical Education: Traditions and Innovations, Space and Opportunities: Collection of Articles by Participants of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 90th Anniversary of Pedagogical Education in Arzamas, Arzamas: National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod]: 332–335.
- Stroyev V.V., Lomovtseva O.A. 2023. Sankcionnaya ehkonomika: sila «slabykh svyazey» rossiyskogo menedzhmenta [Sanctions Economy: The Power of “Weak Ties” in Russian Management]. Vestnik universiteta [University Bulletin], 2: 174–180.
- Tamrazova E.I., Timoshkin S.P. 2023. Metody razvitiya organizatsionno-upravlencheskikh kompetentsij pedagogov obshcheobrazovatel'nykh organizatsij [Methods for Developing Organizational and Managerial Competencies of Teachers in General Education Organizations]. Gorizonty nauki: Sbornik nauchnykh statey po materialam dokladov i soobshcheniy VII Vserossiyskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Smolensk: Smolenskiy filial federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya «Rossiyskiy ekonomicheskii universitet imeni G.V. Plekhanova» [Horizons of Science: Collection of scientific articles based on reports and communications from the VII All-Russian Student Scientific and Practical Conference with International Participation, Smolensk: Smolensk Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Plekhanov Russian University of Economics”], 7: 79–82.
- Timoshkin S.P. 2021. Cifrovizatsiya obrazovaniya kak preobrazuyushchij aspekt Rossiyskoj sistemy proforientatsionnoy deyatel'nosti [Digitalization of Education as a Transformative Aspect of the Russian System of Career Guidance Activities]. Aktual'nyye voprosy gumanitarnykh nauk: Sbornik nauchnykh statey bakalavrov, magistrantov i aspirantov, pod redaktsiyey A.A. Sorokina, G.V. Kalabukhovoy, Moskva: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu "Knigodel" [Current Issues in the Humanities: Collection of scientific articles by bachelors, masters, and postgraduates / Edited by A. A. Sorokin, G. V. Kalabukhova, Moscow: Knigodel Limited Liability Company], 4: 207–212.
- Timoshkin S.P., Tamrazova E.I. 2023. Strategii razvitiya liderstva personala obrazovatel'noy organizatsii v sovremennykh usloviyakh [Strategies for Developing Personnel Leadership in an Educational Organization in Modern Conditions]. Razvitiye rossiyskoy ekonomiki v sovremennykh usloviyakh: Sbornik nauchnykh trudov po itogam nauchnoy konferentsii, Gosudarstvennyy universitet upravleniya, Moskva: Izdatel'sko-torgovaya korporatsiya "Dashkov i K" [Development of the Russian Economy in Modern Conditions: Collection of Scientific Papers Based on the Results of a Scientific Conference, State University of Management, Moscow: Dashkov i K Publishing and Trading Corporation]: 248–252.
- Shinkareva O.V., Kulomzina E.U., Yakovlev O.I. 2023. Rol' Moskovskogo proekta "Predprinimatel'skiy klass" v razvitiy molodogo pokoleniya biznesmenov [The Role of the Moscow Project "Entrepreneurial Class" in the Development of the Young Generation of Businessmen]. Mirovoy Universitet dlya global'nogo goroda – universitet vozmozhnostey: razvitiye chelovecheskogo potentsiala: Sbornik nauchnykh statey po materialam VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Moskva: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu "A-Prior" [World University for a Global City – University of Opportunities: Developing Human Potential: Collection of Scientific Articles Based on the Materials of the VI International Scientific and Practical Conference, Moscow: Limited Liability Company “A-Prior”]: 27–31.
- Shinkareva O.V., Yakovlev O.I., Agafonov D.S. 2023. Ispol'zovanie informatsionnykh sistem na baze oblachnykh tekhnologiy dlya monitoringa i analiza deyatel'nosti shkol Moskvy [Using information systems based on cloud technologies for monitoring and analyzing the activities of Moscow schools]. Vestnik Yekaterininskogo instituta [Bulletin of the Catherine Institute], 2 (62): 55–60.



Shinkareva O.V., Yakovlev O.I., Vorovsky N.V., Karabanova O.V. 2023. Finansirovanie moskovskikh shkol: rezul'taty reformy [Financing of Moscow schools: results of the reform]. Vestnik MGPU, Seriya: Ekonomika [Bulletin of the Moscow State Pedagogical University. Series: Economics], 2 (36): 8–16.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 05.02.2026

Поступила после рецензирования 17.03.2026

Принята к публикации 30.03.2026

Received February 05, 2026

Revised March 17, 2026

Accepted March 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тимошкин Сергей Петрович, аспирант института экономики, управления и права, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

Ломовцева Ольга Алексеевна, доктор экономических наук, профессор, профессор департамента экономики и управления, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

Яковлев Олег Иванович, кандидат экономических наук, доцент департамента экономики и управления, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sergei P. Timoshkin, Postgraduate Student at the Institute of Economics, Management and Law, Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

Olga A. Lomovtseva, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Economics and Management, Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

Oleg I. Yakovlev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ FINANCES OF THE STATE AND ENTERPRISES

УДК 336.14
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-377-387
EDN OZKTNA

Аудит эффективности использования государственных ресурсов на поддержку инноваций в цифровой среде

¹Коваленко С.Н., ²Семенова Н.А., ²Сапрыкина Т.В.

¹Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,
Россия, 115054, г. Москва, Стремянный пер., д. 36

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

Kovalenko.SN@rea.ru, kalutskaya@bsuedu.ru, saprykina@bsuedu.ru

Аннотация. Необходимость перехода от формальной проверки расходования бюджетных средств к оценке реального общественно значимого эффекта от государственной поддержки науки и технологий объясняют актуальность проводимого исследования. Стремительное внедрение цифровых технологий во все сферы деятельности объясняет поставленную цель – обоснование цифровой трансформации процесса аудита эффективности использования государственных ресурсов в инновационной сфере посредством разработки и внедрения системы критериев и индикаторов, проверяемых с использованием автоматизированных процедур. Методология строится на комплексном подходе к оценке инновационной деятельности, финансируемой из бюджетных средств, учитывающем специфику рассматриваемой сферы, долгосрочность целей, многоаспектность влияния на экономику и общество, а также важность встраивания контрольных механизмов в цифровую среду. В результате исследования предложена система базовых критериев аудита эффективности и соответствующих им индикаторов, апробированных на основе методических рекомендаций Счетной палаты РФ и данных Роспатента. Особое внимание уделено практическим аспектам автоматизации контроля: от интеграции данных из системы «Госаудит» и Федерального казначейства до применения технологий искусственного интеллекта, Big Data, блокчейна и роботизированной автоматизации процессов (RPA). Разработаны этапы встраивания индикаторов эффективности в цифровую среду, позволяющие осуществлять непрерывный риск-ориентированный мониторинг, выявлять проекты, имитирующие инновационную деятельность, и блокировать неэффективные операции. Анализ литературы показал то, что традиционные подходы к контролю в инновационной сфере не удовлетворяют требованиям сегодняшнего дня. Приоритетным направлением развития государственного аудита является переход от ретроспективной проверки сметы к модели предварительной аналитической оценки рисков на основе единой межведомственной цифровой платформы. Практическая значимость работы состоит в предложении конкретных инструментов цифровой трансформации аудита, направленных на повышение экономности, результативности и прозрачности использования государственных ресурсов для достижения национальных целей

Ключевые слова: эффективность, базовые критерии, государственные ресурсы, финансовый контроль, результативность, оценка, цифровая среда

Для цитирования: Коваленко С.Н., Семенова Н.А., Сапрыкина Т.В. 2026. Аудит эффективности использования государственных ресурсов на поддержку инноваций в цифровой среде. *Экономика. Информатика*, 53(2): 377–387. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-377-387. EDN OZKTNA

Audit of the Effective Use of Public Resources to Support Innovation in the Digital Environment

¹Svetlana N. Kovalenko, ²Natalia A. Semenova, ²Tatiana V. Saprykina

¹Plekhanov Russian University of Economics,
36 Stremyanny Ln., Moscow 115054, Russia

²Belgorod State National Research University,
85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia

Kovalenko.SN@rea.ru, kalutskaya@bsuedu.ru, saprykina@bsuedu.ru

Abstract. The need to move from a formal review of budget spending to an assessment of an actual socially significant effect of government support for science and technology explains the relevance of the study. The rapid introduction of digital technologies in all areas of activity explains the goal set by the authors – to substantiate the digital transformation of auditing the effectiveness of public resources use in the innovation sector through the development and implementation of a system of criteria and indicators verified using automated procedures. The methodology is based on an integrated approach to assessing innovation activities funded from budgetary funds, taking into account the specifics of the field under consideration, the long-term goals, the multidimensional impact on the economy and society, as well as the importance of embedding control mechanisms in the digital environment. As a result of the research, a system of basic performance audit criteria and corresponding indicators has been proposed, tested on the basis of methodological recommendations of the Accounts Chamber of the Russian Federation and data from Rospatent. Special attention is paid to practical aspects of control automation: from the integration of data from the Gosaudit system and the Federal Treasury to the use of artificial intelligence, Big Data, blockchain and robotic process automation (RPA) technologies. The stages of embedding performance indicators in the digital environment have been developed, allowing for continuous risk-based monitoring, identifying projects that simulate innovative activities, and blocking inefficient operations. An analysis of the literature has shown that traditional approaches to control in the innovation sphere do not meet the requirements of today. A priority area for the development of public audit is the transition from a retrospective review of estimates to a model of preliminary analytical risk assessment based on a single interdepartmental digital platform. The practical significance of the work lies in the proposal of specific tools for the digital transformation of auditing aimed at increasing the economy, efficiency and transparency of the use of public resources to achieve national goals.

Keywords: efficiency, basic criteria, public resources, financial control, effectiveness, evaluation, digital environment

For citation: Kovalenko S.N., Semenova N.A., Saprykina T.V. 2026. Audit of the Effective Use of Public Resources to Support Innovation in the Digital Environment. *Economics. Information technologies*, 53(2): 377–387 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-377-387. EDN OZKTNA

Введение

В современных условиях инновационное развитие становится одним из важнейших направлений государственной социально-экономической политики. Конкурентоспособность национальной экономики, технологическая независимость, темпы внедрения передовых решений в промышленность, науку, медицину и сферу управления во многом зависят от того, насколько результативно используются государственные ресурсы, направляемые на поддержку инновационной деятельности. В России значение этой сферы закреплено как в законодательстве о науке и научно-технической политике, так и в документах, определяющих национальные цели и приоритеты научно-технологического развития страны.

Актуальность темы обусловлена тем, что государство финансирует инновационную сферу не только через прямые бюджетные расходы, но и через гранты, субсидии, инфраструктурные меры поддержки, программы развития науки, университетов, технологических компаний и инновационных территорий, кроме того, информационные данные о выполнении критериев эффективности должны быть встроены в цифровую среду

государственного сектора. При этом сам факт выделения средств еще не означает достижения общественно значимого результата. В связи с этим возрастает роль аудита эффективности использования государственных ресурсов, поскольку именно они позволяют оценить, были ли достигнуты заявленные цели, насколько рационально распределялись ресурсы и соответствует ли полученный результат объему вложенных средств. Особую значимость приобретает внешний государственный аудит, осуществляемый Счетной палатой Российской Федерации. Федеральный закон «О Счетной палате» закрепляет ее полномочия в сфере внешнего государственного аудита (контроля), а в последние годы активно развивается методология проверки инновационной деятельности, в том числе через специальные методические рекомендации по аудиту государственной поддержки инновационной деятельности [О Счетной палате Российской Федерации..., 2013].

Целью исследования выступает цифровая трансформация процесса аудита расходования государственных ресурсов в сфере инноваций посредством разработки критериев и индикаторов, характеризующих эффективность, результативность достигнутых результатов, проверяемых с использованием автоматизации отдельных процедур.

Для достижения этой цели необходимо раскрыть сущность государственных ресурсов в сфере инновации, дать характеристики базовым критериям аудита эффективности, определить индикаторы оценки результативности в сфере инноваций и определить возможности их встраивания в цифровую среду.

Методология исследования

Методология строится на комплексном подходе, который ориентирован на специфику инновационной деятельности, ее риски, обеспечение государственными ресурсами, долгосрочность целей и многоаспектность влияния на экономику и общество, встраивание в цифровую среду.

Под государственными ресурсами в сфере инноваций следует понимать совокупность финансовых, организационных, институциональных и информационных средств, направляемых государством на поддержку научной, научно-технической и инновационной деятельности. Правовая база такой поддержки формируется, прежде всего, Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике» [О науке и государственной научно-технической политике..., 1996], Бюджетным кодексом Российской Федерации (далее – РФ) [Бюджетный кодекс Российской Федерации..., 1998], а также стратегическими актами Президента РФ и Правительства РФ [Постановление Правительства Российской Федерации «О Едином реестре конечных получателей ...», 2022; Стратегия развития Счетной палаты России на 2025–2030 гг., 2024]. Государственные ресурсы в инновационной сфере имеют сложную структуру. К ним относятся бюджетные ассигнования на научные исследования и разработки, грантовая поддержка, субсидирование инновационных организаций, создание технопарков и иных элементов инновационной инфраструктуры, налоговые и организационные механизмы стимулирования, а также меры по сопровождению внедрения результатов интеллектуальной деятельности [Стратегия развития Счетной палаты России на 2025–2030 гг..., 2024]. Государственная поддержка инноваций может предоставляться как напрямую, так и через систему институтов развития, программ и реестров конечных получателей поддержки.

Согласно данным Роспатента, в Российской Федерации (далее – РФ) по состоянию на 2 апреля 2026 года действует 257 535 патентов на изобретения, 45 401 патент на полезные модели и 48 957 патентов на промышленные образцы, что в совокупности составляет 351 893 действующих охраняемых документа на объекты собственно патентного права. В дополнение к этому в системе правовой охраны РИД учитываются 402 охраняемых документа на наименования мест происхождения товаров (НМПТ), 598 регистраций наименований мест происхождения товаров и географических указаний (ПНМПТ), а также 797 134 товарных

знака, зарегистрированных по национальной процедуре, и 230 083 товарных знака, охраняемых по международной процедуре¹.

Аудит в рассматриваемой сфере не может ограничиваться простой проверкой законности расходования средств – необходима автоматизация процессов контроля эффективности, включающая оперативное сопоставление выделенных и использованных ресурсов с достигнутыми результатами, в качестве которых могут быть: внедренные в практику разработки, прирост доходов от коммерциализации исследований, изменение качества проектов, влияние инноваций на развитие отраслей и достижение национальных целей. Нельзя допустить того, чтобы контроль сводился к констатации факта выделения средств. Учитывая чрезмерно высокую степень неопределенности инновационной сферы, следует допускать возможность получения отсроченного эффекта [Лозицкая, 2020]. Поэтому аудит эффективности предполагает смещение акцентов в направлении использования информационных технологий для оценки конечного эффекта и качества государственного управления. Такой подход особенно важен применительно к инновационной сфере, где общественная отдача от расходов часто важнее самого факта их освоения [Подмогильная, 2024]. При этом критерии аудита эффективности – это требуемое состояние или ожидание в отношении используемых ресурсов и достижения результативности [Харченко, 2024].

Результаты исследования и дискуссия

В методических рекомендациях по проведению аудита государственной поддержки инновационной деятельности прямо указывается на необходимость оценки целей, критериев, рисков, ожидаемых результатов и фактической результативности соответствующих мер [Методические рекомендации по проведению аудита ..., 2023].

В ходе планирования аудита эффективности государственных ресурсов на поддержку инноваций инспекторы Счетной палаты формируют критерии, согласно обязательным и вариативным характеристикам (рис. 1).

С практической точки зрения это означает, что эффективный аудит инновационной деятельности должен отвечать на несколько взаимосвязанных вопросов. Во-первых, соответствовали ли выделенные ресурсы стратегическим приоритетам государства. Во-вторых, была ли обоснована сама модель поддержки. В-третьих, достигнуты ли конкретные результаты, ради которых использовались государственные ресурсы. В-четвертых, можно ли было получить сопоставимый или более высокий результат при меньших затратах либо с использованием иных механизмов поддержки.

Для анализа эффективности использования государственных ресурсов в инновационной сфере необходимо применять систему критериев, которая позволяла бы учитывать не только финансовые показатели, но и качественные, технологические и социально-экономические результаты.

В методических материалах по аудиту эффективности инноваций внимание уделяется критериям результативности, обоснованности, адресности, достижимости целей, качеству управления рисками и полноте представления информации [Методические рекомендации по проведению аудита..., 2023].

Индикаторы оценки базовых критериев аудита эффективности государственных ресурсов в сфере инноваций представлены в табл. 1.

Представленная система критериев показывает, что эффективность в инновационной сфере не сводится к бухгалтерскому учету расходов. Например, даже при формальном соблюдении всех финансовых процедур государственная поддержка может оказаться низкоэффективной, если средства распределялись на проекты, не имеющие реального потенциала внедрения, либо если система оценки результатов была изначально сформулирована слишком формально. И наоборот, отдельные проекты с длительным циклом реализации могут показывать умеренные краткосрочные результаты, но формировать значительный долгосрочный эффект.

¹ https://rospatent.gov.ru/ru/about/stat/stat_doc



Рис. 1. Критерии, применимые в аудите эффективности ресурсов на поддержку инноваций
 Fig. 1. Criteria applicable in the audit of resource efficiency for innovation support

Таблица 1
 Table 1

Индикаторы оценки критериев аудита эффективности государственных ресурсов в сфере инноваций
 Indicators for evaluating criteria for auditing the effectiveness of public resources in the field of innovation

Базовый критерий	Индикатор	Результаты выполнения критериальных оценок аудита эффективности
1	2	3
1. Запланированные результаты достигнуты	– научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКТР), количество	– выполнены и приняты НИОКТР в запланированном количестве
2. Объем использованных ресурсов не превышает первоначально запланированный объем	– обобщенное состояние или ожидание в отношении ресурсов	– своевременность выполнения НИОКТР
3А. Возможность добиться лучших результатов отсутствует	– обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов	– поданы патентные заявки на результаты интеллектуальной деятельности (РИД)
	– обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов	– получены патенты на РИД
	– обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов	– использование РИД

Окончание табл. 1
 End of Table 1

1	2	3
3Б. Возможность использования меньшего ресурса для достижения полученного результата отсутствует	– обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов	– отсутствие НИОКТР, тематика которых соответствует тематике ранее проведенных (в последние 3 года) работ, в том числе иными научными учреждениями
	– обобщенное состояние или ожидание в отношении ресурсов	– отсутствие неиспользуемого имущества
	– доля расходов на оплату труда административно-управленческого персонала, процентов	– доля расходов на оплату труда административно-управленческого персонала не выше, чем в среднем по иным научным учреждениям, осуществляющим аналогичную деятельность
	– обобщенное состояние или ожидание в отношении ресурсов	– стоимость выполняемых НИОКТР в рамках государственного задания не выше, чем стоимость их выполнения на рыночных условиях
4. Достижение конечных результатов обусловлено воздействием непосредственных эффектов за счет использования государственных ресурсов	– количество продукции, выпущенной за счет РИД; – доход, полученный за счет внедрения в производство разработок РИД; – приращение дохода от предпринимательской деятельности разработчика РИД.	– доля внедрения результатов РИД в коммерческом секторе в целях использования инновационных разработок; – увеличение дохода от коммерциализации результатов НИОКТР разработчиками; – время выхода инновационного продукта на рынок при государственной поддержке.

Источник: составлено авторами на основе [О науке и государственной научно-технической политике..., 1996; Методические рекомендации по проведению аудита..., 2023; Касаева, 2024].

Для повышения эффективности аудита инновационной деятельности необходим комплекс цифровых решений. В частности, для проверки бюджетных расходов использование аналитических реестров расходов и автоматизированное сопоставление (сверка) их с отчетными документами повысит прозрачность движения средств по всей цепочке, создаст условия для выявления аффилированных связей и нестандартных ситуаций. Встраивание в систему контрольных модулей проверки индикаторов позволит блокировать операции при нарушении критериев. Использование аналитических платформ и машинного обучения для отбора проектов создаст основу формирования объективного рейтинга заявок. Повысить качество координации между госорганами и получателями средств возможно на основе использования единой межведомственной платформы, обеспечивающей интеграцию внешних данных для оперативного контроля сроков и достигнутых показателей.

Рассматривая возможность встраивания индикаторов аудита эффективности на поддержку инноваций в цифровую среду необходимо ориентироваться, прежде всего, на использование аналитической системы «Госаудит», разработанной Счетной палатой РФ, дополнив ее модулями искусственного интеллекта (далее – ИИ) и предиктивной аналитики.

В связи с чем возможно предложить этапы реализации встраивания аудита эффективности использования государственных ресурсов на поддержку инноваций в цифровую среду (табл. 2).

Таблица 2
 Table 2

Этапы реализации внедрения аудита эффективности использования государственных ресурсов
 на поддержку инноваций в цифровую среду
 Stages of introducing the audit of effective use of public resources to support innovation
 in the digital environment

Этап реализации	Характеристика действий в ходе реализации этапа	Раскрываемый индикатор
1	2	3
1. Интеграция данных из разных источников	<ul style="list-style-type: none"> – получение данных из системы Федерального казначейства РФ; – получение информации на основе финансовой отчетности организаций; – получение данных о госзакупках; – оценка статистических данных официальных источников; – анализ реестров инновационных проектов и программ. 	<ul style="list-style-type: none"> – обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов; – обобщенное состояние или ожидание в отношении ресурсов.
2. Автоматизация сбора и анализа данных с помощью аналитической системы «Госаудит» и технологии машинного обучения	<ul style="list-style-type: none"> – формирование интерактивных дашбордов с ключевыми критериями эффективности поддержки инноваций за счет государственных ресурсов; – визуализация национальных проектов и программ, в том числе через платформы «Цифровая экономика»; – сопоставление фактических и плановых показателей выполнения НИОКТР; – проведение риск-ориентированного аудита и выявления проектов, которые лишь имитируют инновационную деятельность. 	<ul style="list-style-type: none"> – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКТР), количество; – обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов; – обобщенное состояние или ожидание в отношении ресурсов.
3. Внедрение модулей ИИ	<ul style="list-style-type: none"> – выявление расхождений в расходовании средств; – анализ тестовых данных (контракты, отчеты по НИОКТР); – прогнозирование рисков неэффективного использования государственных ресурсов. 	<ul style="list-style-type: none"> – обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов; – обобщенное состояние или ожидание в отношении ресурсов.
4. Аналитическая обработка результатов выполнения критериальных оценок аудита эффективности с помощью технологий Big Data, предиктивной аналитики, веб-скрапинга и информационных инструментов: Apache Hadoop, Apache Spark и SIEM-платформы	<ul style="list-style-type: none"> – оценка соотношения затрат на поддержку инноваций и количества зарегистрированных патентов, разработок; – сверка отчетных и реальных данных; – «упрощение» процедуры выявления нецелевого использования выделенных средств – сопоставление исходных данных с показателями, раскрываемыми в отчетности экономических субъектов. 	<ul style="list-style-type: none"> – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКТР), количество; – доля расходов на оплату труда административно-управленческого персонала, процентов; – количество продукции, выпущенной за счет РИД; – доход, полученный за счет внедрения в производство разработок РИД; – приращение дохода от предпринимательской деятельности разработчика РИД.



Окончание табл. 2
 End of Table 2

1	2	3
5. Создание механизма оперативного реагирования на выявленное неэффективное использование государственных ресурсов с использованием систем автоматизированного обмена данными (API) и роботизированной автоматизации процессов (RPA-боты).	– автоматическое уведомление для аудиторов через используемые системы; – генерация рекомендаций по корректировке финансирования.	– обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов; – обобщенное состояние или ожидание в отношении ресурсов.
6. Обеспечение межведомственного взаимодействия через единую цифровую платформу, включающую интеграцию информационных технологий автоматизированного обмена данными (API) между различными ведомствами и роботизированной автоматизации процессов (RPA-боты)	– сопоставление данных, полученных на всех этапах закупочных процедур, и контроля за использованием государственных ресурсов.	– обобщенное состояние или ожидание в отношении результатов; – обобщенное состояние или ожидание в отношении ресурсов.

Источник: составлено авторами на основе [Стратегия развития Счетной палаты России на 2025–2030 гг. ..., 2024].

Внесение сведений в автоматизированные системы обработки информации на этапе отбора и выдачи грантов позволяет осуществить сбор, накопление, систематизацию и структурирование больших объемов данных о получателях субсидий, грантов и налоговых льгот. Внедрение Big Data и предиктивной аналитики дает возможность сопоставить исходные данные с показателями, раскрываемыми в отчетности экономических субъектов, передаваемыми в налоговые органы, размещаемыми в открытых источниках, публичных реестрах, а также с информацией Роспатента. Это позволит выявить организации, получившие господдержку, но не ведущие реальной инновационной деятельности. Практическое применение для этих целей таких информационных инструментов, как Apache Hadoop, Apache Spark и SIEM-платформы, существенно упростит процедуру аудита и ускорит выявление нецелевого использования выделенных средств.

Непрерывный оперативный аудит возможно проводить с использованием интеграции информационных технологий автоматизированного обмена данными (API) между различными ведомствами и роботизированной автоматизации процессов (RPA-боты). В результате будут сопоставлены данные, полученные на всех этапах: заявка, одобрение, получение средств, отчетность и регистрация фактического результата, – с индикаторами результативности, заявленными в грантах. Применение технологии блокчейн, уже используемой для

прослеживания хронологии транзакций бюджетных средств, в сочетании с анализом закупок в сфере инноваций обеспечит оперативный контроль за дроблением контрактов и сговором с контрагентами. Машинное обучение создаст условия для проведения риск-ориентированного аудита и выявления проектов, которые лишь имитируют инновационную деятельность. В частности, речь идет о регистрации прав на схожие продукты. Хотя в настоящее время процесс получения патента включает прохождение формальной экспертизы и экспертизы по существу, участие в этих процедурах людей не исключает вероятности ошибки. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения позволит сделать процесс более прозрачным и снизить риск таких ошибок. Кроме того, обозначенные информационные технологии создадут условия для семантического анализа отчетов по НИОКР на предмет плагиата или повторного использования результатов, ранее оплаченных из бюджета. Практическое использование технологии веб-скрапинга, предполагающей автоматизированный сбор и анализ данных из внешних интернет-источников с преобразованием их в структурированный формат, обеспечит автоматизированную сверку отчетных и реальных данных. В частности, можно проводить мониторинг продаж продукции, программного обеспечения и других результатов НИОКР, на разработку которых были получены государственные средства. Кроме того, появляется возможность анализа публикаций в профильных изданиях, участия в конкурсах и проведения независимой экспертизы. Таким образом, наличие так называемого «цифрового следа» позволит подтвердить не только реальность полученных результатов, но и их соответствие заявленным.

Использование цифровой среды в формировании результатов выполнения критериальных оценок аудита эффективности использования государственных ресурсов позволит повысить экономичность расходования; увеличить продуктивность; проанализировать достижение запланированной результативности и целей государственной поддержки инноваций; улучшить прозрачность и подотчетность; ускорит цифровую трансформацию в государственном аудите; повысит качество данных для стратегического планирования.

Совершенствование аудита эффективности использования государственных ресурсов в инновационной сфере должно идти по нескольким направлениям. Прежде всего необходима более четкая увязка мер поддержки с национальными целями и стратегическими приоритетами научно-технической и инновационной деятельности. Поддержка инноваций должна оцениваться не изолированно, а с точки зрения ее вклада в достижение долгосрочных задач развития страны, закрепленных в стратегических документах [Мессель, 2016]. Кроме того, важно развивать систему показателей, сочетающую количественные и качественные критерии. Одних данных о количестве профинансированных проектов или объеме освоенных средств недостаточно. Необходимо оценивать степень технологической зрелости результатов, устойчивость создаваемой инфраструктуры, уровень коммерциализации разработок, влияние на развитие отраслей и регионов, а также мультипликативный эффект от вложения государственных ресурсов.

Отдельного внимания заслуживает развитие цифровой среды. Чем более полными и сопоставимыми являются данные о мерах поддержки, получателях и результатах, тем выше качество аудита и аналитической оценки. В этом смысле создание и развитие реестров, цифровых платформ мониторинга, унифицированных форм отчетности и межведомственного обмена данными является важным условием повышения результативности контроля.

Наконец, необходим переход от преимущественно ретроспективного контроля к модели, сочетающей последующий аудит с предварительной аналитической оценкой рисков. Важно выявлять слабые места в проектной логике, завышенные ожидания, недостаточную обоснованность целевых показателей и риски отсутствия практического спроса на результаты проектов, что будет основой предупреждения неэффективного расходования государственных ресурсов на стадии рассмотрения мер поддержки.

Заключение

Проведенное исследование показывает, что сегодня традиционных подходов к организации контроля результативности и грамотности расходования бюджетных средств на поддержку инноваций уже недостаточно. Появилась потребность в активном использовании

новых инструментов аудита эффективности, способных оценить экономность, результативность, продуктивность, адресность и долгосрочный эффект использования государственных ресурсов. Особое значение в решении данной задачи должно отводиться цифровым технологиям. Внедрение блокчейна обеспечит проверку прозрачности цепочек движения средств, искусственный интеллект и Big Data позволят автоматически выявлять аномалии в отчетах и связь конечных получателей с аффилированными структурами, встраиваемые контрольные модули станут базой для блокировки операции при нарушении оценочных критериев. Все это в совокупности создает условия для предупреждения фальсификации данных в отчетах, использования различных незаконных схем вывода государственных средств. Важная роль в этом процессе отводится Счетной палате РФ, обеспечивающей постоянное развитие методических подходов к проведению аудита.

Список источников

- Бюджетный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.1998 № 145-ФЗ. – Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации.
- Методические рекомендации по проведению аудита государственной поддержки инновационной деятельности (утв. Коллегией Счетной палаты РФ, протокол от 05.12.2023 № 71к (1676)). – Текст: электронный // КонсультантПлюс.
- О науке и государственной научно-технической политике: Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ. – Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации.
- О Счетной палате Российской Федерации: Федеральный закон от 05.04.2013 № 41-ФЗ. – Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 13.10.2022 № 1826 «О Едином реестре конечных получателей государственной поддержки инновационной деятельности». – Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации.
- Статистика действующих охранных документов на объекты промышленной собственности // Сайт Роспатент. – https://rospatent.gov.ru/ru/about/stat/stat_doc
- Стратегия развития Счетной палаты России на 2025–2030 гг. // утверждена Коллегией Счетной палаты 26.12. 2024. – Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации.

Список литературы

- Касаева Т.В. 2024. Аудит инноваций: теоретические и практические аспекты. *Вестник ВГТУ*, 3(49): 107–121. DOI: 10.24412/2079-7958-2024-3-107-121
- Лозицкая О.И. 2020. Аудит эффективности: важность и перспективы в рамках системы государственного финансового контроля. *Финансы: теория и практика*, 24 (2): 82–91
- Мессель Е.О. 2016. Аудит эффективности в государственном управлении. *Вестник АГТУ. Сер.: Экономика*, 3: 117–123.
- Подмогильная Ю.А. 2024. Государственная поддержка инновационной деятельности: отечественный и зарубежный опыт. *Вестник науки*, 7 (76), 3: 19–24.
- Харченко К.В. 2024. Государственное регулирование инновационной деятельности на региональном уровне: направления совершенствования. *Мониторинг правоприменения*, 3(52): 38–47. DOI: 10.24412/2226-0692-2024-3-38-47

References

- Kasayeva T.V. 2024. Innovation Audit: Theoretical and Practical Aspects. *Vestnik VSTU*, 3(49): 107–121. DOI: 10.24412/2079-7958-2024-3-107-121
- Lozitskaya O.I. 2020. Performance Audit: Importance and Prospects within the Public Financial Control System. *Finance: Theory and Practice*, 24 (2): 82–91
- Messel E.O. 2016. Performance Audit in Public Administration. *Vestnik ASTU. Series: Economics*, 3: 117–123.
- Podmogilnaya Yu.A. 2024. State Support for Innovation Activity: Domestic and Foreign Experience. *Science Bulletin*, 7 (76), 3: 19–24.
- Kharchenko K.V. 2024. State Regulation of Innovation Activity at the Regional Level: Areas for Improvement. *Law Enforcement Monitoring*, 3 (52): 38–47. DOI: 10.24412/2226-0692-2024-3-38-47

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 06.05.2026

Received May 06, 2026

Поступила после рецензирования 25.05.2026

Revised May 25, 2026

Принята к публикации 30.05.2026

Accepted May 30, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Коваленко Светлана Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент базовой кафедры финансового контроля, анализа и аудита Главного контрольного управления города Москвы, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия

Svetlana N. Kovalenko, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Basic Department of Financial Control, Analysis and Audit of the Main Control Department of the City of Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Семенова Наталья Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Natalia A. Semenova, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Сапрыкина Татьяна Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Tatiana V. Saprykina, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ COMPUTER SIMULATION

УДК 004.85

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-388-399

EDN OJWXHS

Сравнительный анализ векторных, графовых и гибридных моделей представления знаний в системах информационного поиска

Настасенко С.А., Савотченко С.Е.

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе,
Россия, Москва, 117997, ул. Миклухо-Маклая, д. 23
snastasenko99@gmail.com, savotchenkose@mgi.ru

Аннотация. Представлены результаты анализа современных подходов к информационному поиску, основанных на векторных и графовых моделях представления знаний. Выявлены преимущества и ограничения каждого подхода, включая вопросы интерпретируемости, масштабируемости и полноты знаний. Особое внимание уделяется гибридным методам, сочетающим семантическую глубину векторных представлений с точностью структурированных графовых знаний. Показано, что гибридные подходы демонстрируют высокий потенциал для повышения релевантности поиска, однако они требуют дальнейшего развития универсальной методологии для интеграции гетерогенных представлений. На основе проведенного анализа сформулированы практические рекомендации, направленные на развитие и совершенствование гибридных моделей.

Ключевые слова: информационный поиск, векторные модели, графы знаний, графовые модели, семантические эмбединги, гибридные модели, нейросетевые архитектуры

Для цитирования: Настасенко С.А., Савотченко С.Е. 2026. Сравнительный анализ векторных, графовых и гибридных моделей представления знаний в системах информационного поиска. *Экономика. Информатика*, 53(2): 388–399. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-388-399. EDN OJWXHS

Comparative Analysis of Vector, Graph and Hybrid Models of Knowledge Representation in Information Retrieval Systems

Sergey A. Nastasenko, Sergey E. Savotchenko

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting,
23 Miklukho-Maklay St., Moscow 117997, Russia
snastasenko99@gmail.com, savotchenkose@mgi.ru

Abstract. The paper presents the results of an analysis of modern approaches to information retrieval based on vector and graph models of knowledge representation. The advantages and limitations of each approach are identified, including issues of interpretability, scalability, and knowledge completeness. Particular attention is given to hybrid methods that combine the semantic depth of vector representations with the precision of structured graph knowledge. It is shown that hybrid approaches demonstrate high potential for improving search relevance; however, they require further development of a universal methodology for integrating heterogeneous representations. The authors provide practical recommendations for the development and improvement of hybrid

models based on the analysis. The study also emphasizes that the effectiveness of such systems depends on data preprocessing, consistent links between entities and the choice of ranking algorithms. These conclusions can support the design of search systems that require deep contextual understanding.

Keywords: information retrieval, vector models, knowledge graphs, graph models, semantic embeddings, hybrid models, neural network architectures

For citation: Nastasenko S.A., Savotchenko S.E. 2026. Comparative Analysis of Vector, Graph and Hybrid Models of Knowledge Representation in Information Retrieval Systems. *Economics. Information technologies*, 53(2): 388–399 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-388-399. EDN OJWXHS

Введение

Современный информационный поиск сталкивается с постоянно растущими объемами данных и всё более сложными структурами информации. Пользователи формулируют запросы на естественном языке, ожидая получить релевантные ответы из массивов документов, социальных сетей, мультимедийных данных и других источников [Kruhlov, 2024]. Главной проблемой является то, как представить знания, содержащиеся в этих неструктурированных данных, в форме, пригодной для эффективного поиска. Представление знаний в информатике занимается формализацией и структурированием сведений (например, в виде онтологий, баз знаний или графов знаний) с целью их дальнейшего использования алгоритмами [Kyurkchiev, 2026]. Однако традиционные методы поиска долгое время опирались преимущественно на статистические модели текста, не учитывая явные семантические связи между объектами, которые представлены в базах знаний.

Прямое применение графовых баз знаний для ответа на произвольные пользовательские запросы сопряжено с трудностями: требуется предварительно преобразовать текст запроса в формальные понятия и отношения, а также обеспечить покрытие знаниями всех возможных вопросов. Далеко не каждый утилитарный запрос пользователя легко переводится на язык онтологии или SPARQL-запроса, особенно если формулировка неполная или двусмысленная. Кроме того, базы знаний по своей природе ограничены тем набором фактов, который в них заложен, и могут не содержать новейшей или узкоспециализированной информации, которая имеется в текстовых данных.

Объём и сложность данных также усугубляют проблему интеграции знаний в поиск [Chang, 2024]. Создание всеобъемлющих графов знаний, охватывающих абсолютно всю информацию из постоянно обновляющихся источников, практически невыполнимо из-за чрезвычайной трудоёмкости и динамичности данных. Даже крупнейшие онтологии и базы знаний (например, Wikidata или Knowledge Graph от Google) не успевают в реальном времени пополняться всеми новыми фактами. Поэтому на практике приходится совмещать подходы: векторные модели эффективно обрабатывают неструктурированные тексты и учатся на больших корпусах данных [Chatterjee, 2025], в то время как графовые модели вносят структурные, семантически значимые связи между сущностями [Chao Li., 2025].

Возникает потребность в гибридных методах, которые могут преодолеть упомянутый семантический разрыв, соединяя статистическую мощь векторных представлений с экспрессивностью графовых знаний [Parageorgiou G, 2025]. Проблематика информационного поиска сегодня во многом сводится к вопросу: как интегрировать явные знания (например, факты и отношения из графов) в процесс поиска по неструктурированным данным, сохраняя при этом высокую масштабируемость и точность поиска [Parageorgiou G, 2025].

Векторные методы получили широкое распространение благодаря своей простоте и высокой производительности, особенно с развитием нейросетевых моделей и трансформеров [Абрамович, 2025]. Параллельно развивались графовые подходы – от классических алгоритмов обхода графов до современных графовых нейросетей (GNN) и графов знаний (KG). [Zhu, 2024].

В этом контексте особую актуальность приобретают гибридные алгоритмы, сочетающие сильные стороны графовых и векторных представлений [Настасенко, 2025]. Такие методы открывают возможности более точного моделирования смысла, устойчивости к шуму,

повышения интерпретируемости результатов, а также адаптации под конкретные предметные области. Разработка новых гибридных алгоритмов поиска представляет собой актуальное направление в области интеллектуального анализа данных, искусственного интеллекта и прикладной информатики [Sarmah, 2024].

Объект и методы исследования

Объектом данного исследования являются процессы поиска информации в контексте неструктурированных текстовых массивов и структурированных баз знаний. Предметом исследования являются векторные, графовые и гибридные модели (методы и алгоритмы представления информации). Важное место занимают способы интеграции векторных и графовых подходов для повышения эффективности, точности и интерпретируемости поиска [Настасенко, 2025]. В работе рассматриваются закономерности формирования семантических связей между сущностями, специфика их формализации в графах знаний и потенциал для сочетания статистических и логико-символических методов обработки информации

Методологической основой исследования является системный анализ, позволяющий рассматривать поиск информации как сложную задачу, охватывающую лингвистические, вычислительные и когнитивные аспекты. Теоретическая основа работы базируется на фундаментальных положениях теории информации, математической лингвистики и теории графов, а также на современных концепциях представления знаний в интеллектуальных системах. В исследовании используются методы сравнительного анализа для выявления преимуществ и ограничений различных подходов к поиску информации. Модели сравнивались по их пользе для поисковых систем. Важно было понять, как каждая модель хранит знания. Также учитывалось, можно ли объяснить результат поиска. Отдельно рассматривалась работа с большими объемами данных. Еще учитывалось, умеет ли модель использовать логические связи. Также оценивалась работа с обычным неструктурированным текстом. Такой анализ показывает, где каждая модель работает хорошо, а где у нее есть ограничения.

В работе также показано, как менялись методы поиска. Сначала использовались статистические модели. Они опирались на частоту слов и совпадение терминов. Потом стали развиваться нейросетевые методы. Они лучше учитывают смысловую близость текстов. Сейчас всё чаще используются гибридные решения. В них векторный поиск дополняется графами знаний. Поэтому развитие поиска идет не через полный отказ от старых методов. Скорее, разные подходы постепенно объединяются в одну систему.

Результаты и обсуждение

Модели поиска: векторные, графовые и гибридные

Одним из первых и наиболее распространённых подходов к поиску стала векторная модель, в которой каждый документ описывается набором признаков (например, словами или терминами), которым соответствуют координаты вектора. Преимуществами векторных моделей являются высокая обобщающая способность и умение работать с неструктурированным текстом без ручной разметки знаний. Они автоматически улавливают статистические закономерности языка, что особенно хорошо масштабируется на больших данных [Sadykova, 2025]. Однако есть и недостатки: векторные представления плохо интерпретируемы (сложно объяснить, почему алгоритм решил, что данный документ релевантен, кроме как на уровне близости эмбедингов). Кроме того, глубокие модели вроде BERT требуют значительных вычислительных ресурсов и объёмов обучающих данных [Devlin, 2019]. Они могут пропускать важные логические связи: если ответ на запрос требует многошагового вывода или соединения фактов, типичная векторная модель не сможет явно выполнить такое логическое заключение.

Графовые модели требуют поддержания сложной инфраструктуры (графовые базы данных, механизмы актуализации знаний) и зачастую специфичны для предметной области.

Современные исследования всё чаще стремятся объединить сильные стороны графов и нейросетевых моделей [Scarselli, 2009, Pan, 2024], чтобы добиться одновременно глубокого понимания текста и учёта явных знаний, поэтому необходимо проанализировать гибридные подходы в построении современных моделей.

Осознавая достоинства и недостатки как векторных, так и графовых подходов, разрабатываются гибридные методы поиска, сочетающие оба представления [Raj, 2025]. В таких системах компоненты на основе графов знаний могут обеспечивать дополнительный контекст и правила для интерпретации запроса или фильтрации результатов, тогда как нейросетевые модели векторного поиска отвечают за обобщающую способность и работу с неструктурированным текстом. Однако на современном этапе гибридные методы находятся в стадии становления. Кроме того, пока не выработано единых стандартов, как именно комбинировать оценки релевантности из векторной и графовой частей: исследуются различные схемы ранжирования, от простого сложения весов до сложных моделей на основе машинного обучения.

Сравнительный анализ

В табл. 1 приведены результаты сравнительного анализа моделей поиска, а в табл. 2 сведены их достоинства и недостатки.

Таблица 1
Table 1

Сравнение поисковых моделей
Comparison of search models

Критерий сравнения	Тип модели		
	векторная	графовая	гибридная
1	2	3	4
Основной объект представления	Текст (слова, предложения, документы)	Сущности и связи (узлы и рёбра графа)	Текст + сущности + связи
Тип знаний	Статистический, латентно-семантический	Явный, структурированный (факты, онтологии)	Смешанный: явный + латентный
Интерпретируемость результатов	Низкая (сложно объяснить, почему документ релевантен)	Высокая (путь в графе служит объяснением)	Средняя / Высокая (зависит от реализации)
Способность к логическому выводу	Отсутствует	Присутствует (через графовые запросы и reasoning)	Частичная (за счёт графового компонента)
Масштабируемость	Высокая (векторные БД, ANN-индексы)	Низкая / Средняя (зависит от размера графа)	Средняя (сложность интеграции)
Работа с неструктурированным текстом	Отличная (изначально ориентирована на текст)	Слабая (требуется предварительное извлечение)	Хорошая (текст обрабатывается векторной частью)
Зависимость от внешних знаний	Низкая (обучается на корпусе текстов)	Высокая (требует актуального графа знаний)	Высокая (качество графа критично)
Вычислительная сложность	Средняя / Высокая (для глубоких моделей)	Высокая (особенно для многошаговых запросов)	Очень высокая (комбинирование подходов)

Окончание табл. 1
 End of Table 1

1	2	3	4
Актуальность информации	Зависит от обучающих данных	Зависит от частоты обновления графа	Потенциально высокая (сочетание источников)
Примеры / реализации	TF-IDF, BM25, word2vec, BERT, DPR	PageRank, Wikidata, Neo4j, R-GCN	GraphRAG, GraphEmbed, Neo4j + LLM
Область применения	Поиск по текстам, семантическое ранжирование	Ответы на фактологические вопросы, экспертные системы	Сложные вопросно-ответные системы, аналитика

Таблица 2
 Table 2

Достоинства и недостатки поисковых моделей
 Advantages and disadvantages of search models

Тип модели	Достоинства	Недостатки
1	2	3
Векторная	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая масштабируемость и скорость обработки больших объемов текста благодаря эффективным индексам (ANN). – Автоматическое определение семантического сходства без необходимости ручного построения онтологии. – Возможность улавливать контекстные значения слов (особенно в моделях типа BERT), решающая проблему полисемии. – Развитая инфраструктура: векторные базы данных (Pinecone, Weaviate), библиотеки (FAISS, ScaNN), интеграция с поисковыми системами. – Хорошая обобщающая способность на больших данных. 	<ul style="list-style-type: none"> – Низкая интерпретируемость: сложно объяснить, почему тот или иной документ считается релевантным («чёрный ящик»). – Игнорирует явные логические связи и структурированные знания (например, отношения между сущностями). – Высокая вычислительная стоимость обучения и вывода глубоких моделей (трансформеров). – Неспособность выполнять многошаговые рассуждения и логический вывод. – Зависимость от качества и объёма обучающих данных (может вносить искажения).
Графовая	<ul style="list-style-type: none"> – Явное представление знаний и связей между сущностями (онтологии, триплеты). – Высокая интерпретируемость: результат поиска может быть объяснен путем в графе. – Возможность выполнения сложных структурированных запросов (SPARQL) и логического вывода (рассуждений). – Точность при работе с фактическими вопросами в узких предметных областях. 	<ul style="list-style-type: none"> – Низкая масштабируемость при работе с графами, содержащими миллиарды узлов и связей. – Высокая трудоемкость построения, поддержки и обновления графов знаний. – Неполнота данных: граф не может содержать все факты, особенно новые или узкоспециализированные. – Сложность обработки неструктурированного текста: требует этапов распознавания именованных сущностей (NER) и извлечения связей. – Динамичность данных требует постоянного обновления, что часто невозможно в режиме реального времени.

Окончание табл. 2
 End of Table 2

1	2	3
Гибридная	<ul style="list-style-type: none"> – Сочетание семантической глубины векторных моделей и структурной точности графов. – Повышение точности и релевантности поиска за счет учета как текстовых, так и явных связей. – Улучшенная интерпретируемость: граф может служить объяснением результатов векторного поиска. – Сокращение «галлюцинаций» в генеративных моделях (LLM) за счет проверки фактов на основе графа знаний. – Возможность обработки сложных запросов, требующих объединения информации из разных источников. 	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая архитектурная и имплементационная сложность: требует интеграции разрозненных компонентов. – Отсутствие устоявшихся стандартов для объединения оценок релевантности (векторных и графовых). – Критическая зависимость от качества и полноты исходного графа знаний. – Риск ухудшения качества при наличии шума или ошибок в извлечении сущностей. – Дополнительные затраты на синхронизацию и поддержание релевантности данных. – Находится на ранних стадиях разработки, мало проверенных в отрасли решений.

Проведённый анализ выявил не только технические, но и концептуальные различия между тремя подходами к информационному поиску. Для более глубокого понимания их природы, ограничений и областей применимости следует рассмотреть следующие аспекты, выходящие за рамки простого перечисления достоинств и недостатков.

Первое важное различие между моделями заключается в том, что каждая из них считает «пониманием» смысла (природа «понимания» информации: статистика vs. логика vs. синтез). В частности, векторные модели работают со статистической семантикой. Их «понимание» текста основано на гипотезе распределенной семантики: значение слова определяется его контекстным окружением. Модели, такие как word2vec или BERT, не знают, что «Париж» – это столица Франции в логическом смысле. Они «знают», что слова «Париж», «Франция», «столица», «Лувр» и «Эйфелева башня» часто встречаются в схожих контекстах, и поэтому их векторы пространственно близки. Это мощный, но статистический, вероятностный метод моделирования значения. Он эффективен, пока язык ведет себя предсказуемо, но терпит неудачу в ситуациях, требующих точного логического вывода. Графовые модели реализуют логико-символическое представление знаний. Здесь «понимание» – это формальный факт, выраженный в виде тройки (субъект-предикат-объект) или онтологического отношения. Граф знаний буквально знает, что «Париж» имеет отношение «является столицей» к «Франции». Это знание является явным, дискретным и может быть использовано для логического вывода (например, если «Париж – столица Франции» и «Франция – член ЕС», то можно сделать определенные выводы). Это знание является точным, но негибким и требует предварительной формализации. Гибридные модели стремятся синтезировать статистический и логический подходы. Идея заключается в использовании сильных сторон обоих миров: гибкости и контекстной чувствительности векторных представлений для понимания текста запросов и документов, одновременно используя точные формальные знания графов для проверки фактов, установления неочевидных связей и обеспечения объяснимости. Это попытка создать понимание, более близкое к человеческому, которое является одновременно контекстуальным и логическим.

Второе важное различие между моделями заключается в способности моделей объяснять, почему она привела к тому или иному результату, имеет решающее значение для многих областей применения (медицина, юриспруденция, наука). Векторный поиск выдает результаты, но не предоставляет удобочитаемого объяснения. Максимум, что можно сказать: «Этот документ релевантен, потому что косинусное сходство между его векторным

представлением и векторным представлением запроса составляет 0,87». Это математическое объяснение, которое ничего не говорит пользователю о содержательной связи. Для пользователя это «черный ящик»: система просто «чувствует», что текст релевантен. Поиск по графу предлагает принципиально иной тип объяснимости – структурную объяснимость. Ответ на вопрос: «Почему этот документ (или сущность) релевантен?» может быть представлен в виде пути в графе. Например: «Ваш запрос содержит сущность «Илон Маск». В графе знаний эта сущность связана отношением «основатель» компанией Tesla, а документ, который мы вам показываем, содержит информацию о последних моделях Tesla. Этот путь удобочитаем и может быть визуализирован. Объяснение здесь – это трассировка связей. Гибридный подход может использовать граф для аннотирования и обогащения результатов векторного поиска. Векторная часть находит набор семантически связанных документов. Затем на эти результаты «накладывается» граф знаний, выделяющий связи между сущностями в найденных документах и сущностями в запросе. Пользователь видит не просто список ссылок, а структурированное резюме: «В этих документах упоминаются следующие лица, связанные с темой вашего запроса...» «Были обнаружены следующие связи между упомянутыми организациями...» Таким образом, объяснение строится как постобработка результатов векторного поиска с использованием графа.

Следующее важное различие между моделями заключается в адаптивности к новым знаниям и динамике изменений. Векторные модели статистически адаптируются к новым темам. Для того чтобы модель «научилась» понимать новое понятие или событие, ей необходимо предоставить большое количество текстов, содержащих это понятие в различных контекстах. Обучение или тонкая настройка больших моделей требует времени и вычислительных ресурсов. Однако, если новый термин уже встречался в текстах, эмбединги, сгенерированные на лету (например, с помощью BERT), могут более или менее адекватно представлять его даже без переобучения, при условии, что они состоят из известных подслов. Адаптация происходит путем изменения статистической картины мира в данных. Графовые модели адаптируются путем прямого добавления фактов. Появилась новая компания? Добавьте узел. У нее появился новый продукт? Добавьте ссылку. Это можно сделать мгновенно, вручную или автоматически, но это требует либо вмешательства человека (онтолога), либо точного алгоритма извлечения информации. Однако сам граф не «понимает» контекст этого нового факта, он просто хранит его. Адаптация здесь – это административное или алгоритмическое действие по изменению структуры данных. Гибридные модели потенциально могут реализовать наилучший сценарий: компонент графа может быстро обновляться новыми фактами (например, из новостной ленты), а компонент вектора может использоваться для поиска неструктурированного текста, связанного с этими новыми фактами. Например, если в граф добавляется факт о слиянии двух корпораций, гибридная система может немедленно найти свежие аналитические статьи об этом событии, даже если сам граф не содержит этих статей. Граф обеспечивает операционную структуру, а векторы – глубину контента.

Отметим еще одно важное различие, которое состоит в том, что модели имеют различную устойчивость к неопределенности и шуму. Векторные модели по своей природе устойчивы к шуму. Если текст содержит опечатку или использует нестандартное слово, контекстное встраивание может смягчить эту проблему. Они работают в непрерывном пространстве, где «почти правильное» слово всё ещё будет близко к «правильному». Они также хорошо справляются с синонимией и перефразированием. Графовые модели чрезвычайно чувствительны к точности. Если отношение неверно указано в графе, это приведёт к неверным логическим выводам. Они работают в дискретном пространстве точных фактов. Они не обрабатывают «почти», для них факт либо существует, либо нет. Синонимия для них является отдельной проблемой (например, необходимо явно указать, что «аэропорт Шереметьево» и «SVO» – это одно и то же). Гибридные модели пытаются найти баланс. Векторная часть может «подсказывать» графовой части, какие сущности, вероятно, присутствуют в тексте (даже если они названы неканонически), а графовая часть может фильтровать зашумлённые результаты векторного поиска, удаляя те, которые противоречат известным фактам. Если в графе есть ошибки, гибридный поиск тоже начинает ошибаться. Причем ошибка может выглядеть как

точный факт, то есть то, что называют галлюцинациями модели. Это опаснее, чем обычная неточность векторной модели. Векторная модель чаще дает вероятностно близкий результат. А графовая часть может закрепить неверную связь как правильную.

Из этого следует, что ни один подход нельзя считать универсальным. Векторные модели хорошо работают с текстом. Они находят смысловую близость и подходят для больших массивов данных. Но они плохо показывают явные связи между объектами. Графовые модели, наоборот, хорошо описывают структуру знаний. Они позволяют объяснить результат через связи и отношения. Но им сложнее работать с большими объемами данных и сырым текстом. Гибридные модели выглядят наиболее перспективно, потому что соединяют оба подхода. Но пока это направление ещё развивается. Для него нужны более понятные правила построения, оценки качества и практического применения. Результаты анализа позволяют сравнить различные подходы и могут служить основой для выбора архитектуры будущей поисковой системы в зависимости от конкретных требований задачи (точность, масштабируемость и интерпретируемость).

Рекомендации по практическому совершенствованию и развитию гибридных моделей информационного поиска

Целесообразно разработать подходы к объединению пространств представлений для гетерогенных данных. Векторные текстовые встраивания и графовые представления сущностей работают в разных семантических измерениях, что затрудняет их совместное использование. Один из возможных путей развития – совместное обучение векторной и графовой части модели. Сейчас они часто работают отдельно. Векторная часть ищет близкие по смыслу документы. Графовая часть хранит связи между сущностями. Лучше, если эти два механизма будут настраиваться под одну задачу поиска. Тогда близость между запросом и документом будет определяться не только похожими словами или эмбедингами. Она также будет учитывать связи в графе знаний.

Еще одна важная задача – лучше извлекать знания из обычного текста. Для построения графа нужно находить сущности и связи между ними. Современные нейросетевые методы справляются с этим лучше прежних подходов. Но ошибки всё равно остаются. Неверно найденная сущность или неправильная связь могут попасть в граф. После этого они будут влиять на результаты поиска.

Поэтому новые факты перед добавлением в граф нужно проверять. Для этого можно сравнивать данные из нескольких источников, составив из части информации ложные и истинные триплеты. А после сравнивать их на нестыковки. Если факты конфликтуют друг с другом, то эти участки информации нужно вручную обработать, чтобы человек нашел нестыковки.

Также нужно улучшать ранжирование в гибридных системах. Нельзя всегда заранее задавать один и тот же вес для векторной и графовой части. В одних запросах важнее смысловая близость текста. В других важнее точная связь между сущностями. Поэтому лучше использовать обучаемые модели ранжирования. Они смогут сами определять, какая часть системы важнее для конкретного запроса. Например, для фактических запросов, требующих точного знания связей между сущностями, приоритет может быть отдан графовому компоненту, в то время как для тематических или аналитических запросов более важны векторные представления, отражающие семантическое сходство текстов.

С точки зрения архитектурной реализации гибридных систем, перспективным представляется разработка многоуровневых конвейеров обработки запросов. На первом уровне целесообразно использовать быстрые методы для грубого отбора кандидатов, например, на основе обратного индекса или приближительного поиска ближайшего соседа в векторном пространстве. На втором уровне полученный набор кандидатов обогащается информацией из графа знаний: для каждого документа определяются связанные сущности, устанавливаются пути графа, соединяющие запрос с документом, и вычисляются метрики

структурного сходства. На третьем уровне выполняется окончательное ранжирование с использованием составной модели, учитывающей как текстовую релевантность, так и выявленные связи в графе. Такая иерархическая архитектура позволяет сочетать высокую производительность на этапе отбора с семантической глубиной на этапе ранжирования.

Важным аспектом разработки гибридных моделей является повышение их интерпретируемости. Рекомендуется разработать методы визуализации и объяснения результатов поиска, которые отображают не только ссылки на документы, но и фрагменты графа знаний, подтверждающие релевантность. Например, система может показывать путь графа, соединяющий сущности запроса с сущностями, упомянутыми в документе, или выделять ключевые связи, которые привели к высокой оценке релевантности. Такой подход делает результаты поиска понятнее для пользователя. Он видит не только найденный документ, но и связь, по которой система пришла к этому результату. Кроме того, пользователь может уточнять запрос через элементы графа знаний. Например, он может перейти от одной сущности к связанной с ней сущности и сузить область поиска. На практике гибридные системы лучше строить не с нуля, а на основе уже готовых инструментов. Для графовой части можно использовать графовые базы данных. Для текстовой части – векторные хранилища. Такие решения уже позволяют хранить эмбединги, искать похожие документы и работать со связями между сущностями. Но главная задача здесь – правильно связать эти части между собой. Нужно заранее продумать, как будет выполняться общий запрос. Например, когда сначала используется векторный поиск, а затем результат уточняется через связи в графе. Или наоборот, когда граф задает область поиска, а векторная модель выбирает наиболее близкие документы. В таких системах граф знаний выступает в качестве внешнего хранилища проверенных фактов, к которому языковая модель обращается для проверки своих гипотез и предоставления контекста. Рекомендуется разработать методы эффективного взаимодействия между языковыми моделями и графами знаний, включая преобразование неформальных запросов пользователей в формальные запросы к графу и обратную интерпретацию результатов поиска по графу на естественном языке.

Наконец, ключевой областью развития гибридных моделей является создание эталонных наборов данных и методов оценки, учитывающих специфику гибридного поиска. Традиционные метрики, такие как точность и полнота, хотя и остаются важными, не в полной мере отражают способность системы использовать структурные знания. Рекомендуется разработать комплексные методологии тестирования, включающие сценарии, требующие многоэтапного рассуждения, установления неочевидных связей между сущностями и проверки фактической достоверности результатов. Создание общедоступных эталонных наборов данных для гибридного поиска позволит объективно сравнивать различные подходы и стимулировать дальнейшие исследования в этой области.

Заключение

В работе проведён анализ основных подходов к представлению и поиску информации. Векторные модели (от классического TF-IDF до современных нейросетевых эмбедингов BERT) обеспечивают эффективную обработку текстовых данных и способны выявлять семантическую близость, однако не отражают явно структуру знаний и причинно-логические связи. Графовые модели (графы знаний, онтологии, а также методы на основе графовых нейронных сетей) позволяют учесть отношения между сущностями и осуществлять логический вывод, но страдают от проблем масштабируемости и неполноты, что затрудняет их прямое применение на больших неструктурированных коллекциях. Рассмотрены современные гибридные подходы, объединяющие графы и эмбединги: они показывают перспективность (улучшение точности и интерпретируемости поиска), но находятся на ранней стадии развития и пока не решают всех проблем в полной мере.

Таким образом, был выявлен существенный научный пробел: отсутствует универсальная методология, позволяющая в рамках единого алгоритма поиска задействовать и богатство

графовых знаний, и гибкость векторных представлений. Поэтому возникает необходимость глубокой разработки нового подхода в теории поиска информации, способного динамически интегрировать результаты на основе семантического контекста запроса, сохраняя при этом масштабируемость.

Список литературы

- Абрамович Р.К., Добрынин В.Ю., Платонов А.В. 2025. Объединение глубоких моделей и разреженных представлений в информационном поиске: обзор и анализ современных подходов. *Информационные и математические технологии в науке и управлении*, 2(38): 5–17. DOI:10.25729/ESI.2025.38.2.001.
- Настасенко С.А., Савотченко С.Е. 2025. Гибридный метод поиска в текстовых данных с использованием графов и эмбедингов. *Новые идеи в науках о Земле*. Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, 148–151.
- Настасенко С.А., Савотченко С.Е. 2025. Интеграция графовых структур в эмбединги векторных баз данных для повышения семантического поиска. *Донецкие чтения – 2025: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности*. Донецк: Изд-во ДонГУ, 1: 222–224. EDN: NUFFAH
- Chang Y., Wang X., Wang J., Wu Y., Yang L., Zhu K., Xie X. 2024. A survey on evaluation of large language models. *ACM transactions on intelligent systems and technology*, 15(3), 1–45.
- Chao Li, Hao Xu, Kun He, (2024). Meta-multigraph search: Rethinking meta-structure on heterogeneous information networks, *Knowledge-Based Systems*, 289:111524. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2024.111524>.
- Chatterjee S., Dalton J. 2025. QDER: Query-Specific Document and Entity Representations for Multi-Vector Document Re-Ranking. *Proceedings of the 48th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*: 2255–2265. <https://doi.org/10.1145/3726302.3730065>.
- Devlin J., Chang M.-W., Lee, K., Toutanova K. 2019. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, 1: 4171–4186. <https://doi.org/10.18653/v1/N19-1423>.
- Kruhlov, V., Bobos, O., Hnylianska, O., Rossikhin, V., & Kolomiets, Y. 2024. The Role of Using Artificial Intelligence for Improving the Public Service Provision and Fraud Prevention. *Pakistan Journal of Criminology*, 16(2): 913–928.
- Kyurkchiev P, Iliev A, Kyurkchiev N. 2026. Semantic Search for System Dynamics Models Using Vector Embeddings in a Cloud Microservices Environment. *Future Internet*, 18(2):86. <https://doi.org/10.3390/fi18020086>.
- Pan Y., Wang L. 2024. Retrieval-Augmented Generation for Code Summarization via Hybrid GNN. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 50: 1234–1250.
- Papageorgiou G, Sarlis V, Maragoudakis M, Tjortjis C. 2025. Hybrid Multi-Agent GraphRAG for E-Government: Towards a Trustworthy AI Assistant. *Applied Sciences*. 15(11): 6315. <https://doi.org/10.3390/app15116315>
- Papageorgiou G, Sarlis V, Maragoudakis M, Tjortjis C. 2025. A Multimodal Framework Embedding Retrieval-Augmented Generation with MLLMs for Eurobarometer Data. *AI*. 6(3): 50. <https://doi.org/10.3390/ai6030050>
- Raj M., Mishra, N. 2025. Exploring new Approaches for Information Retrieval through Natural Language Processing, *arXiv e-prints*, Art. no. *arXiv:2505.02199*, doi:10.48550/arXiv.2505.02199.
- Sadykova T., Sinchev B., Young I. C., Auyezova A. 2025. The application of vector space models in intelligent information retrieval systems. *Academic Scientific Journal of Computer Science*, 355(3), 160–175. <https://doi.org/10.32014/2025.2518-1726.370>
- Sarmah B., Hall B., Rao R., Patel S., Pasquali S., Mehta D. 2024. HybridRAG: Integrating Knowledge Graphs and Vector Retrieval Augmented Generation for Efficient Information Extraction. *arXiv preprint arXiv:2408.04948*.
- Scarselli F., Gori M., Tsoi A.C., Hagenbuchner M., Monfardini G. 2009. The Graph Neural Network Model. *IEEE Trans. Neural Netw.* 20, 61–80. <https://doi.org/10.1109/TNN.2008.2005605>
- Zhu X., Guo X., Cao S., Li S., Gong J. 2024. StructuGraphRAG: Structured document-informed knowledge graphs for retrieval-augmented generation. In *Proceedings of the AAAI symposium series*. 4(1): 242–251.

References

- Abramovich R.K., Dobrynin V.YU., Platonov A.V. 2025. Ob'edinenie glubokih modelej i razrezhennyh predstavlenij v informacionnom poiske: obzor i analiz sovremennyh podhodov [Combining deep models and sparse representations in information retrieval: A review and analysis of modern approaches]. *Informacionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii*, 2(38) 5–17. DOI:10.25729/ESI.2025.38.2.001.
- Nastasenko S.A., Savotchenko S.E. 2025. Gibridnyj metod poiska v tekstovyh dannyh s ispol'zovaniem grafov i embeddingov [A Hybrid Method for Searching Text Data Using Graphs and Embeddings]. *Novye idei v naukah o Zemle*. Moskva: Rossijskij gosudarstvennyj geologorazvedochnyj universitet im. Sergo Ordzhonikidze, 148–151.
- Nastasenko S.A., Savotchenko S.E. 2025. Integraciya grafovyyh struktur v embenddingi vektornyh baz dannyh dlya povysheniya semanticheskogo poiska [Integrating graph structures into vector database embeddings to improve semantic search]. *Doneckie chteniya – 2025: obrazovanie, nauka, innovacii, kul'tura i vyzovy sovremennosti*. Doneck: Izd-vo DonGU, 1: 222–224. EDN: NUFFAH
- Chang Y., Wang X., Wang J., Wu Y., Yang L., Zhu K., Xie X. 2024. A survey on evaluation of large language models. *ACM transactions on intelligent systems and technology*, 15(3), 1–45.
- Chao Li, Hao Xu, Kun He, (2024). Meta-multigraph search: Rethinking meta-structure on heterogeneous information networks, *Knowledge-Based Systems*, 289: 111524. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2024.111524>.
- Chatterjee, S., Dalton, J. 2025. QDER: Query-Specific Document and Entity Representations for Multi-Vector Document Re-Ranking. *Proceedings of the 48th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval: 2255–2265*. <https://doi.org/10.1145/3726302.3730065>.
- Devlin J., Chang M.-W., Lee, K., Toutanova K. 2019. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, 1: 4171–4186. <https://doi.org/10.18653/v1/N19-1423>.
- Kruhlov, V., Bobos, O., Hnylianska, O., Rossikhin, V., & Kolomiets, Y. 2024. The Role of Using Artificial Intelligence for Improving the Public Service Provision and Fraud Prevention. *Pakistan Journal of Criminology*, 16(2): 913–928.
- Kyurkchiev P, Iliev A, Kyurkchiev N. 2026. Semantic Search for System Dynamics Models Using Vector Embeddings in a Cloud Microservices Environment. *Future Internet*, 18(2): 86. <https://doi.org/10.3390/fi18020086>.
- Pan Y., Wang L. 2024. Retrieval-Augmented Generation for Code Summarization via Hybrid GNN. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 50:1234–1250.
- Papageorgiou G, Sarlis V, Maragoudakis M, Tjortjis C. 2025. Hybrid Multi-Agent GraphRAG for E-Government: Towards a Trustworthy AI Assistant. *Applied Sciences*. 15(11): 6315. <https://doi.org/10.3390/app15116315>
- Papageorgiou G, Sarlis V, Maragoudakis M, Tjortjis C. 2025. A Multimodal Framework Embedding Retrieval-Augmented Generation with MLLMs for Eurobarometer Data. *AI*. 6(3): 50. <https://doi.org/10.3390/ai6030050>
- Raj M., Mishra, N. 2025. Exploring new Approaches for Information Retrieval through Natural Language Processing, *arXiv e-prints, Art. no. arXiv:2505.02199*, doi:10.48550/arXiv.2505.02199.
- Sadykova T., Sinchev B., Young I.C., Auyezova A. 2025. The application of vector space models in intelligent information retrieval systems. *Academic Scientific Journal of Computer Science*, 355(3), 160–175. <https://doi.org/10.32014/2025.2518-1726.370>
- Sarmah B., Hall B., Rao R., Patel S., Pasquali S., Mehta D. 2024. HybridRAG: Integrating Knowledge Graphs and Vector Retrieval Augmented Generation for Efficient Information Extraction. *arXiv preprint arXiv:2408.04948*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.04948>
- Zhu X., Guo X., Cao S., Li S., Gong J. 2024. StructuGraphRAG: Structured document-informed knowledge graphs for retrieval-augmented generation. In *Proceedings of the AAAI symposium series*, 4(1): 242–251.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 25.02.2026

Поступила после рецензирования 24.05.2026

Принята к публикации 29.05.2026

Received February 25, 2026

Revised May 24, 2026

Accepted May 29, 2026



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Настасенко Сергей Александрович, аспирант кафедры высшей математики и физики, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

Савотченко Сергей Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики и физики, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sergey A. Nastasenko, Postgraduate Student of the Department of Higher Mathematics and Physics, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

Sergey E. Savotchenko, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Higher Mathematics and Physics, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

УДК 621.391.96
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-400-407
EDN OOQLYB

Оценка границ устойчивости фильтра второго порядка с эффективной конечной памятью и неполной компенсацией скоростной ошибки

¹Мурзова М.А., ¹Фарбер В.Е., ²Головко М.В.

¹ ПАО «Радиофизика»,

Россия, 125363, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 10

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

mariya.trofimenko@phystech.edu, vladeffar@mail.ru, golovko_m@bsuedu.ru

Аннотация. В работе представлен фильтр второго порядка с постоянными весовыми коэффициентами и неполной компенсацией скоростной ошибки, аппроксимирующий фильтр с конечной памятью. Способ неполной компенсации скоростной ошибки состоит в устранении скоростной ошибки из измерений дальности. Скоростная ошибка возникает из-за использования сигналов с линейной частотной модуляцией. В связи с использованием неоптимального способа учета скоростной ошибки в уравнениях фильтрации оценены границы устойчивости фильтра второго порядка с постоянными весовыми коэффициентами и неполной компенсацией скоростной ошибки, аппроксимирующего в установившемся режиме фильтр с конечной памятью. Сформулировано условие расходимости фильтра с неполной компенсацией скоростной ошибки. Получены выражения для определения границ устойчивости фильтра второго порядка с эффективной конечной памятью и неполной компенсацией скоростной ошибки в случае описания модели движения. Получено выражение, описывающее закон изменения дальности движущегося равноускоренно радиолокационного объекта.

Ключевые слова: компенсация, скоростная ошибка, фильтр с постоянными весовыми коэффициентами, фильтрация, установившийся режим

Для цитирования: Мурзова М.А., Фарбер В.Е., Головко М.В. 2026. Оценка границ устойчивости фильтра второго порядка с эффективной конечной памятью и неполной компенсацией скоростной ошибки. *Экономика. Информатика*, 53(2): 400–407. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-400-407. EDN OOQLYB

Estimation of Stability Bounds of the Second-Order Filter with Effective Finite Memory and Incomplete Range-Doppler Error Compensation

¹Mariia A. Murzova, ¹Vladimir E. Farber, ¹Marina V. Golovko

¹JSC “Radiofizika”, 10 Geroev Panfilovtsev St., Moscow 125363, Russia

²Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia

mariya.trofimenko@phystech.edu, vladeffar@mail.ru, golovko_m@bsuedu.ru

Abstract. This paper describes a second-order filter with constant weight coefficients and incomplete range-Doppler error compensation that approximates a finite-memory filter. The method of incomplete range-Doppler error compensation consists in correcting the range measurements for the range-Doppler error. The range-Doppler error arises from the use of linear frequency-modulated signals. Using a suboptimal method of range-Doppler error compensation in the filter equations leads to a stability filter problem. The study estimates the stability bounds of the second-order filter with constant weight coefficients and incomplete

© Мурзова М.А., Фарбер В.Е., Головко М.В., 2026

range-Doppler error compensation, which approximates the finite-memory filter. We have identified the condition of divergence of the filter with incomplete compensation of the speed error and obtained expressions for determining the stability boundaries of a second-order filter with effective finite memory and incomplete compensation of the speed error, in the case of describing the motion model. An expression has been found that describes the law of change in the range of a radar object moving with constant acceleration.

Keywords: compensation, speed error, filter with constant weight coefficients, filtering, steady state

For citation: Murzova M.A., Farber V.E., Golovko M.V. 2026. Estimation of Stability Bounds of the Second-Order Filter with Effective Finite Memory and Incomplete Range-Doppler Error Compensation. *Economics. Information technologies*, 53(2): 400–407 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-400-407. EDN OOQLYB

Введение

В задачах оценки параметров движения радиолокационных объектов (РО) основное место отводится фильтру Калмана, оценивающему координаты РО и их изменения по критерию минимума дисперсии ошибки оценки. В радиолокационных задачах полиномиальная модель движения РО хорошо себя зарекомендовала. В зависимости от типа движения РО выбирают порядок фильтра. Порядок фильтра соответствует степени полинома движения РО, характеризующего закон изменения фильтруемого параметра. В данной работе уделяется внимание фильтрам второго порядка, оценивающим координату, скорость ее изменения и ускорение. Наряду с этим уравнения изменения координаты, например, дальности, можно описать следующими соотношениями:

$$R(t_n) = R(t_{n-1}) + \dot{R}(t_{n-1})T + \frac{\ddot{R}(t_{n-1})T^2}{2}, \quad (1)$$

$$R(t_n) = R(t_{n-1}) + \dot{R}(t_{n-1})T + \ddot{R}^*(t_{n-1})T^2, \quad (2)$$

где $\ddot{R}^*(t_{n-1})$ и $\ddot{R}(t_{n-1})$ – второй коэффициент полинома (половина ускорения) и ускорение движения РО, соответственно.

Многие радиолокационные измерительные системы (РИС) зондируют пространство широкополосными сигналами, например, сигналом с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) несущей частоты. Особенностью применения ЛЧМ-сигнала является наличие скоростной ошибки в получаемых РИС измерениях дальности. Получаемое РИС измерение дальности $\tilde{r}(t_n)$ смещено на скоростную ошибку (СО) $\Delta R(t_n)$ относительно истинной дальности $R(t_n)$ и определяется как

$$\tilde{r}(t_n) = R(t_n) - \Delta R(t_n) + \eta(t_n) = r(t_n) + \eta(t_n),$$

где $\eta(t_n)$ – шум измерений дальности с нулевым математическим ожиданием и дисперсией $\sigma^2(t_n) = \sigma_n^2$.

Скоростная ошибка или скоростное смещение $\Delta R(t_n)$ в момент времени t_n определяется коэффициентом скоростного смещения k_v и радиальной скоростью движения РО $\dot{R}(t_n)$ [Fitzgerald, 1974; Brookner 1998] следующим образом:

$$\Delta R(t_n) = k_v \dot{R}(t_n), \quad k_v = \tau_{zc} F / \Delta F, \quad \Delta F = F_H - F_K. \quad (3)$$

Коэффициент скоростного смещения k_v определяется следующими параметрами ЛЧМ-сигнала: начальной F_H и F_K конечной частотой излучения, несущей частотой F и длительностью τ_{zc} .

Для устранения скоростной ошибки (3) в алгоритмах оценки параметров движения РО, основанных на полиномиальных фильтрах, используют следующие способы компенсации СО:

полную, последующую и неполную [Трофименко, Фарбер, 2016; Мурзова, Фарбер, 2023; Мурзова, Фарбер, 2024; Murzova, Farber 2024]. Указанные способы компенсации СО отличаются различной степенью учета скоростной ошибки в уравнениях фильтрации. Способ полной компенсации заключается в синтезе полиномиальных фильтров с учетом наличия СО в измерениях дальности. При синтезе такого фильтра скоростная ошибка полностью учитывается в уравнениях фильтрации: на этапах экстраполяции и коррекции [Jain, Blair 2009; Blair, 2019; Мурзова, Фарбер, 2024]. Способ последующей компенсации заключается в оценке параметров движения РО по смещенным измерениям дальности с последующим устранением СО в оценке смещенной дальности. Способ неполной компенсации устраняет скоростную ошибку только в измерениях дальности путем коррекции измерений дальности на величину оценки СО. Такой упрощенный подход приводит к неустойчивости полиномиальных фильтров [Мурзова, Фарбер, 2019; Мурзова, Фарбер, 2020]. Отсутствие обратной связи по коэффициенту скоростного смещения в вычислениях весовых коэффициентов полиномиальных фильтров может приводить к их расходимости. Вследствие возможности расходимости полиномиальных фильтров с неполной компенсацией СО необходимо определить их границы устойчивости. Границы устойчивости определяют допустимую область значений коэффициента скоростного смещения k_v , при которых полиномиальный фильтр с неполной компенсацией скоростной ошибки сходится.

Исследованию характеристик фильтров второго порядка посвящены работы [Blair 2020; Murzova, Farber 2024]. В [Мурзова, Фарбер, 2023; Murzova, Farber, 2024] получены свойства фильтров второго порядка (диффузионный фильтр и фильтр с растущей памятью) с учетом обратной связи по коэффициенту скоростного смещения в вычислениях весовых коэффициентов. В предположении описания движения РО согласно (2) для фильтров второго порядка с неполной компенсацией СО определены границы устойчивости: соотношение между коэффициентом скоростного смещения и памятью фильтра [Трофименко, Фарбер, 2016]. В данной работе проводится исследование границ устойчивости для фильтра второго порядка с эффективной конечной памятью (ЭКП) с неполной компенсацией СО с учетом описания движения РО согласно (1).

Соотношения фильтра второго порядка с ЭКП и неполной компенсацией СО

Фильтры с эффективной конечной памятью являются фильтрами с постоянными весовыми коэффициентами и описываются следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} \bar{R}(t_n) &= R^0(t_n) + w_{0R} \kappa_n, \\ \dot{\bar{R}}(t_n) &= \dot{R}^0(t_n) + w_{1R} T^{-1} \kappa_n, \\ \ddot{\bar{R}}(t_n) &= \ddot{R}^0(t_n) + w_{2R} T^{-2} \kappa_n, \\ R^0(t_n) &= \bar{R}(t_{n-1}) + \dot{\bar{R}}(t_{n-1})T + \frac{\ddot{\bar{R}}(t_{n-1})T^2}{2}, \\ \dot{R}^0(t_n) &= \dot{\bar{R}}(t_{n-1}) + \ddot{\bar{R}}(t_{n-1})T, \quad \ddot{R}^0(t_n) = \ddot{\bar{R}}(t_{n-1}), \\ \kappa_n &= \tilde{r}(t_n) - R^0(t_n) + k_v \dot{R}^0(t_n). \end{aligned} \tag{4}$$

Передаточные функции фильтра по оценкам дальности, радиальной скорости и радиальному ускорению [Трофименко, Фарбер, 2016] определим, применив Z-преобразование к выражениям (4) [Poularikas, 2020], как

$$K_{\bar{R}}(z) = \frac{Z\{\bar{R}(t_n)\}}{Z\{\tilde{r}(t_n)\}} = \frac{\bar{R}(z)}{\tilde{r}(z)} = \left[w_{0R} z^3 + (-2w_{0R} + w_{1R} + \frac{w_{2R}}{2}) z^2 + (w_{0R} - w_{1R} + \frac{w_{2R}}{2}) z \right] G^{-1},$$

$$K_{\bar{R}}(z) = \frac{Z \{ \bar{R}(t_n) \}}{Z \{ \bar{r}(t_n) \}} = \frac{\bar{R}(z)}{\bar{r}(z)} = T^{-1} \left[w_{1R} z^3 + (w_{2R} - 2w_{1R}) z^2 + (w_{1R} - w_{2R}) z \right] G^{-1}, \quad (5)$$

$$K_{\bar{R}}(z) = \frac{Z \{ \bar{R}(t_n) \}}{Z \{ \bar{r}(t_n) \}} = \frac{\bar{R}(z)}{\bar{r}(z)} = z w_{2R} (z-1)^2 T^{-2} G^{-1}, \quad k_T = k_v T^{-1},$$

$$G = z^3 + \left[-(w_{1R} + w_{2R}) k_T + w_{0R} + w_{1R} + \frac{w_{2R}}{2} - 3 \right] z^2 + \\ + \left[(2w_{1R} + w_{2R}) k_T - 2w_{0R} - w_{1R} + \frac{w_{2R}}{2} + 3 \right] z - k_T w_{1R} + w_{0R} - 1.$$

Точностные характеристики S^R на выходе фильтра [Murzova, Farber 2024] в установившемся режиме, такие как дисперсии $\sigma^2(R)$, $\sigma^2(\dot{R})$, $\sigma^2(\ddot{R})$ ошибок оценок дальности \bar{R} , скорости $\dot{\bar{R}}$, ускорения $\ddot{\bar{R}}$ и ковариации ошибок оценок, определяются как

$$S_{RR} = \sigma^2(\bar{R}) = \frac{F(k_T) + 0.5w_{0R}w_{2R}(2w_{0R} + w_{1R} - 4) + w_{1R}(2w_{0R}^2 - 3w_{0R}w_{1R} + 2w_{1R})}{B(k_T)} \sigma^2,$$

$$S_{\dot{R}\dot{R}} = \sigma^2(\dot{\bar{R}}) = \frac{w_{1R}w_{2R}(3w_{2R} - 2w_{1R})k_T + 2w_{1R}^2(w_{1R} - w_{2R}) + (2 - w_{0R})w_{2R}^2}{B(k_T)T^2} \sigma^2,$$

$$S_{\ddot{R}\ddot{R}} = \sigma^2(\ddot{\bar{R}}) = \frac{2w_{2R}^2(w_{1R} - k_T w_{2R})}{B(k_T)T^4} \sigma^2, \quad S_{\ddot{R}\dot{R}} = -\frac{w_{2R}(k_T w_{2R} - w_{1R})(2w_{1R} - w_{2R})}{B(k_T)T^3} \sigma^2,$$

$$S_{\dot{R}\ddot{R}} = -\frac{-4w_{0R}w_{1R}^2 + 2w_{0R}w_{1R}w_{2R} + 2w_{1R}^3 - w_{1R}^2w_{2R}}{2B(k_T)T} \sigma^2 -$$

$$-\frac{(4w_{0R}w_{1R}w_{2R} - 2w_{0R}w_{2R}^2 - 2w_{1R}^2w_{2R} + w_{1R}w_{2R}^2)k_T}{2B(k_T)T} \sigma^2,$$

$$S_{\ddot{R}\ddot{R}} = -\frac{w_{2R}^2(4w_{0R} + w_{2R})k_T + w_{2R}(-4w_{0R}w_{1R} - 2w_{0R}w_{2R} + 2w_{1R}^2 - w_{1R}w_{2R} + 4w_{2R})}{2B(k_T)T^2} \sigma^2,$$

$$F(k_T) = -0.5w_{1R}w_{2R}(2w_{1R} + w_{2R})k_T^2 +$$

$$+ (-2w_{0R}^2w_{2R} + 2w_{0R}w_{1R}w_{2R} - 0.5w_{0R}w_{2R}^2 + w_{1R}^3 + 0.5w_{1R}^2w_{2R} - 2w_{1R}w_{2R})k_T,$$

$$B(k_T) = [k_T(2w_{1R} + w_{2R}) - 2w_{0R} - w_{1R} + 4] \times$$

$$\times \left[k_T^2 w_{1R} w_{2R} + \left(-w_{0R} w_{2R} - w_{1R}^2 - \frac{w_{1R} w_{2R}}{2} \right) k_T + w_{1R} w_{0R} + \frac{w_{0R} w_{2R}}{2} - w_{2R} \right].$$

При постоянных весовых коэффициентах

$$w_{0R} = 12(N^2 + 1)G^{-1}, \quad w_{1R} = 60NG^{-1}, \quad w_{2R} = 120G^{-1}, \quad (6) \\ G = (N + 1)(N + 2)(N + 3)$$

и равном нулю коэффициенте скоростного смещения $k_v = 0$ фильтр с ЭКП аппроксимирует фильтр с конечной памятью по точным характеристикам [Трофименко, Фарбер, 2016].

Исходя из выражений (5) для определения передаточных функций, нетрудно получить согласно критерию Рауса – Гурвица [Newton et al., 1957], что необходимые и достаточные условия устойчивости такого фильтра описываются соотношениями

$$\begin{aligned} w_{2R} > 0, \quad (2w_{1R} + w_{2R})k_T - 2w_{0R} - w_{1R} + 4 > 0, \\ -4k_T w_{1R} + 4w_{0R} - w_{2R} > 0, \quad w_{1R} - k_T w_{2R} > 0, \end{aligned} \quad (7)$$

$$k_T^2 w_{1R} w_{2R} - (w_{0R} w_{2R} + w_{1R}^2 + \frac{w_{2R}}{2} w_{1R}) k_T + w_{0R} w_{1R} + \frac{w_{0R} w_{2R}}{2} - w_{2R} > 0.$$

Границы устойчивости фильтра с ЭКП и неполной компенсацией скоростной ошибки вычисляются подстановкой весовых коэффициентов (6) в (7) и определяются как

$$-\frac{1}{30} \frac{N(N^2 - 4)}{N + 1} < k_T < \frac{1}{60} \frac{21N^2 + 15N + 6 - G(N)}{N} \quad \text{при } N \geq 3, \quad (8)$$

$$G(N) = \sqrt{141N^4 + 630N^3 + 777N^2 + 180N + 36}.$$

Полученные границы устойчивости определяют допустимую область нормированного коэффициента скоростного смещения k_T в зависимости от памяти фильтра N .

Оценка границ устойчивости фильтра второго порядка с ЭКП и неполной компенсацией СО

Границы устойчивости оценивались исходя из переходного процесса фильтра с ЭКП и неполной компенсацией СО. Исследовался переходной процесс при входном воздействии, задаваемом дискретной функцией Хевисайда

$$\begin{cases} \tilde{r}(t_n) = 0, & \text{если } n \leq 3, \\ \tilde{r}(t_n) = 1, & \text{если } n > 3, \end{cases}, \quad t_n = nT \quad (9)$$

при начальных условиях $\bar{R}(t_3) = 0$, $\bar{R}'(t_3) = 0$, $\bar{R}''(t_3) = 0$.

Оценка параметров движения РО вычислялась в соответствии с соотношениями (4) и (6) фильтра с ЭКП. С учетом входных воздействий (9) на выходе фильтра с ЭКП формировалась оценка, равная сумме импульсных переходных функций фильтра $h_R(t_n, t_i)$:

$$\bar{R}(t_n) = \sum_{i=4}^n h_R(t_n, t_i).$$

Условие расходимости фильтра с неполной компенсацией СО [Трофименко, Фарбер, 2016] формулируется следующим образом: превышение оценки дальности $\bar{R}(t_n)$ на выходе фильтра порогового значения Δ_R во время работы фильтра при некотором фиксированном значении коэффициента скоростного смещения k_v , т. е.

$$\bar{R}(t_n) > \Delta_R, \quad 1 < n < K.$$

Минимальное значение по модулю k_v , при котором фиксировалось условие расходимости фильтра, принималось за граничное.

Таблица содержит значения аналитических и численных нормированных границ устойчивости (НГУ) фильтра с ЭКП при входном воздействии, задаваемом функцией Хевисайда. Моделирование фильтра с ЭКП проводилось при следующих параметрах: темп поступления информации $T = \{0.008 \text{ с}, 0.1 \text{ с}, 1 \text{ с}\}$, память фильтра $N = \{5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40\}$, порог $\Delta_R = 100$ и дисперсия ошибок измерения $\sigma^2 = 1 \text{ м}^2$. Нормированный коэффициент скоростного смещения k_T определяется как коэффициент скоростного смещения k_v , приведенный к темпу поступления информации T .

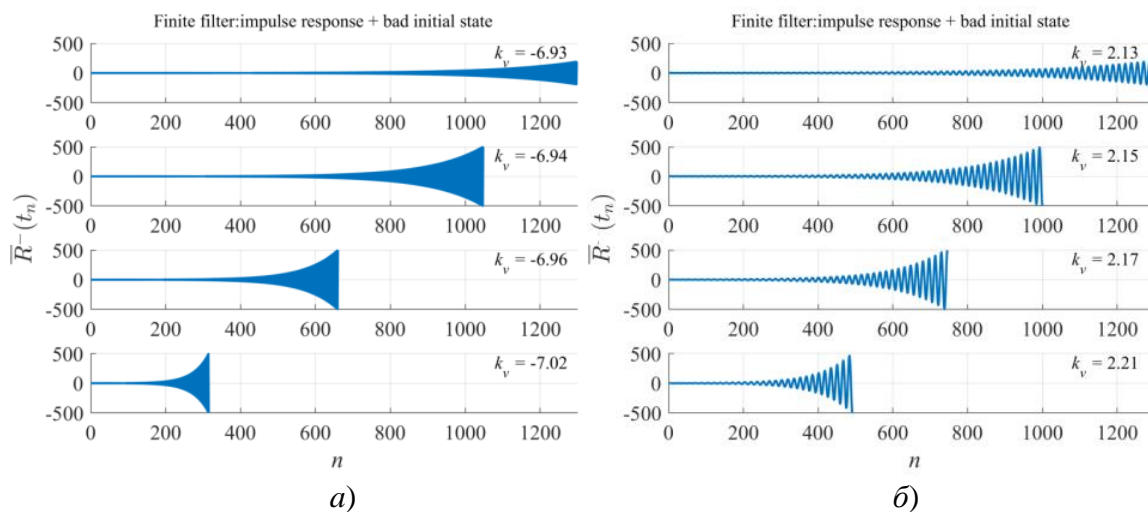
Нормированные границы устойчивости фильтра с ЭКП при входном воздействии, задаваемом функцией Хевисайда
 The normalized stability bounds of the second-order filter with effective finite memory under the input of Heaviside function

N	Фильтр с ЭКП			
	Аналитические НГУ		Начальные условия без учета k_v	
	k_T^l	k_T^r	\hat{k}_T^l	\hat{k}_T^r
5	-0.58	0.58	-0.59	0.59
10	-2.91	1.33	-2.92	1.34
15	-6.91	2.09	-6.93	2.12
20	-12.57	2.85	-12.61	2.89
25	-19.90	3.61	-19.96	3.68
30	-28.90	4.37	-28.97	4.47
35	-39.57	5.13	-39.67	5.27
40	-51.90	5.89	-52.04	6.06

В таблице через \hat{k}_T^l , \hat{k}_T^r обозначены полученные в результате моделирования левая и правая оценки нормированных границ устойчивости фильтров, а через k_T^l , k_T^r – аналитические нормированные границы устойчивости, вычисленные из выражения (8).

Согласованность аналитических (8) и численных нормированных границ устойчивости фильтра с ЭКП следует из результатов таблицы.

Реакции фильтра с ЭКП и неполной компенсацией СО на дискретную единичную функцию при отрицательных и положительных коэффициентах скоростного смещения k_v представлены на рисунке. Реакции фильтра изображены от начала работы до момента фиксации расходимости. Расходимость фильтра фиксировалась при пороговом значении $\Delta_R = 500$ м. С увеличением значения коэффициента скоростного смещения по модулю момент расходимости наступает раньше. Параметры моделирования следующие: темп поступления информации $T = 1$ с, память фильтра $N = 15$.



Графики реакции фильтра с ЭКП на дискретную единичную функцию при отрицательных (а) и положительных (б) коэффициентах скоростного смещения k_v
 The reaction of the second-order filter with effective finite memory under the input of Heaviside function at negative (a) and positive (b) range-Doppler coefficients k_v

Характер реакции фильтра с ЭКП зависит от знака коэффициента скоростного смещения. При отрицательном коэффициенте скоростного смещения реакция фильтра описывается пилообразным колебанием, а при положительном коэффициенте скоростного смещения – синусоидальным колебанием.

Заключение

В работе получены выражения для определения границ устойчивости (8) фильтра второго порядка с ЭКП и неполной компенсацией СО в случае описания модели движения согласно (1). Выражение (1) описывает закон изменения дальности движущегося равноускорено РО, в котором второй коэффициент полинома равен ускорению движения РО. Выражения границ устойчивости (8) дополняют известные результаты [5], касающиеся описания модели движения (2). Выражение (2) описывает закон изменения дальности движущегося равноускорено РО, в котором второй коэффициент полинома равен половине ускорения движения РО.

Список литературы

- Мурзова М.А., Фарбер В.Е. 2023. Оценка влияния скоростной ошибки на характеристики фильтров 2-го порядка с растущей памятью. *Радиотехника*, 87(9): 5–23. DOI: <https://doi.org/10.18127/j00338486-202309-01>
- Мурзова М.А., Фарбер В.Е. 2024. Оценка влияния скоростной ошибки на характеристики диффузионных фильтров 2-го порядка. [Evaluation of the effect of speed error on the characteristics of second-order diffusion filters]. *Радиотехника*, 88(4): 5–23. DOI: <https://doi.org/10.18127/j00338486-202404-01>
- Мурзова М.А., Фарбер В.Е. 2019. Сравнение способов компенсации скоростной ошибки по дальности в алгоритмах оценки дальности и радиальной скорости. *Радиотехника*, 4: 5–16.
- Мурзова М.А., Фарбер В.Е. 2020. Оценка границ устойчивости квазиоптимальных фильтров первого порядка с учетом скоростной ошибки по дальности. *Радиотехника*, 4: 5–15. DOI: [10.18127/j00338486-202004\(7\)-01](https://doi.org/10.18127/j00338486-202004(7)-01).
- Трофименко М.А., Фарбер В.Е. 2016. Оценка влияния скоростной ошибки на устойчивость фильтров второго порядка. *Радиотехника*, 80 (4): 5–17.
- Blair W. D. 2019. NCV Filter Design for Radar Tracking of Maneuvering Targets with LFM Waveforms. *2019 IEEE Radar Conference (RadarConf)*: 1-5.
- Blair W. D. 2020. Design of NCA Filters for Tracking Maneuvering Targets. *2020 IEEE Radar Conference (RadarConf20)*: 1–6.
- Brookner Eli. 1998. Tracking and Kalman Filtering Made Easy. John Wiley & Sons, Inc.:504.
- Fitzgerald, R.J. 1974. Effect of Range-Doppler Coupling on Chirp Radar Tracking Accuracy. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, V. AES-10, 4: 528–532.
- Jain V., Blair W.D. 2009. Filter Design for Steady-State Tracking of Maneuvering Targets with LFM Waveforms. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 45(2): 765–773.
- Murzova M.A., Farber V.E. 2024. Three-State Kalman Filter for Objects Tracking with LFM Waveforms: $\alpha\beta\gamma$ -Filter and Growing-Memory Filter. *2024 IEEE 9th All-Russian Microwave Conference (RMC)*: 71–76.
- Newton, George C. et al. 1957. Analytical design of linear feedback controls.
- Poularikas, A.D. 2000. The Z-Transform. The Transforms and Applications Handbook. Second Edition, Boca Raton: CRC Press LLC.:1336.

References

- Murzova M.A., Farber V.E. 2023. Ocenka vlijanija skorostnoj oshibki na harakteristiki fil'trov 2-go porjadka s rastushhej pamjat'ju [Evaluation of the effect of speed error on the characteristics of 2nd-order filters with growing memory]. *Radiotekhnika*, 87(9): 5–23. DOI: <https://doi.org/10.18127/j00338486-202309-01>.
- Murzova M.A., Farber V.E. 2024. Ocenka vlijanija skorostnoj oshibki na harakteristiki diffuzionnyh fil'trov 2-go porjadka [Evaluation of the effect of speed error on the characteristics of second-order diffusion filters]. *Radiotekhnika*, 88(4): 5–23. DOI: <https://doi.org/10.18127/j00338486-202404-01>.
- Murzova M.A., Farber V.E. 2019. Sravnenie sposobov kompensacii skorostnoj oshibki po dal'nosti v algoritmah ocenki dal'nosti i radial'noj skorosti [Comparison of methods for compensating for speed errors in range estimation algorithms and radial velocity algorithms]. *Radiotekhnika*, 4: 5–16.

- Murzova M.A., Farber V.E. 2020. Ocenka granic ustojchivosti kvazioptimal'nyh fil'trov pervogo porjadka s uchetom skorost-noj oshibki po dal'nosti [Estimation of the stability boundaries of first-order quasi-optimal filters, taking into account the speed error in range]. *Radiotekhnika*, 4: 5–15. DOI: 10.18127/j00338486-202004(7)-01.
- Trofimenko M.A., Farber V.E. 2016. Ocenka vlijanija skorostnoj oshibki na ustojchivost' fil'trov vtorogo porjadka [Estimating the impact of speed error on the stability of second-order filters]. *Radiotekhnika*, 80(4): 5–17.
- Blair W. D. 2019. NCV Filter Design for Radar Tracking of Maneuvering Targets with LFM Waveforms. *2019 IEEE Radar Conference (RadarConf)*: 1-5.
- Blair W. D. 2020. Design of NCA Filters for Tracking Maneuvering Targets. *2020 IEEE Radar Conference (RadarConf20)*: 1–6.
- Brookner Eli. 1998. Tracking and Kalman Filtering Made Easy. John Wiley & Sons, Inc.
- Fitzgerald, R.J. 1974. Effect of Range-Doppler Coupling on Chirp Radar Tracking Accuracy. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, V. AES-10, 4: 528–532.
- Jain V., Blair W.D. 2009. Filter Design for Steady-State Tracking of Maneuvering Targets with LFM Waveforms. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 45(2): 765–773.
- Murzova M.A., Farber V.E. 2024. Three-State Kalman Filter for Objects Tracking with LFM Waveforms: $\alpha\beta\gamma$ -Filter and Growing-Memory Filter. *2024 IEEE 9th All-Russian Microwave Conference (RMC)*: 71–76.
- Newton, George C. et al. 1957. Analytical design of linear feedback controls.
- Poularikas, A.D. 2000. The Z-Transform. The Transforms and Applications Handbook. Second Edition, Boca Raton: CRC Press LLC.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 20.03.2026

Received March 20, 2026

Поступила после рецензирования 26.05.2026

Revised May 26, 2026

Принята к публикации 29.05.2026

Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Мурзова Мария Андреевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ПАО «Радиофизика», г. Москва, Россия, SPIN-код 1374-3290

Mariia A. Murzova, Candidate of Technical Sciences, Senior researcher, JSC “Radiofizika”, Moscow, Russia

Фарбер Владимир Ефимович, доктор технических наук, профессор, начальник отдела, ПАО «Радиофизика», г. Москва, Россия, SPIN-код 2390-0154

Vladimir E. Farber, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department, JSC “Radiofizika”, Moscow, Russia

Головко Марина Викторовна, ассистент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Marina V. Golovko, Assistant of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

УДК 004.8:004.94:004.042
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-408-415
EDN NRUOSJ

Модификация алгоритмов прогнозирования производительности корпоративных информационных систем с использованием искусственного интеллекта

Головин И.И., Миронов А.Л.

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,
Россия, 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, д. 1
ilya_golovin_01@inbox.ru, mironov_al@belgau.ru

Аннотация. Целью исследования является усовершенствование алгоритма прогнозирования производительности корпоративных информационных систем для обеспечения возможности учета нелинейного характера нагрузки и своевременного выявления скрытых закономерностей функционирования инфраструктуры. Методология работы базируется на системном анализе и иерархическом представлении процессов мониторинга. В статье предложена комплексная архитектура прогнозирования производительности, интегрирующая методы интеллектуальной обработки данных и аппарата теории принятия решений. Научное и практическое значение результатов статьи заключается в создании теоретического фундамента для перехода к автономным адаптивным системам управления, способным функционировать в условиях динамически изменяющейся нагрузки.

Ключевые слова: производительность, информационная система, нагрузка, прогнозирование, искусственный интеллект

Для цитирования: Головин И.И., Миронов А.Л. 2026. Модификация алгоритмов прогнозирования производительности корпоративных информационных систем с использованием искусственного интеллекта. *Экономика. Информатика*, 53(2): 408–415. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-408-415. EDN NRUOSJ

Modification of Algorithms for Forecasting the Performance of Corporate Information Systems Using Artificial Intelligence

Ilya I. Golovin, Alexander L. Mironov

Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin,
1 Vavilov St., village of Maisky, Belgorod district, 308503, Belgorod region, Russia
ilya_golovin_01@inbox.ru, mironov_al@belgau.ru

Abstract. The aim of the study is to improve the algorithm for forecasting the performance of corporate information systems in order to take into account the non-linear nature of workload dynamics and ensure a timely identification of hidden patterns in digital infrastructure. The relevance of the study is determined by the growing complexity of corporate information systems, increasing data volumes and the need to prevent critical states before they affect business processes. The methodology is based on system analysis, a hierarchical representation of monitoring processes, intelligent data processing methods and decision-making theory. The article proposes a comprehensive forecasting architecture that combines telemetry collection, feature space formation, adaptive machine learning, anomaly detection and proactive resource management. The scientific and practical significance of the findings lies in creating a theoretical basis for autonomous adaptive control systems capable of maintaining stable operation under changing load conditions.

Keywords: performance, information system, load, forecasting, artificial intelligence

For citation: Golovin I.I., Mironov A.L. 2026. Modification of Algorithms for Forecasting the Performance of Corporate Information Systems Using Artificial Intelligence. *Economics. Information technologies*, 53(2): 408–415 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-408-415. EDN NRUOSJ

Введение

Информационные системы (ИС) имеют важное значение для любой организации, которая полагается на данные, коммуникации и технологии для достижения своих целей [Шинкарев, 2025]. ИС открывают для предприятий новые возможности, позволяющие перепроектировать бизнес-процессы и улучшать методы работы, кроме того, они способствуют эффективным организационным изменениям. Также необходимо отметить, что высокое качество работы, эффективность и результативность представляют собой серьезные вызовы, с которыми сталкивается большинство современных организаций. В свете этих задач ИС становятся важным стратегическим компонентом, который помогает создавать конкурентные преимущества и поддерживает выживание организации [Hüseyn, 2023; Сафонова, 2024].

Поскольку ИС, отвечая на современные требования пользователей, становятся все более сложными из-за все большего внедрения и усовершенствования планируемого использования, вопросы эффективности таких программных проектов приобретают решающее значение [Соколов, 2024]. В данном контексте особую актуальность приобретают задачи своевременного прогнозирования изменений производительности ИС и предотвращения развития критических состояний, связанных с перегрузкой вычислительных ресурсов, нарушением временных характеристик обработки информации и снижением надежности [Changchang и др, 2022]. Используемые в настоящее время традиционные методы контроля и прогнозирования производительности ИС основаны преимущественно на фиксированных пороговых значениях контролируемых параметров и ориентированы на реакцию после превышения допустимых границ.

Это предопределяет необходимость разработки и модификации алгоритмов прогнозирования производительности, которые способны учитывать сложный характер изменения нагрузки, выявлять скрытые закономерности функционирования и обеспечивать своевременное предупреждение возникновения критических состояний [Yiyang и др., 2022]. Использование интеллектуальных методов обработки данных является перспективным направлением решения данной задачи и позволяет существенно повысить точность и надежность прогнозирования производительности корпоративных информационных систем.

Таким образом, тема статьи является актуальной, теоретически и практически значимой.

Объект и методы исследования

Объектом исследования выступают корпоративные ИС, функционирующие в условиях динамически изменяющейся нагрузки и требующие высокой точности прогнозирования производительности для обеспечения непрерывности бизнес-процессов. Предмет исследования – алгоритмы и архитектурные решения, базирующиеся на методах искусственного интеллекта, которые направлены на своевременное выявление деградации вычислительных ресурсов и предотвращение критических состояний.

Методологический базис исследования строится на системном анализе и теории интеллектуальной обработки данных. Также использован комплексный подход к мониторингу и анализу состояний гетерогенной ИТ-инфраструктуры, включающей прикладные сервисы, системы управления базами данных и аппаратные мощности. Обоснование предлагаемых решений строится на аппарате теории принятия решений и методах статистической оценки точности прогностических моделей, что обеспечивает научную достоверность разрабатываемых подходов в рамках проектирования автономных адаптивных систем управления.

Результаты и их обсуждение

Анализ текущего состояния эксплуатации корпоративных информационных систем показал, что применение традиционных методов контроля, основанных на фиксированных пороговых значениях, характеризуется недостаточной эффективностью, подтверждаемой

точностью прогнозирования в диапазоне 60–70 % [Yilun и др., 2026, Sathish и др., 2025]. В таблице приведены статистические показатели, характеризующие основные проблемы обеспечения производительности корпоративных ИС при использовании традиционных методов прогнозирования.

Показатели проблем производительности корпоративных информационных систем при использовании традиционных методов прогнозирования
 Indicators of corporate information system performance issues when using traditional forecasting methods

Показатель	Значение	Описание технической проблемы
Доля отказов корпоративных ИС, связанных с перегрузкой вычислительных ресурсов	68 %	Перегрузка процессора, оперативной памяти и подсистемы ввода-вывода приводит к снижению производительности
Доля отказов, не прогнозируемых традиционными методами контроля	72 %	Методы, основанные на фиксированных пороговых значениях, не позволяют своевременно выявлять деградацию
Среднее время обнаружения снижения производительности	45–60 минут	Выявление нарушений происходит после ухудшения функционирования системы
Снижение производительности при пиковых нагрузках	30–80 %	Отсутствие механизмов предварительной адаптации к изменению нагрузки
Доля отказов, вызванных неравномерностью нагрузки	64 %	Невозможность учета динамического характера изменения параметров
Доля внешних воздействий, сопровождающихся снижением производительности	58 %	Нарушение нормального режима функционирования системы
Увеличение времени обработки запросов при перегрузке	в 5–12 раз	Существенное ухудшение временных характеристик
Доля воздействий, не выявляемых традиционными методами	54 %	Отсутствие механизмов прогнозирования новых типов воздействий
Доля простоев, вызванных непредсказуемым изменением нагрузки	70 %	Отсутствие возможности предварительной подготовки системы
Среднее время восстановления работоспособности	2–6 часов	Отсутствие раннего выявления критических состояний
Увеличение времени отклика при росте нагрузки	до 400 %	Снижение эффективности обработки информации
Доля ложных срабатываний средств контроля	35 %	Низкая точность используемых методов
Доля скрытых нарушений производительности	47 %	Постепенное ухудшение функционирования не выявляется своевременно
Доля отказов, вызванных неэффективным распределением ресурсов	63 %	Отсутствие механизмов прогнозирования потребления ресурсов
Точность традиционных методов прогнозирования	60–70 %	Недостаточная эффективность прогнозирования

Примечание: составлено автором на основе [Noora и др., 2023; Martin и др., 2022; Хворост, Кондратьев, 2024; Пономарчук, Мамедова, 2025; Герасимов, 2024].

Для решения проблем ограниченности традиционных методов прогнозирования автором разработана оригинальная архитектура многоуровневой интеллектуальной системы, объединяющая методы машинного обучения с механизмами упреждающего управления ресурсами (см. рисунок).

Итак, предлагаемая авторская схема представляет собой иерархический стек из семи функциональных уровней, модификация которых заключается в интеграции замкнутых контуров обратной связи и блоков когнитивного анализа. Это структурное решение

обеспечивает сквозную трансформацию данных телеметрии в обоснованные управленческие воздействия, позволяя динамически адаптировать параметры прогнозирования к текущему состоянию корпоративной ИС.

Рассмотрим выделенные блоки архитектуры более подробно.

Уровень 1. Корпоративная информационная система.

Данный уровень представляет собой первичный объект управления, функционирующий как сложная стохастическая среда. Взаимодействие пользователей с прикладными компонентами и базами данных порождает вектор состояния инфраструктуры. С точки зрения математического описания, состояние системы в момент времени t можно представить как совокупность параметров $S_t = \{u_t, a_t, d_t, i_t\}$, где компоненты описывают интенсивность запросов, время обработки бизнес-транзакций и уровень утилизации аппаратных мощностей [Андреевский, Соколов, 2024].

Уровень 2. Подсистема сбора и регистрации параметров.

Функциональное назначение данного блока заключается в дискретизации непрерывных процессов функционирования корпоративной ИС. Модификация алгоритма на этом этапе предполагает формирование временного ряда $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где каждый отсчет x_i является агрегированным значением телеметрии. Математически процесс регистрации описывается функцией квантования и фильтрации первичных сигналов для минимизации потерь значимой информации при передаче в хранилище [Кулдашова, 2024; Mete и др., 2022].

Уровень 3. Подсистема формирования признакового пространства.

На данном этапе осуществляется переход от сырых данных к вектору информативных признаков. Основная задача блока – устранение мультиколлинеарности и снижение размерности данных [Sune и др., 2023]. Процесс формирования признакового вектора V_t описывается преобразованием $V_t = \Phi(X_t)$, где Φ – оператор, включающий нормализацию и проекцию данных на главные компоненты или латентное пространство. Это позволяет выделить скрытые зависимости, определяющие производительность системы.

Уровень 4. Подсистема искусственного интеллекта.

Центральный блок, реализующий предиктивную функцию алгоритма. Модификация заключается в использовании адаптивной нейросетевой модели, способной к инкрементальному дообучению [Фатыхов, Салтанаева, 2024]. Прогноз производительности \hat{y}_{t+h} на горизонт h вычисляется как результат аппроксимации функции f с весовыми коэффициентами W :

$$\hat{y}_{t+h} = f(V_t, W_t).$$

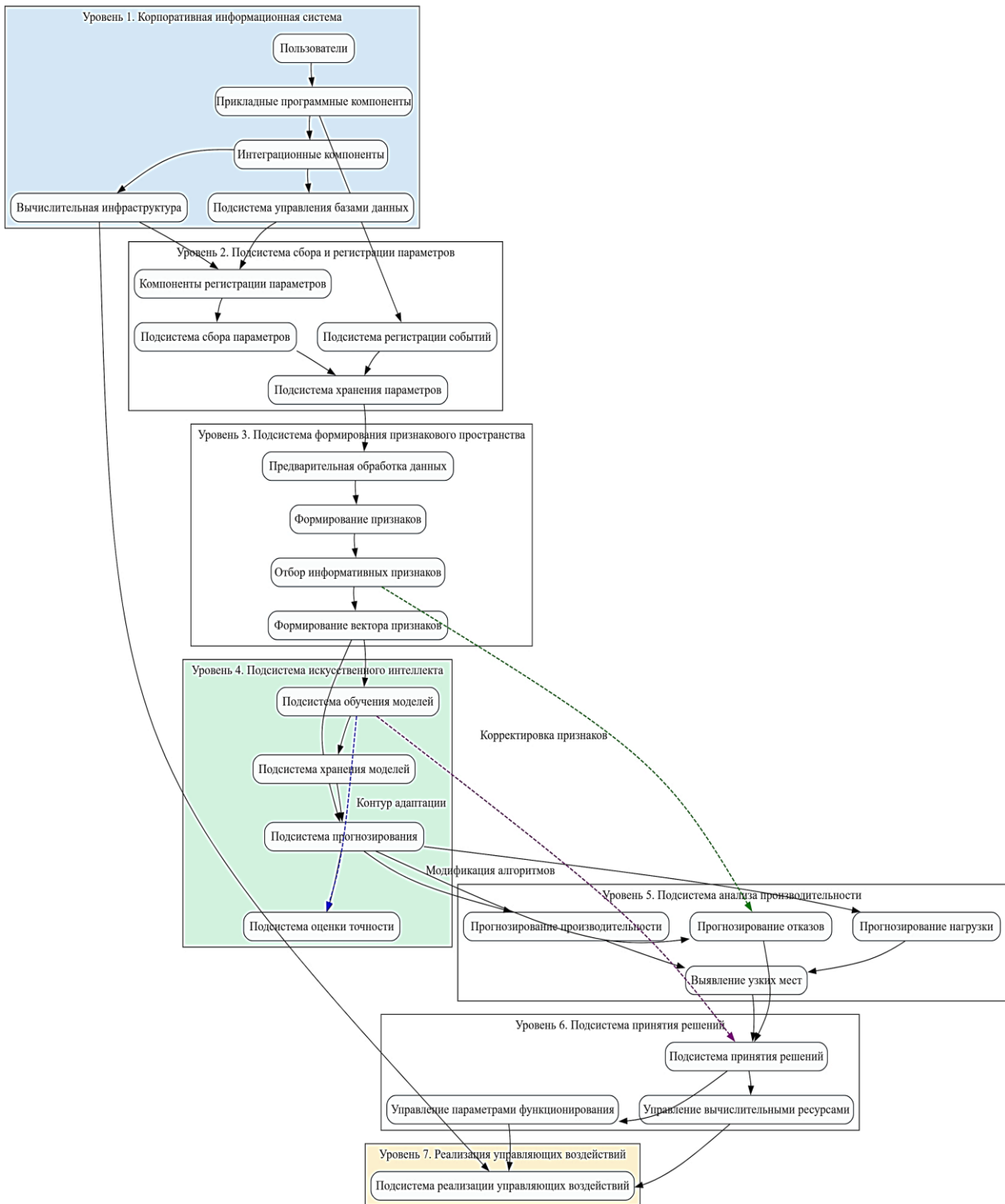
Блок оценки точности вычисляет функцию потерь $L(y, \hat{y})$, которая служит сигналом для коррекции весов $W_{t+1} = W_t - \eta \nabla L$, обеспечивая самоадаптацию модели к дрейфу данных.

Уровень 5. Подсистема анализа производительности.

Блок интерпретации выходных данных ИИ-модели, осуществляющий классификацию состояний системы. Здесь решается задача идентификации аномалий и прогнозирования точек насыщения ресурсов. Математически это выражается через определение вероятности выхода параметров за установленные границы $P(y_{t+h} > T_{max} | V_t)$, где T_{max} – пороговое значение производительности. Результатом является ранжированный список потенциальных «узких мест».

Уровень 6. Подсистема принятия решений.

Данный компонент переводит аналитические прогнозы в плоскость управленческих стратегий. На основе минимизации функционала стоимости ресурсов и максимизации качества обслуживания (QoS) выбирается вектор управляющих воздействий U_t [Богембаев, Кажобаев, 2024; Наумчук, 2025]. Блок сопоставляет прогноз деградации производительности с доступными сценариями масштабирования, формируя оптимальный план перераспределения вычислительных мощностей и настройки параметров конфигурации.



Архитектура многоуровневой интеллектуальной системы адаптивного прогнозирования и упреждающего управления производительностью корпоративных информационных систем
 Architecture of a multi-level intelligent system for adaptive forecasting and proactive management of corporate information system performance

Обозначения на рис: сплошная черная стрелка – основной информационный поток, обеспечивающий последовательную трансформацию телеметрии в управляющие воздействия; пунктирная черная стрелка – контур обратной связи, отвечающий за динамическую корректировку признакового пространства; пунктирная синяя стрелка – цикл адаптации внутри подсистемы искусственного интеллекта для коррекции весовых коэффициентов модели. Пунктирная фиолетовая стрелка – поток модификации алгоритмов, обеспечивающий изменение логики управления на основе прогнозных данных.

Уровень 7. Подсистема реализации управляющих воздействий.

Завершающий блок иерархии, выполняющий роль интерфейса между алгоритмом и физической средой. Он осуществляет декомпозицию высокоуровневых решений U_t . в последовательность низкоуровневых команд для систем оркестрации и управления конфигурациями. Реализация воздействия изменяет состояние инфраструктуры на Уровне 1, что замыкает глобальный контур управления и инициирует новый цикл сбора данных для непрерывной модификации прогноза.

Заключение

В условиях современной динамичной и конкурентной деловой среды организации все больше полагаются на технологии для решения сложных задач и обеспечения устойчивого роста. ИС, являющиеся краеугольным камнем современных бизнес-операций, играют ключевую роль в сборе, обработке и распространении данных, предоставляя важную информацию для принятия обоснованных решений. Однако сегодня ИС функционируют в условиях непрерывного роста объема обрабатываемых данных, увеличения количества пользователей и усложнения структуры вычислительной инфраструктуры, что выдвигает новые требования к их производительности.

В статье решена актуальная научно-практическая задача, касающаяся модификации алгоритмов прогнозирования состояний корпоративных ИС на основе интеграции интеллектуальных методов обработки данных. Основной научный вклад заключается в разработке оригинальной архитектуры, которая, в отличие от традиционных подходов, базируется на иерархическом принципе организации и внедрении когнитивных контуров обратной связи для адаптации прогностических моделей. Предложенное решение обеспечивает сквозную трансформацию первичных параметров телеметрии в обоснованные управленческие стратегии, реализуя механизмы инкрементального дообучения нейросетевого ядра и динамической корректировки признакового пространства в режиме реального времени.

Список литературы

- Андреевский И.Л., Соколов Р.В. 2024. Применение методов искусственного интеллекта в информационных системах управления предприятиями. *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*, 4 (148): 108–113.
- Богембаев А., Кажыбаев О. 2024. Искусственный интеллект в информационных системах: возможности и вызовы. *Central Asian Scientific Journal*. 5-2 (24): 11–14.
- Герасимов В.А. 2024. Адаптивная система искусственного интеллекта для оптимизации информационных систем. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики*, 10: 81–86.
- Кулдашова С.О. 2024. Роль искусственного интеллекта при проектировании информационных систем. *Вестник научных конференций*, 9-2 (109): 46–47.
- Наумчук О.А. 2025. Перспективы внедрения искусственного интеллекта в систему формирования учетной информации как элемента корпоративной информационной системы. *Журнал «У». Экономика. Управление. Финансы*, 3 (41): 81–89.
- Пономарчук Ю.В., Мамедова Э.А. 2025. Технологии предиктивной аналитики для раннего обнаружения признаков деструктивных воздействий на информационные системы. *Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы*, S7: 3–4.
- Сафонова А.В. 2024. Роль машинного обучения и искусственного интеллекта в оптимизации информационных систем. *Научный аспект*, 6: 5604–5608.
- Соколов Р.В. 2024. Нейроэкономика, искусственный интеллект и проектирование информационных систем. *Проблемы современной экономики*, 3 (91): 47–49.
- Фатыхов А.И., Салтанаева Е.А. 2024. Использование искусственного интеллекта для автоматизации процесса тестирования в информационных системах. *Вестник науки*, 5 (74): 1556–1561.
- Хворост А.В., Кондратьев В.Ю. 2024. Искусственный интеллект в информационных системах: возможности и ограничения. *Диалог*, 1 (27): 71–72.
- Шинкарев А.А. 2025. Эволюция использования и применения машинного обучения и искусственного интеллекта в разработке корпоративных информационных систем и в системах поддержки принятия решений. *Вестник Южно-Уральского государственного университета*, 4: 17–42.

- Changchang Zeng, Shaobo Li, Bin Chen. 2022. Machine Reading Comprehension-Enabled Public Service Information System: A Large-Scale Dataset and Neural Network Models. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 1: 67–74.
- Hüseyin Güney. 2023. AWC-NIDS: Attack-wise customized network intrusion detection system using machine learning, concurrency, and distributed systems. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 35: 26–33.
- Martin Spring, James Faulconbridge, Atif Sarwar. 2022. How information technology automates and augments processes: Insights from Artificial-Intelligence-based systems in professional service operations. *Journal of Operations Management*, 68: 6–7.
- Mete Muhammed Oguzhan, Tahsin Yomralioglu. 2022. A Hybrid Approach for Mass Valuation of Residential Properties through Geographic Information Systems and Machine Learning Integration. *Geographical Analysis*, 55: 4–12.
- Noora Hirvonen, Ville Jylhä, Yucong Lao, Stefan Larsson. 2023. Artificial intelligence in the information ecosystem: Affordances for everyday information seeking. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 75: 10–19.
- Sathish J., Ramash Kumar K., Saraswathi D. 2025. Exploring Machine Learning and Deep Learning Approaches for Battery Management Systems in EVs: A Comprehensive Review. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 16: 65–71.
- Sune Dueholm Müller, Johan Ivar Sæbø. 2023. The ‘hijacking’ of the Scandinavian Journal of Information Systems: Implications for the information systems community. *Information Systems Journal*, 34: 2–18.
- Yilun Yang, Jing Dong-O’Brien. 2026. Predictive Modeling for Enhanced Truck Parking Information Systems Using Machine Learning. *Journal of Advanced Transportation*, 23: 107–113.
- Yiyang Chen, Wei Jiang, Themistoklis Charalambous. 2022. Machine learning based iterative learning control for non-repetitive time-varying systems. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 33: 7–12.

References

- Andreevskij I.L., Sokolov R.V. 2024. Primenenie metodov iskusstvennogo intellekta v informacionnyh sistemah upravlenija predpriyatijami [Application of artificial intelligence methods in enterprise management information systems]. *Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta* [News of St. Petersburg State Economic University], 4 (148): 108–113.
- Bogembaev A., Kazhibayev O. 2024. Iskusstvennyj intellekt v informacionnyh sistemah: vozmozhnosti i vyzovy [Artificial intelligence in information systems: opportunities and challenges]. *Central Asian Scientific Journal* [Central Asian Scientific Journal], 5-2 (24): 11–14.
- Gerasimov V.A. 2024. Adaptivnaja sistema iskusstvennogo intellekta dlja optimizacii informacionnyh system [Adaptive artificial intelligence system for optimising information systems]. *Sovremennaja nauka: aktual'nye problemy teorij i praktiki* [Modern Science: Current Problems in Theory and Practice], 10: 81–86.
- Kuldashova S.O. 2024. Rol' iskusstvennogo intellekta pri proektirovanii informacionnyh system [The role of artificial intelligence in the design of information systems]. *Vestnik nauchnyh konferencij* [Bulletin of Scientific Conferences], 9-2 (109): 46–47.
- Naumchuk O.A. 2025. Perspektivy vnedrenija iskusstvennogo intellekta v sistemu formirovanija uchetoj informacii kak jelementa korporativnoj informacionnoj sistemy [Prospects for the introduction of artificial intelligence into the system of accounting information formation as an element of the corporate information system]. *Zhurnal “U”. Jekonomika. Upravlenie. Finansy* [Journal of Economics. Management. Finance], 3 (41): 81–89.
- Ponomarchuk Ju.V., Mamedova Je.A. 2025. Tehnologii prediktivnoj analitiki dlja rannego obnaruzhenija priznakov destruktivnyh vozdeystvij na informacionnye sistemy [Predictive analytics technologies for early detection of signs of destructive impacts on information systems]. *Rossijskaja nauka i obrazovanie segodnja: problemy i perspektivy* [Russian Science and Education Today: Problems and Prospects], S7: 3–4.
- Safonova A.V. 2024. Rol' mashinnogo obuchenija i iskusstvennogo intellekta v optimizacii informacionnyh system [The role of machine learning and artificial intelligence in optimising information systems]. *Nauchnyj aspekt* [Scientific Aspect], 6: 5604–5608.
- Sokolov R.V. 2024. Neirojekonomika, iskusstvennyj intellekt i proektirovanie informacionnyh system [Neuroeconomics, artificial intelligence and information system design]. *Problemy sovremennoj jekonomiki* [Problems of the Modern Economy], 3 (91): 47–49.
- Fatyhov A.I., Saltanaeva E.A. 2024. Ispol'zovanie iskusstvennogo intellekta dlja avtomatizacii processa testirovanija v informacionnyh sistemah [Using artificial intelligence to automate the testing process in information systems]. *Vestnik nauki* [Bulletin of Science], 5 (74): 1556–1561.

- Hvorost A.V., Kondrat'ev V.Ju. 2024. Iskusstvennyj intellekt v informacionnyh sistemah: vozmozhnosti i ogranichenija [Artificial intelligence in information systems: possibilities and limitations]. *Dialog [Dialogue]*, 1 (27): 71–72.
- Shinkarev A.A. 2025. Jevoljucija ispol'zovanija i primenenija mashinnogo obuchenija i iskusstvennogo intellekta v razrabotke korporativnyh informacionnyh sistem i v sistemah podderzhki prinjatija reshenij [The evolution of the use and application of machine learning and artificial intelligence in the development of corporate information systems and decision support systems]. *Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of South Ural State University]*, 4: 17–42.
- Changchang Zeng, Shaobo Li, Bin Chen. 2022. Machine Reading Comprehension-Enabled Public Service Information System: A Large-Scale Dataset and Neural Network Models. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 1: 67–74.
- Hüseyin Güney. 2023. AWC-NIDS: Attack-wise customized network intrusion detection system using machine learning, concurrency, and distributed systems. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 35: 26–33.
- Martin Spring, James Faulconbridge, Atif Sarwar. 2022. How information technology automates and augments processes: Insights from Artificial-Intelligence-based systems in professional service operations. *Journal of Operations Management*, 68: 6–7.
- Muhammed Oguzhan Mete, Tahsin Yomralioglu. 2022. A Hybrid Approach for Mass Valuation of Residential Properties through Geographic Information Systems and Machine Learning Integration. *Geographical Analysis*, 55: 4–12.
- Noora Hirvonen, Ville Jylhä, Yucong Lao, Stefan Larsson. 2023. Artificial intelligence in the information ecosystem: Affordances for everyday information seeking. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 75: 10–19.
- Sathish J., Ramash Kumar K., Saraswathi D. 2025. Exploring Machine Learning and Deep Learning Approaches for Battery Management Systems in EVs: A Comprehensive Review. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 16: 65–71.
- Sune Dueholm Müller, Johan Ivar Sæbø. 2023. The ‘hijacking’ of the Scandinavian Journal of Information Systems: Implications for the information systems community. *Information Systems Journal*, 34: 2–18.
- Yilun Yang, Jing Dong-O'Brien. 2026. Predictive Modeling for Enhanced Truck Parking Information Systems Using Machine Learning. *Journal of Advanced Transportation*, 23: 107–113.
- Yiyang Chen, Wei Jiang, Themistoklis Charalambous. 2022. Machine learning based iterative learning control for non-repetitive time-varying systems. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 33: 7–12

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 10.03.2026

Received March 10, 2026

Поступила после рецензирования 26.05.2026

Revised May 26, 2026

Принята к публикации 29.05.2026

Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Головин Илья Игоревич, аспирант, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, г. Белгород, Россия

Ilya I. Golovin, Postgraduate Student, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Belgorod, Russia

Миронов Александр Леонидович, кандидат технических наук, доцент, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, г. Белгород, Россия

Alexander L. Mironov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Belgorod, Russia

УДК 004.89
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-416-423
EDN SYXKJV

Гибридная нейросетевая архитектура с адаптивной функцией потерь для семантической сегментации дефектов жилой застройки

¹ Маматов Е.М., ² Головки Я.Ю.

¹ Корпорация «Фазотрон – Научно-исследовательский институт радиостроения»,
Россия, 115516, г. Москва, Кавказский Бульвар, д. 59

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85
mamatov@bsuedu.ru, mariopwnz1337@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена задача автоматизации обнаружения и сегментации трещин в жилых зданиях с использованием глубоких нейросетевых архитектур. Предложена гибридная модель HybridUNet, сочетающая энкодер EfficientNet-B0, предобученный на ImageNet, трансформерный блок в узком месте сети (bottleneck) для моделирования дальних пространственных зависимостей и пространственные модули внимания в декодере для подавления фонового шума. Для обучения применена адаптивная функция потерь, динамически изменяющая вклад Dice, Focal и Boundary компонент в зависимости от номера эпохи: вес Dice Loss фиксирован (1), вес Focal Loss линейно убывает от 1 до 0,5, а вес Boundary Loss возрастает от 0,1 до 1, что позволяет сначала сфокусироваться на глобальной структуре дефектов, а затем уточнить их границы. Проведено сравнение с базовыми моделями U-Net (с энкодерами ResNet34 и EfficientNet-B0) и DeepLabV3+ на открытом датасете трещин. Эксперименты показали, что предложенная архитектура достигает наилучшего IoU для класса трещин (0,6029) и F1-меры (0,7369) на тестовой выборке, превосходя DeepLabV3+ на 6,6 % по IoU. Адаптивная потеря позволила повысить точность на границах дефектов, а использование трансформерного блока обеспечило устойчивость к зашумлению и частичным затенениям. Полученные результаты подтверждают применимость гибридных архитектур с адаптивной настройкой функции потерь для автоматизированной инспекции жилого фонда.

Ключевые слова: семантическая сегментация, трещины, HybridUNet, Vision Transformer, адаптивная функция потерь, EfficientNet, пространственное внимание

Для цитирования: Маматов Е.М., Головки Я.Ю. 2026. Гибридная нейросетевая архитектура с адаптивной функцией потерь для семантической сегментации дефектов жилой застройки. *Экономика. Информатика*, 53(2): 416–423. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-416-423. EDN SYXKJV

Hybrid Neural Network Architecture with Adaptive Loss Function for Semantic Segmentation of Residential Building Defects

¹ Yevgeniy M. Mamatov, ² Yaroslav Yu. Golovko

¹ Phazotron Corporation – Research Institute of Radio Engineering,
59 Kavkazsky Blvd., Moscow 115516, Russia

² Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St., Belgorod 308015, Russia
mamatov@bsuedu.ru, mariopwnz1337@gmail.com

Abstract. The article is focused on the problem of automating crack detection and segmentation in residential buildings using deep neural network architectures. A hybrid model named HybridUNet is proposed, combining an EfficientNet-B0 encoder pre-trained on ImageNet, a transformer bottleneck for modeling long-range spatial

dependencies, and spatial attention modules in the decoder to suppress background noise. An adaptive loss function is applied, dynamically adjusting the contribution of Dice, Focal, and Boundary components depending on the epoch: the Dice loss weight is fixed at 1, the Focal loss weight linearly decreases from 1 to 0.5, while the Boundary loss weight increases from 0.1 to 1. This allows the model to first focus on the global defect structure and then refine boundaries. Comparison with baseline U-Net models (with ResNet34 and EfficientNet-B0 encoders) and DeepLabV3+ is performed on an open crack dataset. Experiments show that the proposed architecture achieves the best crack IoU (0.6029) and F1 score (0.7369) on the test set, outperforming DeepLabV3+ by 6.6% in IoU. The adaptive loss improves boundary accuracy, while the transformer block ensures robustness to noise and partial occlusions. The obtained results confirm the applicability of hybrid architectures with adaptive loss tuning for automated inspection of residential building stock.

Keywords: semantic segmentation, cracks, HybridUNet, Vision Transformer, adaptive loss function, EfficientNet, spatial attention

For citation: Mamatov E.M., Golovko Ya.Yu. 2026. Hybrid Neural Network Architecture with Adaptive Loss Function for Semantic Segmentation of Residential Building Defects. *Economics. Information technologies*, 53(2): 416–423 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-416-423. EDN SYXKJV

Введение

В задачах технической диагностики жилых зданий одним из наиболее частых и опасных дефектов являются трещины в стенах и фундаментах. Своевременное выявление таких дефектов критически важно для предотвращения аварий и планирования ремонтных работ. Традиционные методы визуального осмотра трудоёмки, зависят от квалификации эксперта и не всегда позволяют документировать тонкие дефекты (шириной менее 1 мм). Автоматизация на основе компьютерного зрения и глубокого обучения способна значительно ускорить инспекцию жилого фонда и повысить её точность. Однако стандартные свёрточные нейронные сети (CNN) [El Sakka et al., 2025; Nemavhola et al., 2025] испытывают трудности при сегментации мелких и разрывных структур (например, тонких трещин, паутинообразных сколов), а также при разделении дефектов и фоновых текстур (теней, неровностей штукатурки, грязи). В последние годы для моделирования дальних пространственных зависимостей активно применяются механизмы самовнимания Vision Transformer (ViT) [Wang et al., 2025; Kim et al., 2025; Khan et al., 2023]. Дополнительным вызовом является сильный дисбаланс классов и необходимость точного выделения границ дефектов, что требует гибкой настройки функции потерь в процессе обучения.

В данной работе предлагается гибридная архитектура HybridUNet, объединяющая локальное извлечение признаков на основе CNN и глобальное контекстное моделирование на основе трансформерных блоков. Ключевой особенностью является адаптивная функция потерь, веса компонент которой (Focal Loss и Boundary Loss) линейно изменяются от эпохи к эпохе, что позволяет сначала сфокусироваться на глобальной структуре дефекта, а затем – на точном выделении его границ. Такой подход особенно эффективен при анализе протяжённых дефектов (например, сквозных трещин), пересекающих несколько конструктивных элементов жилого здания [Yang et al., 2025; Abbasi et al., 2025], Focal Loss [Zheng et al., 2025; Ahmed, Liatsis, 2025], Boundary Loss [Wu et al., 2023; Li et al., 2025c].

Таким образом, можно утверждать, что разработка модели сегментации дефектов, обеспечивающей высокие значения метрик IoU [Luo et al., 2025] и F1 для класса повреждений, имеет важное значение. Работам, посвящённым гибридным архитектурам с адаптивными потерями для дефектоскопии жилой застройки, в научно-технической литературе уделяется недостаточно внимания. В этой связи создание модели HybridUNet с адаптивной функцией потерь является актуальной задачей.

Разработка модели

Предлагаемая модель строится на основе архитектуры U-Net [Azad et al., 2024; Jiangtao et al., 2025] с модификациями. Энкодером служит преобученная на ImageNet сеть

EfficientNet-B0. В узком месте (bottleneck [Kawaguchi et al., 2023]) после энкодера вставлен трансформерный блок, позволяющий моделировать дальние зависимости между фрагментами дефекта. Декодер содержит модули пространственного внимания для подавления фонового шума. Последовательность операций включает:

- 1) подачу входного изображения на энкодер;
- 2) преобразование выходной карты признаков энкодера в последовательность патчей;
- 3) обработку последовательности двумя слоями трансформер-энкодеров с синусоидальным позиционным кодированием;
- 4) восстановление пространственного тензора и подачу в декодер;
- 5) на каждой ступени декодера – апсемплинг, конкатенацию со skip-соединением, два свёрточных слоя и модуль пространственного внимания;
- 6) финальную свёртку с сигмоидой для получения вероятностной маски.

Базовыми моделями для сравнения были выбраны U-Net с энкодером ResNet34 [Li et al., 2025a; Li et al., 2025b] (без предобучения), U-Net с предобученным на ImageNet энкодером EfficientNet-B0, а также DeepLabV3+ [Li, Zhou, Xu, 2025; Cheng et al., 2025] с тем же энкодером EfficientNet-B0. Все три модели реализованы с помощью библиотеки `segmentation_models_pytorch` и обучались с фиксированной комбинированной потерей, включающей Dice Loss, Focal Loss и Boundary Loss. Предложенная гибридная модель HybridUNet построена на энкодере `tf_efficientnet_b0.ap_in1k` (предобученном на ImageNet). В узком месте (bottleneck) после энкодера вставлен трансформерный блок, состоящий из двух слоёв трансформер-энкодеров и размерностью эмбединга 256. Для учёта пространственного положения патчей добавлено синусоидальное позиционное кодирование. Декодер модели состоит из четырёх ступеней, каждая из которых включает транспонированную свёртку для апсемплинга, конкатенацию со skip-соединением соответствующего уровня энкодера, два свёрточных слоя с BatchNorm и ReLU [Horuz et al., 2025; Qiu et al., 2025], а также модуль пространственного внимания (Spatial Attention), основанный на свёртке по каналам среднего и максимального пулинга. Финальный слой – свёртка 1×1 с одним выходным каналом (вероятность трещины). Все модели обучались в течение 30 эпох с оптимизатором AdamW и косинусным планировщиком скорости обучения. Для модели HybridUNet дополнительно использовалась адаптивная функция потерь, в которой веса функций потерь Focal Loss и Boundary Loss линейно изменялись, а вес Dice Loss оставался постоянным.

Функция потерь Dice Loss (DL) отвечает за совпадение предсказанных областей с истинными масками (глобальная структура), имеет вид:

$$DL = 1 - \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^N p_i y_i}{\sum_{i=1}^N p_i + \sum_{i=1}^N y_i}, \quad (1)$$

где $y_i \in \{0,1\}$ – истинная метка для пикселя;

$p_i \in [0,1]$ – предсказанная моделью вероятность принадлежности к целевому классу;

N – общее число пикселей.

Функция потерь Focal Loss (FL) фокусируется на сложных элементах (границы дефекта) для классификации пикселей и имеет вид:

$$FL(p_i) = (1 - p_i)^\gamma \cdot \log(p_i), \quad (2)$$

где p_i – вероятность, которую модель присваивает правильному классу;

γ – параметр фокусировки.

Функция потерь Boundary Loss (BL) фокусируется на сложных элементах для классификации пикселей, имеет вид:

$$BL(\theta) = \int_{\Omega} \phi_G(q) s_\theta(q) dq, \quad (3)$$

где Ω – все пространство изображения;

$s_\theta(q)$ – выходные значения вероятности прогноза для пикселя;

$\phi_G(q)$ – предварительно вычисленное представление границы истинного местоположения в виде карты расстояний.

Адаптивная функция потерь динамически изменяет вклад трёх компонент (DL, FL, BL) в зависимости от номера эпохи и представлена в виде:

$$AL(t) = DL + (1 - 0.5 \cdot \frac{t}{T-1}) \cdot FL + (0.1 + 0.9 \cdot \frac{t}{T-1}) \cdot BL, \quad (4)$$

где t – номер текущей эпохи, $t = 0, 1, \dots, T - 1$;

T – общее число эпох обучения.

Вес DL всегда равен 1 – модель постоянно стремится улучшить общее перекрытие. Вес FL линейно убывает от 1 (первая эпоха) до 0.5 (последняя). Таким образом, влияние фокальной потери постепенно снижается. Вес BL линейно возрастает от 0.1 (первая эпоха) до 1 (последняя). Следовательно, к концу обучения модель начинает сильнее штрафовать за неточности на границах дефектов. Такое динамическое взвешивание позволяет вначале обучения сконцентрироваться на грубом выделении областей дефектов, а к концу – на точной локализации границ, что должно повышать итоговую точность сегментации.

Вычислительные эксперименты

В качестве исходных данных использован открытый датасет Crack Segmentation, содержащий изображения трещин на различных поверхностях (асфальт, бетон, кирпичная кладка) с попиксельной разметкой. Датасет был разделён на три части: обучающую (70 %), валидационную (15 %) и тестовую (15 %). Все изображения приведены к разрешению 256×256 пикселей. Для увеличения разнообразия тренировочных данных применены аугментации: случайное масштабирование и кроп, горизонтальные и вертикальные отражения, изменение яркости и контраста, а также добавление гауссовского шума. Для нормализации использованы средние значения и стандартные отклонения ImageNet. Такая предобработка позволила модели обобщаться на различные условия съёмки и типы поверхностей.

Оценка качества проводилась на валидационной и тестовой выборках. Для каждой модели вычислялись следующие метрики: глобальная точность (Global Accuracy), средняя точность по классам (Class Accuracy), средний IoU (mIoU [Lufian et al., 2025; Wen et al., 2025]) для двух классов (фон и трещина), а также точность (Precision), полнота (Recall), F1-мера и площадь под ROC-кривой (AUC [Yang, Ying, 2025; Chicco, Jurman, 2025]) для класса трещины. В таблице представлены результаты всех моделей на валидационном наборе данных.

Сравнение метрик валидации для четырёх моделей сегментации
Comparison of validation metrics for four segmentation models

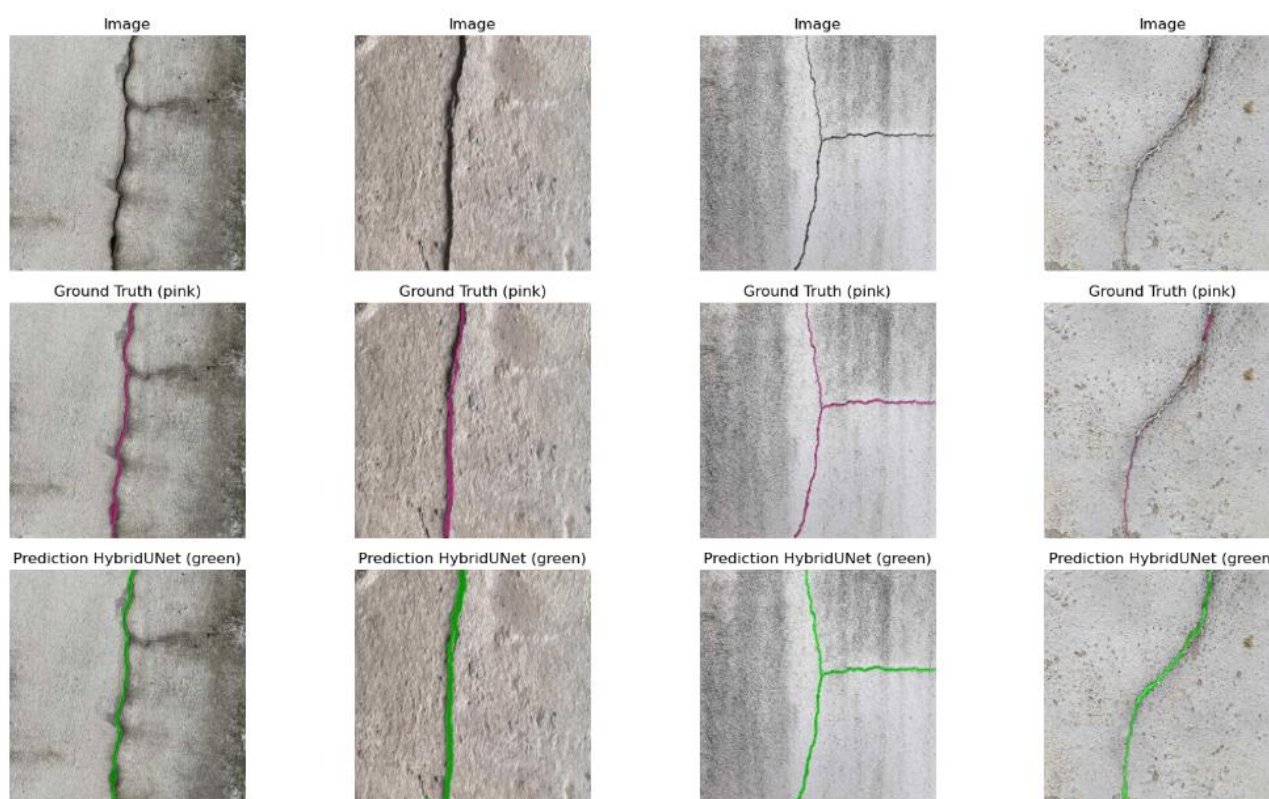
Модель	Global Acc	Class Acc	mIoU	Precision	Recall	F1	AUC
UNet_ResNet34_rand	0,9896	0,9005	0,8009	0,7168	0,8076	0,7595	0,9905
UNet_EffB0	0,9904	0,8885	0,8059	0,7518	0,7822	0,7667	0,9671
DeepLabV3+_EffB0	0,9896	0,8916	0,7982	0,7242	0,7893	0,7553	0,9831
HybridUNet	0,9908	0,8868	0,8109	0,7692	0,7785	0,7738	0,9812

Как видно из таблицы, все модели демонстрируют высокую глобальную точность (выше 0,989), что объясняется доминированием фоновых пикселей. Однако более информативными являются метрики для класса трещины. Предложенная гибридная модель показывает наилучший mIoU (0,8109) и F1 (0,7738) среди всех сравнимых архитектур, что подтверждает эффективность комбинации трансформерного блока и пространственного внимания. U-Net с предобученным EfficientNet-B0 уступает по F1 (0,7667), но имеет чуть более высокий Recall (0,7822 против 0,7785). DeepLabV3+ показывает самые низкие значения mIoU и F1, что,

вероятно, связано с меньшей приспособленностью архитектуры к сегментации тонких линейных объектов.

Более показательными оказались результаты на тестовой выборке, где вычислялся IoU и F1 только для класса трещины (без усреднения с фоном). Именно эта метрика отражает практическую ценность модели для обнаружения дефектов. Стандартное отклонение метрик по отдельным изображениям также рассчитывалось для оценки устойчивости. Наилучший IoU трещин достигнут гибридной моделью HybridUNet: $0,6029 \pm 0,1634$, что на 0,7 % выше, чем у U-Net с EfficientNet (0,5982) и на 6,6 % выше, чем у DeepLabV3+ (0,5654). По F1-мере HybridUNet также лидирует (0,7369 против 0,7341 у U-Net и 0,7050 у DeepLabV3+). Интересно, что U-Net с ResNet34 без предобучения показал результат, близкий к предобученным моделям (IoU 0,5895), что может объясняться достаточным объёмом датасета и эффективностью самой архитектуры U-Net для бинарной сегментации. DeepLabV3+, несмотря на свою популярность, уступил из-за меньшей способности выделять тонкие линии, характерные для трещин.

Анализ стандартных отклонений ($\approx 0,16$ для всех моделей) свидетельствует о высокой вариативности качества: на некоторых изображениях IoU превышает 0,75, на других падает ниже 0,45. Это связано с разнообразием фонов (тёмный асфальт, светлая штукатурка, текстурированный бетон), а также с наличием ложных срабатываний на тенях и загрязнениях. Визуальное сравнение результатов, представленных на рисунке, показывает, что HybridUNet лучше справляется с разрывными трещинами и даёт меньше ложноположительных областей вблизи границ объектов. Пространственное внимание в декодере позволяет подавлять фоновый шум, а трансформерный блок – связывать удалённые фрагменты одной трещины. Адаптивная потеря дополнительно улучшила качество на границах: средняя толщина предсказанной трещины оказалась ближе к разметке, чем у моделей с фиксированными весами.



Примеры работы гибридной модели на тестовых изображениях:
 исходные изображения, наложение красным цветом истинной маски трещин,
 наложение зелёным цветом предсказанной маски трещин

Examples of the hybrid model's performance on test images: original images, red overlay of the true crack mask, green overlay of the predicted crack mask

Для наглядной демонстрации качества сегментации на рисунке приведены четыре случайных примера из тестовой выборки. Для тестовых изображений (первая строка) показано наложение ground truth красной маской (вторая строка) и наложение предсказания модели HybridUNet зелёной маской (третья строка). Видно, что модель уверенно выделяет основные трещины, допуская минимальное количество ошибок.

Скорость инференса всех моделей измерялась на GPU NVIDIA GeForce RTX 5060 (16GB). U-Net с EfficientNet-B0 обрабатывает одно изображение размером 256×256 за 12 мс, DeepLabV3+ – за 15 мс, HybridUNet – за 18 мс. Небольшое замедление связано с дополнительными трансформерными блоками, однако оно остаётся приемлемым для практического применения (около 55 кадров в секунду). При необходимости анализа видео с дронов или длительных мониторингов можно использовать батчевое предсказание. Предложенная система позволяет автоматизировать первичную инспекцию жилых зданий: за 30 минут обрабатывается до 100 000 фотографий, что в десятки раз быстрее ручного просмотра. Внедрение такого решения в комплексы технического надзора позволит стандартизировать оценку дефектов и снизить влияние человеческого фактора.

Заключение

Таким образом, в статье представлено решение актуальной научно-технической задачи, состоящей в разработке гибридной нейросетевой архитектуры с адаптивной функцией потерь для семантической сегментации дефектов жилой застройки. При создании модели использован математический аппарат свёрточных нейронных сетей, механизмов самовнимания трансформеров и адаптивного взвешивания компонент функции потерь.

Научная новизна разработанной модели HybridUNet состоит в том, что она адекватно отражает влияние как локальных текстур, так и глобальных пространственных связей на точность выделения дефектов, а адаптивная функция потерь с динамическим изменением весов в процессе обучения позволяет сначала сформировать глобальную структуру повреждения, а затем уточнить его границы.

Проведение вычислительных экспериментов показало, что предложенная модель превосходит классические архитектуры UNet и DeepLabV3+ по ключевым метрикам: на тестовой выборке достигнуты значения $IoU = 0,6029$ и $F1 = 0,7369$ для одного класса дефекта. Применение представленной модели позволяет автоматизировать процесс инспекции жилых зданий, стандартизировать оценку дефектов и снизить влияние человеческого фактора.

Дальнейшие исследования по теме представленной статьи целесообразно посвятить развитию разработанной модели в части использования большего числа трансформерных слоёв, расширения датасета другими типами дефектов (сколы, отслоения, коррозия), а также адаптации модели для работы в реальном времени на мобильных устройствах. Это даст возможность усовершенствовать алгоритмы мониторинга технического состояния жилого фонда при проведении плановых и внеплановых осмотров.

Список литературы References

- Abbasi S., Wahd A.S., Ghosh S., Ezzelarab M., Panicker M., Chen Y.T., Jaremko J.L., Hareendranathan A. 2025. Improved A-Line and B-Line Detection in Lung Ultrasound Using Deep Learning with Boundary-Aware Dice Loss. *Bioengineering*, 12(3): 311. DOI: 10.3390/bioengineering12030311.
- Ahmed W., Liatsis P. 2025. Lhu-vt: A lightweight hypercomplex u-net with vessel thickness-guided dice loss for retinal vessel segmentation. *Computers in Biology and Medicine*, 185: 109470. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2024.109470.
- Azad R., Aghdam E.K., Rauland A., Jia Y., Avval A.H., Bozorgpour A., Merhof D. 2024. Medical image segmentation review: The success of u-net. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 46(12): 10076–10095. DOI: 10.1109/TPAMI.2024.3435571.
- Cheng X., Chen J., Li J., Yin J., Cheng Q., Chen Z., Zhou G. 2025. Enhanced DeepLabV3+ with OBIA and Lightweight Attention for Accurate and Efficient Tree Species Classification in UAV Images. *Sensors*, 25(24): 7501. DOI: 10.3390/s25247501.

- Chicco D., Jurman G. 2023. The Matthews correlation coefficient (MCC) should replace the ROC AUC as the standard metric for assessing binary classification. *BioData mining*, 16(1): 4. DOI: 10.1186/S13040-023-00322-4.
- El Sakka M., Ivanovici M., Chaari L., Mothe J. 2025. A Review of CNN Applications in Smart Agriculture Using Multimodal Data. *Sensors*, 25(2): 472. DOI: 10.3390/s25020472.
- Horuz C.C., Kasenbacher G., Higuchi S., Kairat S., Stoltz J., Pesl M., Otte S. 2025. The resurrection of the relu. *arXiv*, 2505: 22074. DOI: 10.48550/arXiv.2505.22074.
- Jiangtao W., Ruhaiyem N.I.R., Panpan F. 2025. A comprehensive review of U-Net and its variants: advances and applications in medical image segmentation. *IET Image Processing*, 19(1): e70019. DOI: 10.1049/ipr2.70019.
- Kawaguchi K., Deng Z., Ji X., Huang J. 2023. How does information bottleneck help deep learning? International conference on machine learning: 16049–16096. DOI: 10.48550/arXiv.2305.18887.
- Khan A., Rauf Z., Sohail A. et al. 2023. A survey of the vision transformers and their CNN-transformer based variants. *Artif Intell Rev*, 56 (3): 2917–2970. DOI: 10.1007/s10462-023-10595-0.
- Kim J.W., Khan A.U., Banerjee I. 2025. Systematic Review of Hybrid Vision Transformer Architectures for Radiological Image Analysis. *J Digit Imaging. Inform. med.*: 38, 3248–3262. DOI: 10.1007/s10278-024-01322-4.
- Li M., Guo Y., Guo W., Qiao H., Shi L., Liu Y., Wang Q. 2025. Wheat Powdery Mildew Severity Classification Based on an Improved ResNet34 Model. *Agriculture*, 15(15): 1580. DOI: 10.3390/agriculture15151580.
- Li P., Zhou J., Xu X. 2025. Real-time image semantic segmentation based on improved deeplabv3+ network. *Big Data and Cognitive Computing*, 9(6): 152. DOI: 10.3390/bdcc9060152.
- Li W., Zheng B., Shen Q., Shi X., Luo K., Yao Y., Wei Q. 2025. Adaptive window adjustment with boundary DoU loss for cascade segmentation of anatomy and lesions in prostate cancer using bpMRI. *Neural Networks*, 181: 106831. DOI: 10.1016/j.neunet.2024.106831.
- Li Y., Zhao W., Dang B., Wang W. 2025. Research on Brain Tumor Classification Method Based on Improved ResNet34 Network. *arXiv*, 2512: 03751. DOI: 10.48550/arXiv.2512.03751.
- Lufian C., Jonathan H., Lo Y.F., Iswanto I.A. 2025. Mask R-CNN with HRNet Backbone for Person Detection Evaluation on COCO Using mIoU and Threshold Optimization. 2025 8th International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT): 60–65. DOI: 10.1109/ICOIACT67584.2025.11344893.
- Luo X., Cai Z., Shao B., Wang Y. 2024. Unified-IoU: For high-quality object detection. *arXiv*, 2408: 06636. DOI: 10.48550/arXiv.2408.06636.
- Nemavhola A., Chibaya C., Viriri S. 2025. A Systematic Review of CNN Architectures, Databases, Performance Metrics, and Applications in Face Recognition. *Information*, 16(2): 107. DOI: 10.3390/info16020107.
- Qiu Q., Zhu T., Gong H., Chen L., Ning H. 2025. Relu-kan: New kolmogorov-arnold networks that only need matrix addition, dot multiplication, and relu. 2025 IEEE Smart World Congress (SWC): 1686–1694. DOI: 10.1109/SWC65939.2025.00262.
- Wang Y., Deng Y., Zheng Y., Chattopadhyay P., Wang L. 2025. Vision Transformers for Image Classification: A Comparative Survey. *Technologies*, 13(1): 32. DOI: 10.3390/technologies13010032.
- Wen K., Chu J., Chen J., Chen Y., Cai J. 2022. MO SiamRPN with weight adaptive joint MIoU for UAV visual localization. *Remote Sensing*, 14(18): 4467. DOI: 10.3390/rs14184467.
- Wu D., Guo Z., Li A., Yu C., Gao C., Sang N. 2023. Conditional boundary loss for semantic segmentation. *IEEE Transactions on Image Processing*, 32: 3717–3731. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIP.2023.3290519>.
- Yang J., Lu Y., Zhang Z., Wei J., Shang J., Wei C., Tang W., Chen J. 2025. A Deep Learning Method Coupling a Channel Attention Mechanism and Weighted Dice Loss Function for Water Extraction in the Yellow River Basin. *Water*, 17(4): 478. DOI: 10.3390/w17040478.
- Yang T., Ying Y. 2022. AUC maximization in the era of big data and AI: A survey. *ACM computing surveys*, 55(8), 1 – 37. DOI: 10.1145/3554729.
- Zheng Y., Tian B., Yu S., Yang X., Yu Q., Zhou J., Wang L. 2025. Adaptive boundary-enhanced Dice loss for image segmentation. *Biomedical signal processing and control*, 106: 107741. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2025.107741>.



Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 02.03.2026
Поступила после рецензирования 26.05.2026
Принята к публикации 29.05.2026

Received March 02, 2026
Revised May 26, 2026
Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Маматов Евгений Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, АО «Корпорация «Фазотрон – Научно-исследовательский институт радиостроения», г. Москва, Россия

Головко Ярослав Юрьевич, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgeniy M. Mamatov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, JSC Phazotron Corporation – Research Institute of Radio Engineering, Moscow, Russia

Yaroslav Yu. Golovko, Postgraduate Student, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ SYSTEM ANALYSIS AND MANAGEMENT

УДК 004.942

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-424-436

EDN RPTHFA

Информационная система поддержки деятельности мясокомбината на основе имитационного моделирования

Иванов М.А., Иванов С.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова,
Россия, 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5
maksfire2001@mail.ru, kemsit@mail.ru

Аннотация. Одной из ведущих отраслей экономики страны в области пищевой промышленности является производство мясной продукции. Автоматизация данного сектора экономики позволяет компаниям быть конкурентоспособными на рынке. Одним из ключевых компонентов ИТ-инфраструктуры данных компаний на сегодняшний день выступают системы поддержки принятия управленческих решений (СППР). В данной статье рассматривается функциональный анализ СППР, определены ключевые проблемы, снижающие эффективность стратегического планирования. Разработана классификация причин низкой эффективности в виде диаграммы Исикавы. Определена входная и выходная информация для СППР. Для решения выявленных проблем разработаны сценарии вариантов использования. Предложена формализация имитационной модели поддержки деятельности организации, включающая в себя множества параметров, зависящих от стоимостных характеристик, ресурсов, сырья, мощностей и кадрового обеспечения производства. Представлена логическая модель системы, реализованы пользовательские интерфейсы, визуализация деятельности предприятия в 2D- и 3D-форматах, оценена экономическая эффективность предложенного программного решения.

Ключевые слова: обработка данных, модель СППР, оптимизация процессов, имитационное моделирование

Для цитирования: Иванов М.А., Иванов С.А. 2026. Информационная система поддержки деятельности мясокомбината на основе имитационного моделирования. *Экономика. Информатика*, 53(2): 424–436. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-424-436. EDN RPTHFA

Information System for Supporting the Activities of a Meat-Processing Plant Based on Simulation Modeling

Maxim A. Ivanov, Sergey A. Ivanov

Saint Petersburg State Forest Technical University,
5 Institutskiy Ln., Saint Petersburg 194021, Russia
maksfire2001@mail.ru, kemsit@mail.ru

Abstract. Meat production is one of the leading sectors of the Russian economy in the food industry. Automation of this sector enables companies to be competitive in the market. Decision support systems (DSS) are currently a key component of the IT infrastructure of these companies. This article examines the functional analysis of DSS and identifies key issues that reduce the effectiveness of strategic planning. A classification of the causes of low efficiency has been developed in the form of an Ishikawa diagram. Input and output

© Иванов М.А., Иванов С.А., 2026

information for the DSS has been determined. To address the identified issues, the authors suggest use case scenarios and propose a formalized simulation model for supporting organizational activities, incorporating multiple parameters dependent on cost characteristics, resources, raw materials, production capacity, and staffing. A logical model of the system is presented, user interfaces are implemented, and enterprise activities are visualized in 2D and 3D formats. The economic efficiency of the proposed software solution is assessed.

Keywords: data processing, decision support system model, process optimization, simulation modeling

For citation: Ivanov M.A., Ivanov S.A. 2026. Information System for Supporting the Activities of a Meat-Processing Plant Based on Simulation Modeling. *Economics. Information technologies*, 53(2): 424–436 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-424-436. EDN RPTHFA

Введение

Одной из ведущих отраслей экономики страны в области пищевой промышленности является производство мясной продукции. Основные поставщики сырья для производства – это животноводческие хозяйства, которые в данный момент занимают более половины агропромышленного комплекса России. Это динамично развивающаяся отрасль – объем производства мяса и птицы в сельскохозяйственных организациях в январе – ноябре 2022 г. (в живом весе) достиг 5,94 млн тонн, что на 5,2 % больше аналогичного периода 2021 г. [«Рынок мяса. Агромикс»...].

Основной структурной единицей мясной промышленности является мясокомбинат – это предприятие, которое занимается комплексной переработкой скота и выпуском технической, пищевой, медицинской продукции.

Следует отметить, что в Астраханской области основным производителем выступает лишь одно предприятие, занимающееся выпуском мясной продукции, однако ассортимент в магазинах значительно шире, так как на рынке присутствует достаточно большое количество предприятий, которые расположены в соседних регионах. Во всем Южном федеральном округе насчитывается 28 предприятий, постоянно конкурирующих между собой за рынки сбыта отдельно взятых областей [«Мясокомбинаты Южного Федерального округа»...]. Некоторые из них занимаются лишь переработкой скота, другие нацелены на производство готовой продукции, иные способны объединить переработку, производство и розничную торговлю. Ввиду ограниченности спроса на рынке возникает сильная конкуренция между всеми продавцами, поэтому имеется острая необходимость в получении конкурентного преимущества, которое может заключаться в более высоком качестве продукции, доступности цен, наличии высококвалифицированного управленческого аппарата, способного заключать выгодные договоры с большими сетевыми магазинами.

Одним из важнейших конкурентных преимуществ также выступает информация, сбор и анализ которой может значительно повлиять на эффективность деятельности компании. Важным инструментом для получения этого преимущества является информационная поддержка. В рамках настоящего исследования автоматизация поддержки сбытовой деятельности рассматривается через построение имитационной модели. Рыночные цены находятся в постоянной динамике, просчет потенциальной прибыли вручную занимает достаточно много времени, при этом при подсчете времени, затрачиваемого на каждый этап производства, используется усредненное значение, модель же позволит более точно указать распределение вероятности времени. Именно поэтому проектирование и построение имитационной модели позволит наиболее точно прогнозировать потенциальную прибыль за конкретный промежуток времени при изменяющихся условиях.

Объект и методы исследования

К убыткам, связанным с принятием неверных управленческих решений, относятся прямой и косвенный ущерб компании – это отток денежных средств, представляющий собой затраты, связанные с:

- 1) потерей части рынка или отказом от возможности расширения своего присутствия на нем;
- 2) открытием убыточного филиала;
- 3) низкой эффективностью производства из-за нехватки работников или оборудования;
- 4) частыми поломками оборудования, связанными с его чрезмерным использованием или низким уровнем квалификации сотрудников;
- 5) затратами на компенсации работникам.

В табл. 1 указаны наиболее часто повторяющиеся причины низкой эффективности стратегического планирования.

Таблица 1
Table 1

Выявленные причины проблем
Identified causes of problems

Причины 1 уровня	Причины 2 уровня
Сотрудники	Пренебрежительное отношение к требованиям правил технической эксплуатации
	Низкая квалификация работников
	Недостаточное количество работников
	Усталость работника
Оборудование	Низкая периодичность технического обслуживания
	Несвоевременная замена старого оборудования на новое
	Производительность на максимальной мощности
	Недостаточное количество оборудования
Рынок	Неверная оценка соотношения спроса и предложения
	Неверная оценка изменения стоимости единицы продукции при увеличении поставок
	Отсутствие достаточного количества поставщиков
Управление	Пренебрежительное отношение к требованиям правил формирования финансового плана
	Нарушение оперативной дисциплины

Указанные причины были классифицированы, для каждой из них выработаны вероятные последствия, нашедшие отражение в разработанной диаграмме Исикавы, представленной на рис. 1.

Функциональные требования (ФТ) регламентируют функционирование или поведение системы (behavioral requirements). Функциональные требования отвечают на вопрос «что должна делать система» в тех или иных ситуациях [Боев, 2014]. Они определяют основной «фронт работ» разработчика, и устанавливают цели, задачи и сервисы, предоставляемые системой заказчику.

Нефункциональные требования (НТ) регламентируют внутренние и внешние условия или атрибуты функционирования системы [Григорьев, 2013]. НТ и ограничения могут при необходимости включать специфические требования к быстродействию, мобильности, масштабируемости, объемам памяти, безопасности данных и т. п.

Основные сценарии выполнения вариантов использования представлены в табл. 2.

Для разработки модели данных информационной системы необходимо описать входную и выходную информацию системы [«Агентное моделирование»...].

Входной информацией будет являться:

- 1) количество работников, выполняющих различные технологические и логистические задачи;
- 2) количество поступающего скота;
- 3) время, затрачиваемое сотрудниками на каждом этапе производства;

4) размеры складских помещений и их вместимость.

Выходной информацией является:

- 1) показания статистических диаграмм и графиков;
- 2) достаточность размеров складских помещений;
- 3) максимальная выпущенная продукция, при имеющихся ресурсах за смену.

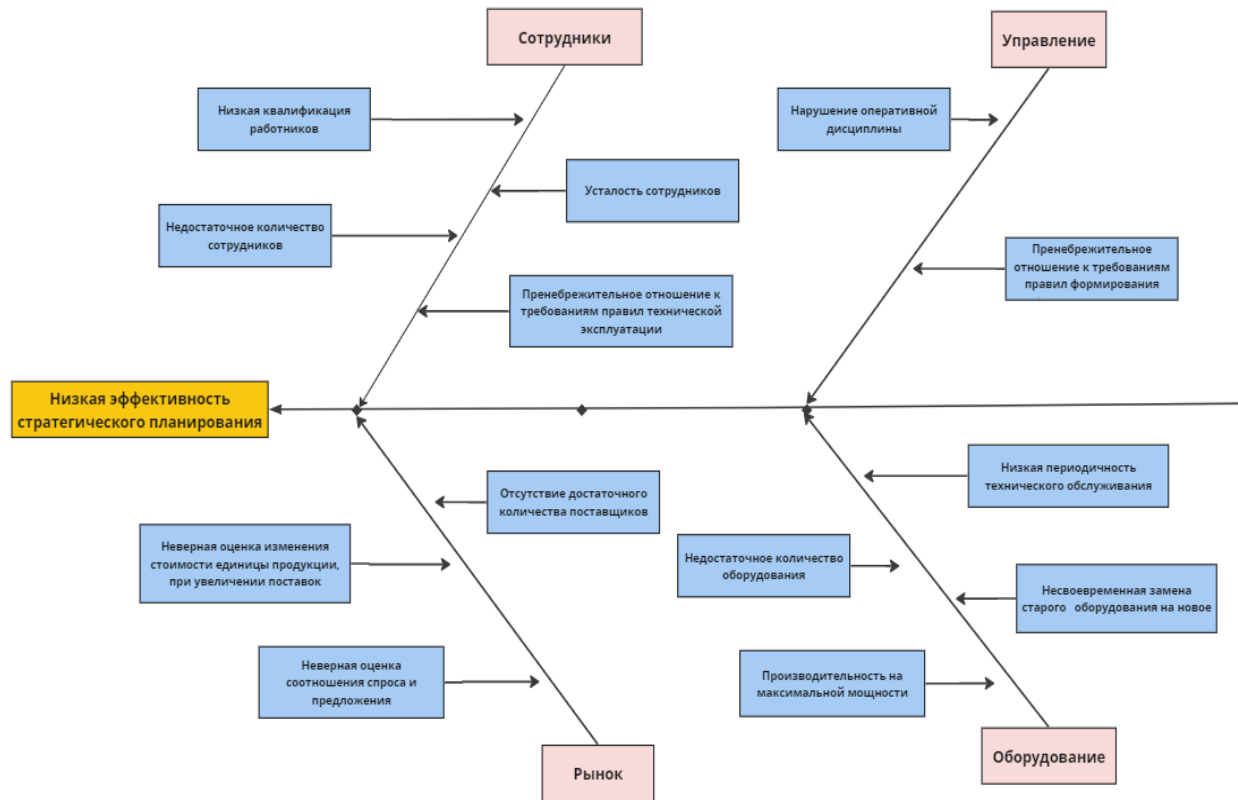


Рис. 1. Диаграмма Исикавы
 Fig. 1. Ishikawa diagram

Таблица 2
 Table 2

Сценарии выполнения вариантов использования
 Use case execution scenarios

Вариант использования	Актеры	Цель	Краткое описание
1	2	3	4
Ввод количества сотрудников	Ведущий менеджер проектов	Введение начальных параметров доступных ресурсов	Пользователь вводит нынешнее количество сотрудников, которые впоследствии можно будет корректировать
Ввод объемов поступающего сырья	Менеджер по закупкам	Введение начальных параметров поступающего скота на предприятии	Пользователь вводит нынешнее количество поступающего скота, которое в процессе экспериментов с моделью будет меняться
Проведение экспериментов с моделью	Ведущий менеджер проектов	Подбор оптимального количества ресурсов, в соответствии с желаемыми объемами сырья	Проведение нескольких итераций модели, в ходе которых увеличивать или уменьшать количество поступающих агентов, и проверка способности системы обрабатывать их без задержки

Окончание табл. 2
 End of Table 2

1	2	3	4
Проверка адекватности полученных результатов	Старший финансовый аналитик	Сравнение полученных результатов с реальными данными	Пользователь проверяет, насколько близки полученные результаты моделирования к данным, основанным на результатах работы за прошлые периоды
Анализ результатов моделирования	Старший финансовый аналитик, менеджер по закупкам, руководитель отдела продаж	Оценка необходимости внесения изменений в структуру работы предприятия	Выбор пользователями наиболее корректных значений переменных параметров, обеспечивающих наивысшую эффективность работы
Формирование плана повышения результативности процессов	Старший финансовый аналитик, ведущий инженер проектов	Формирование конкретных управленческих решений, направленных на рост производительности предприятия	Разработка пользователями на основе полученных данных предложений по изменению распределения имеющихся ресурсов
Утверждение плана повышения результативности процессов	Коммерческий директор	Окончательное утверждение сформированного плана	Проверка директором удовлетворения целей по оптимизации работы и утверждение предложенного плана мероприятий

Результаты и их обсуждение

Деятельность мясокомбината по переработке и реализации продукции можно представить в виде модели:

$$M = \langle St, Rs, Kd \rangle,$$

где St – множество параметров, зависящих от стоимостных характеристик, Rs – множество параметров, зависящих от ресурсов, сырья и мощностей, Kd – множество параметров, зависящих от кадрового обеспечения производства.

Множество St представимо в виде $St = (st_1, st_2, \dots, st_n)$, где n – количество стоимостных характеристик, таких как: st_1 – стоимость субпродуктов, st_2 – стоимость полуфабрикатов по оптовой цене, st_3 – стоимость полуфабрикатов по розничной цене, st_4 – стоимость жирсырья и т. д. Множество Rs представимо в виде $Rs = (rs_1, rs_2, \dots, rs_p)$, где p – количество используемых ресурсов, сырья и мощностей по видам, таких как: rs_1 – количество скота, rs_2 – количество чанов для засолки, rs_3 – количество холодильников, rs_4 – количество измельчительных котлов для варки, rs_5 – количество фаршемешалочников, rs_6 – количество фаршемешалок и т. д. Множество Kd представимо в виде $Kd = (kd_1, kd_2, \dots, kd_r)$, где r – количество задействованных в обслуживании сотрудников по специализации: r_1 – количество убойщиков, r_2 – количество аппаратчиков, r_3 – количество ветеринаров, r_4 – количество экспертов, r_5 – количество обвальщиков, r_6 – количество мясников, r_7 – количество упаковщиков и т. д.

Все параметры задаются с учетом местных цен на продукцию, объемов получаемого сырья, а также количества имеющихся сотрудников. Для проверки работы имитационной модели были заданы параметры, отвечающие нынешнему положению распределения сотрудников на предприятии ООО «Астраханский Мясокомбинат» [«ООО «Мясокомбинат Астраханский» ...], представленные на рис. 2.

	<input type="text" value="1000"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="30"/>
<input type="text" value="247000"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="5"/>
<input type="text" value="190000"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="5"/>
<input type="text" value="190000"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>
<input type="text" value="360"/>	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="5"/>

Рис. 2. Введение параметров в систему
Fig. 2. Entering parameters into the system

Далее пользователь может приступить к моделированию и запустить модель, он может оценить логику всех бизнес-процессов, представленных на логической модели [Каталевский, 2015]. Логическая модель отражает последовательность событий [Бондарева и др., 2011] и представлена на рис. 3–4.

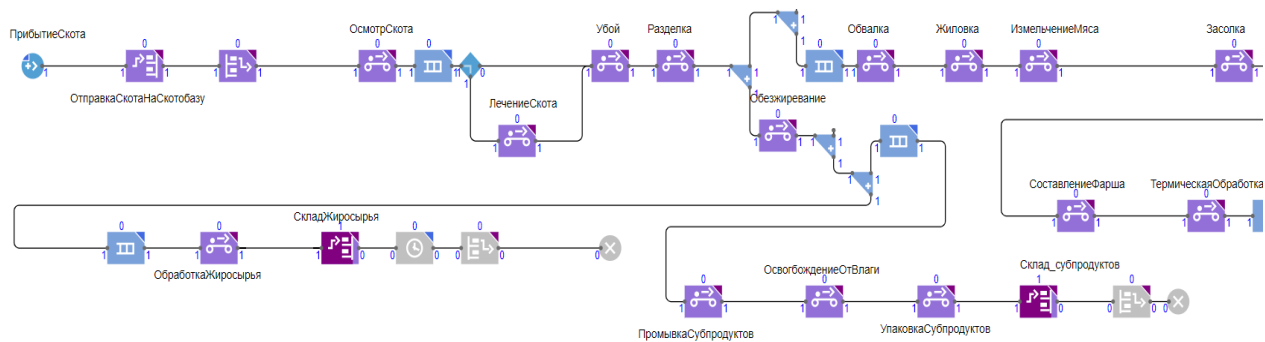


Рис. 3. Логическая модель – 1
Fig. 3. Logical model – 1

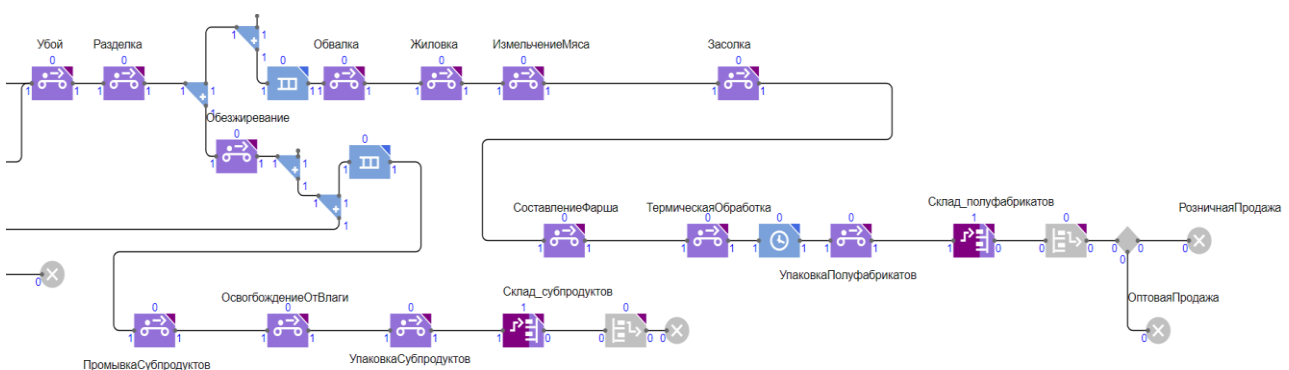


Рис. 4. Логическая модель – 2
Fig. 4. Logical model – 2

Более детально весь процесс производства пользователь может посмотреть на реализованной визуализации модели в 2D, которая позволяет оценить логику расположения складов и производственных цепочек. Визуализация в 2D представлена на рис. 5.

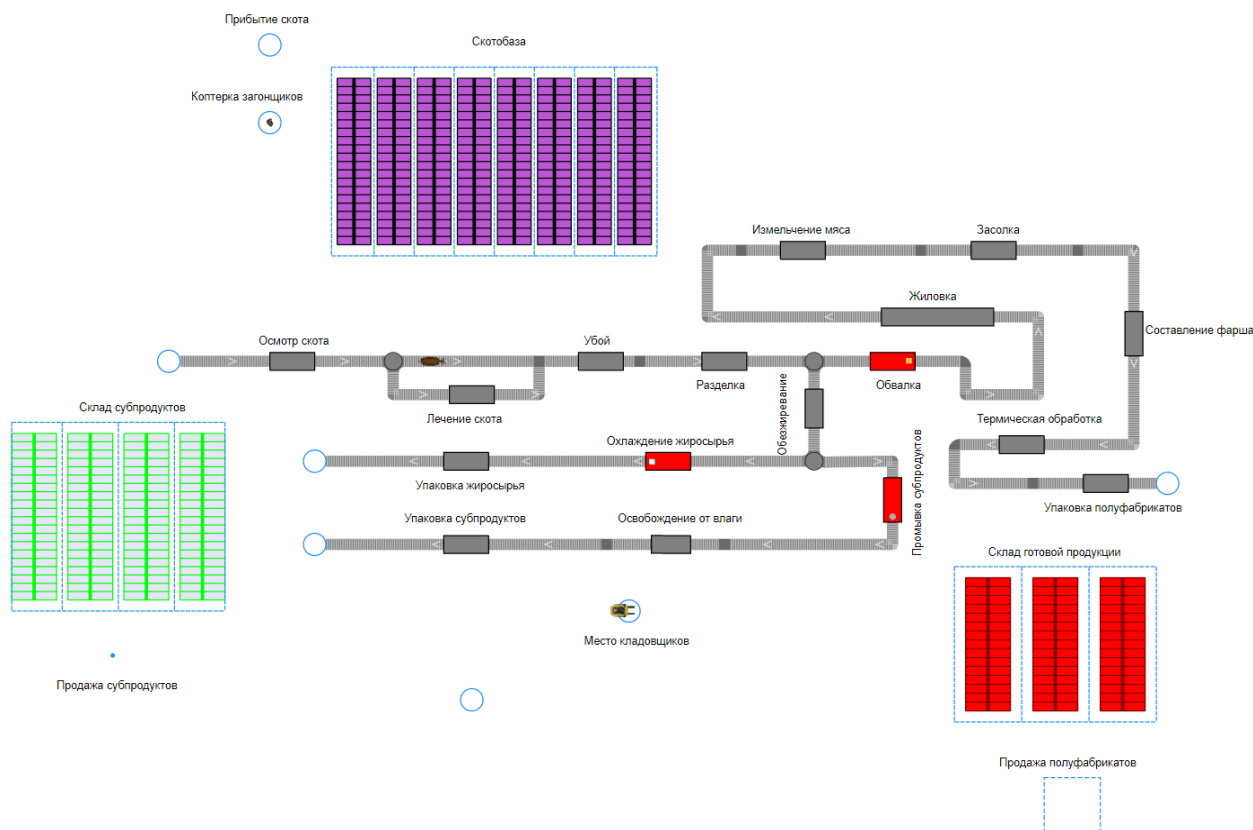


Рис. 5. Визуализация модели в 2D
Fig. 5. Visualization of the model in 2D

Более наглядно оценить работу модели пользователь может на реализованной 3D-модели предприятия, представленной на рис. 6, на которой удобно оценить масштабы складов и расстояния цепочек производства.

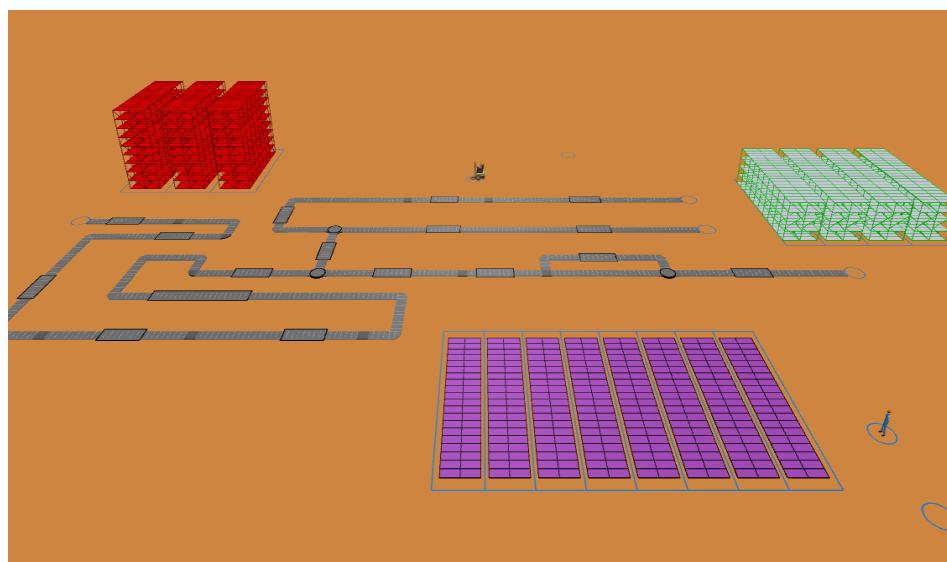


Рис. 6. Визуализация модели в 3D
Fig. 6. Visualization of the model in 3D

Также модель собирает статистические данные об объемах реализованной продукции и доходах, получаемых от ее реализации. На них отражено количество полученного скота, доходы от продажи жирсырья, полуфабрикатов в двух вариантах сбыта, так как часть

продукции мясокомбинат реализовывает через свою розничную сеть, а часть через договора оптовых поставок с магазинами и супермаркетами, а также доходы с реализации субпродуктов, также подсчитываются общие доходы, полученные предприятием. Статистические диаграммы роста прибыли во времени в зависимости от количества проданных товаров представлены на рис. 7.

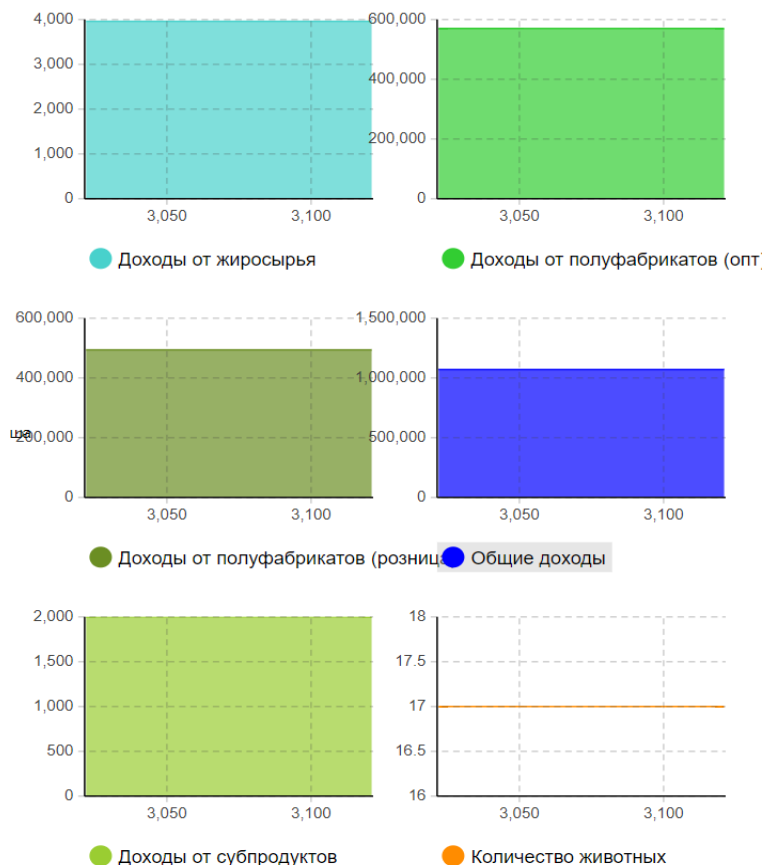


Рис. 7. Статистические диаграммы
 Fig. 7. Statistical diagrams

Оценка эффективности предложенного решения

Оценка эффективности данного проекта производится с помощью модели денежных потоков. Денежный поток представляет собой разницу между поступлениями денежных средств и их выплатам от активов оцениваемого объекта.

В качестве критериев оценки эффективности информационной системы используются следующие показатели:

1) NPV (Net Present Value) – чистая современная стоимость или чистый дисконтированный доход. NPV является одним из основных определений оценки проекта [Ганюкова, Ганюков, 2021]. Показатель отражает в себе разницу между первоначальными инвестициями и приведенной стоимостью всех дальнейших денежных потоков проекта. Формула чистого дисконтированного дохода:

$$NPV = \sum PV_i \times D_i,$$

где PV_i – денежный поток каждого года; D_i – коэффициент дисконтирования.

Коэффициент дисконтирования рассчитывается по формуле:

$$D = (1 + r)^{-n},$$

где r – расчётная ставка; n – номер года.

Расчётная ставка вычисляется по формуле Фишера:

$$r = r_0 + i + r_0 \times i,$$

где r_0 – действующая ключевая ставка; i – прогнозируемый уровень инфляции.

Показатель NPV используется для принятия решения о внедрении проекта. В том случае, если NPV больше нуля, то проект эффективен, и его следует принять. Иначе проект считается неэффективным и его внедрение следует отклонить. Если NPV равен нулю, то считается, что проект безубыточный.

2) PBP (Payback Period) – дисконтированный срок окупаемости или срок возврата инвестиций. Данный показатель представляет собой минимальный период времени, необходимый для покрытия первоначальных вложений. PBP определяется последовательным расчетом NPV для каждого периода проекта, точка, в которой NPV станет положительным, будет являться точкой окупаемости.

Формула для расчета срока окупаемости:

$$PBP = \frac{I_0}{PV},$$

где I_0 – первоначальные инвестиции; PV – чистый годовой поток денежных средств от реализации инвестиционного проекта.

3) PI (Profitability Index) – индекс рентабельности инвестиций (индекс доходности) – это отношение суммарного дисконтированного дохода к суммарным дисконтированным затратам. В случае, если стоит выбор между несколькими проектами с приблизительно одинаковыми значениями NPV, но разными объёмами первоначальных вложений, то с помощью PI определяется проект, который обеспечивает наибольшую эффективность инвестиций.

Значение PI учитывается при принятии решения о внедрении проекта. Так, если PI превышает единицу, то проект признается рентабельным. В случае, если значение индекса доходности ниже единицы, то проект необходимо отвергнуть.

Индекс рентабельности позволяет определить размер прибыли за каждый потраченный рубль вложений: чем выше значение PI, тем больше прибыли получает компания от внедрения исследуемого проекта. Индекс доходности определяется по формуле:

$$PI_n = \frac{NPV}{I},$$

где NPV – чистая современная стоимость; I – инвестиционные расходы и первоначальные инвестиции; n – год расчета.

4) IRR (Internal Rate of Return) – внутренняя норма возврата инвестиций или внутренняя норма рентабельности, которая является одним из главных способов оценки эффективности проекта. IRR определяется как ставка дисконтирования, при которой общая сумма вложений в проект, то есть чистая современная стоимость, становится равна нулю. Данный показатель позволяет выявить размер привлекаемого капитала, при котором возмещаются все расходы на инвестиционный проект. Доходность от внедрения рассматриваемого решения прямо пропорционально зависит от значения внутренней нормы рентабельности: чем выше данный показатель, тем больше прибыли инвестор получит от проекта [Вендров, 1998].

При исследовании IRR следует придерживаться определенного правила. В случае, если величина нормы возврата инвестиций превышает значение стоимости инвестированного капитала для организации, то проект следует принять; в противном случае предложение о внедрении отклоняется.

IRR рассчитывается по формуле:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV(r_1)}{NPV(r_1) - NPV(r_2)} \times (r_2 - r_1),$$

где r_1 – значение выбранной расчетной ставки дисконтирования, при которой $NPV_1 > 0$; r_2 – значение расчетной ставки дисконтирования, при которой $NPV_2 < 0$.

5) ЗПд – запас финансовой прочности организации, отражающий разницу между фактическим объемом выпуска и порогом рентабельности. Данный показатель помогает определить, насколько компания может сократить объем продаж до того момента, как деятельность предприятия станет убыточной, а также оценить риск возможного банкротства. Таким образом, ЗПд характеризует уровень платёжеспособности организации [Ганюкова, Ганюков, 2021]. Запас финансовой прочности рассчитывается по формуле:

$$\text{ЗПд} = IRR - r,$$

где r – расчетная ставка.

Основываясь на экономии от сокращения трудозатрат сотрудников, сумма положительных денежных потоков равна: $PV_{zn} = 980\,200$ (руб.)

При определении эффективности проекта был рассчитан такой коэффициент как NPV – чистая современная стоимость. Для этого были определены положительные и отрицательные денежные потоки.

Ключевая ставка Центрального Банка РФ – 7,5 % (от 30.05.2023) [«Центральный банк Российской Федерации»...].

Официальный прогноз инфляции на 2023 год составляет 12,6 % [«Годовая инфляция в Астраханской области в январе замедлилась до 12,6:»...].

Учетную ставку определим по формуле Фишера:

$$r = 0,126 + 0,075 + 0,075 \times 0,126 = 0,21$$

Расчёт проводится за три года использования системы. Результат расчётов приведён в табл. 3.

Таблица 3
Table 3

Расчет чистого приведенного эффекта
Calculation of net present value

№ года	Денежный поток, ± PV _i , руб	Коэффициент дисконтирования, D _i	NPV _i , Руб	Окупаемость, РВР _i , руб
0	- 928000	1	-928000,00	-928000,00
1	+ 980200	0,826	+809781,49	-149942,25
	- 38 400		-31723,74	
2	+ 980200	0,683	+668992,1	+492841,63
	- 38 400		-26208,22	
3	+ 980200	0,564	+552680,49	+1023870,48
	- 38 400		-21651,63	
ИТОГО:			ΣNPV=1023870,48	

Значение показателя NPV показывает, что проект эффективен, так как больше нуля. Из таблицы видно, что окупаемость наступила во втором году. Вычислим более точный срок окупаемости.

Определим дисконтированный срок окупаемости инвестиций PBP :

$$PBP = \frac{149942,25 \times 12}{668992,10 - 26208,22} = 2,8$$

Таким образом, проект окупит себя через 1 год 3 месяца. Этот показатель подтверждает экономическую привлекательность внедрения разработанной информационной системы.

Определим индекс рентабельности инвестиций PI :

$$PI_2 = \frac{492841,63}{(928000 + 31723,74 + 26208,22)} = 0,5$$

Таким образом, каждый вложенный в проект рубль окупит себя и принесет еще 0,5 (руб.) на втором году эксплуатации.

Определим внутреннюю норму доходности проекта IRR. Расчеты приведены в табл. 4, где $r_1 = 60\%$, $r_2 = 70\%$.

Таблица 4
Table 4

Расчет показателей
Calculation of indicators

№ квартала	±PV, руб	D_1 , $r_1 = 0,6\%$	NPV_1 , руб	D_2 , $r_2 = 0,7\%$	NPV_2 , руб
0	-928 000	1	-928 000	1	-928 000
1	980 200	0,555	544 071,94	0,522	512 067,7
	-38 400		-21 314,39		-20 060,6
2	980 200	0,308	301 993,75	0,273	267 510,03
	-38 400		-11 830,81		-10 479,89
3	980 200	0,171	167 625,30	0,143	139 750,3
	-38 400		-6 566,84		-5 474,81
ИТОГО:			$\sum NPV_1 = 45978,96$		$\sum NPV_2 = -44687,26$

$$IRR = 60 + (70-60) \times \frac{45978,96}{45978,96 - 44687,26} = 65,07\%$$

При $IRR = 65,07\%$ выполняется условие:

$$r_1 < IRR < r_2 \text{ и } NPV_2 < 0 < NPV_1$$

Значение данного показателя указывает на то, что проект следует принять к рассмотрению.

Расчеты показывают, что проект имеет запас прочности:

$$ЗПД = IRR - r = 65,07 - 21 = 44,07\%.$$

Это означает, что проект станет убыточным в случае, если расчетная ставка увеличится на 31,15% и более относительно ее текущего значения.

Проведенный экономический анализ показал, что:

- 1) срок окупаемости инвестиций в проект составляет 1 год 3 месяца;
- 2) каждый вложенный в проект рубль окупит себя и принесет дополнительно 0,5 (руб.);
- 3) чистый приведенный доход за 3 года использования системы составляет примерно 1023870,48 (руб.);
- 4) проект имеет значительный запас прочности 44,07%.

Основываясь на вышеперечисленных показателях, можно сделать вывод, что проект экономически эффективен и принесет прибыль после своего внедрения.

Заключение

В результате проведенных исследований были определены требования к системе. Требования к системе разделены на два класса – функциональные и нефункциональные. Установлено, что существенных изменений в бизнес-процессах после внедрения новой системы не предвидится за исключением выполнения некоторых важных задач в

автоматическом режиме и смещения акцента работы сотрудников с выполнения рутинной работы по составлению документов на ввод исходной информации.

На основе функциональных требований был разработан проект системы. Для описания проекта системы были выделены архитектура прикладных программ и архитектура данных. На предложенной в рамках исследования имитационной модели были проведены эксперименты, получены результаты, оценена эффективность предложенной информационной системы поддержки деятельности предприятия.

Список литературы

- Агентное моделирование | Справка AnyLogic [Электронный ресурс]. URL: <https://anylogic.help/ru/anylogic/agentbased/index.html>
- Боев В.Д. 2014. Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного моделирования в AnyLogic7. СПб.: ВАС, 432 с.
- Бондарева И.О., Ханова А.А. 2011. Управление качеством логистического обслуживания грузового порта на основе имитационного моделирования: монография. Астраханский гос. технический ун-т. Астрахань: Изд-во АГТУ, 187 с.
- Вендров А.М. 1998. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования ИС. М.: Финансы и статистика, 176 с.
- Ганюкова Н.П., Ганюков В.Ю. 2021. Современные тенденции оценки экономической эффективности информационных продуктов [Электронный ресурс]. Сборник статей международной электронной научно-практической конференции «Инновационные решения socioэкономических и технологических проблем современного общества» 22 октября 2021 / Под науч. ред. И.В. Кучерук. Астрахань: Изд-во ООО ПКФ «Триада».
- Годовая инфляция в Астраханской области в январе замедлилась до 12.6 % // Сетевое издание «Интерфакс-Россия» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax-russia.ru/south-and-north-caucasus/news/godovaya-inflyciya-v-astrakhanskoy-oblasti-v-yanvare-zamedlilas-do-12-6> (дата обращения: 15.06.2023 г.)
- Григорьев О.В., Бондарева И.О., Латыпова Э.А. 2013. Управление стратегическими рисками грузового порта с применением имитационного моделирования. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика*, 1: 155–162.
- Каталевский Д.Ю. 2015. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд, перераб. и доп. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 496 с., ил.
- Мясокомбинаты Южного Федерального округа [Электронный ресурс]. URL: https://meatinfo.ru/litecat/myasokombinat_v_Krasnodarskom_krae
- ООО «Мясокомбинат Астраханский» [Электронный ресурс]. URL: https://www.audit-it.ru/contragent/1063016003049_ooo-myasokombinat-astrakhanskiy
- Рынок мяса. Агромикс [Электронный ресурс]. URL: <https://agromics.ru/novosti/rynok-myasa/> (дата обращения 15.08.2023 г.)
- Центральный банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cbr.ru/> (дата обращения 15.06.2023 г.)

References

- Agent-based modeling | AnyLogic Help [Electronic resource]. URL: <https://anylogic.help/ru/anylogic/agentbased/index.html>
- Boev V.D. 2014. Computer modeling: A manual for practical classes, coursework and diploma modeling in AnyLogic7. SPb.: VAS, 432 p (in Russian).
- Bondareva I.O., Khanova A.A. 2011. Quality management of logistics services of a cargo port based on simulation modeling: monograph. Astra Khan State technical university Astrakhan: ASTU Publishing House, 187 p (in Russian).
- Vendrov A.M. 1998. CASE technologies. Modern methods and means of IC design. M.: Finance and Statistics, 176 p (in Russian).
- Ganyukova N.P., Ganyukov V.Yu. 2021. Modern trends in assessing the economic efficiency of information products [Electronic resource]. Collection of articles of the international electronic scientific and practical conference “Innovative solutions to socio-economic and technological problems of modern

- society” October 22, 2021 / Under scientific. ed. I.V. Kucheruk. Astrakhan: Publishing house of LLC PKF "Triada" (in Russian).
- Annual inflation in the Astrakhan region in January slowed to 12.6 % // Interfax-Russia online publication [Electronic resource]. URL: <https://www.interfax-russia.ru/south-and-north-caucasus/news/godovaya-inflyciya-v-astrakhanskoj-oblasti-v-yanvare-zamedlilas-do-12-6> (date of access: 06/15/2023)
- Grigoriev O.V., Bondareva I.O., Latypova E.A. 2013. Cargo port strategic risk management using simulation modeling. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Information Science*, 1: 155–162 (in Russian).
- Katalevsky D.Yu. 2015. Basics of simulation modeling and system analysis in management: textbook; 2nd ed., revised. and additional M.: Publishing house “Delo” RANEPА, 496 p., ill (in Russian).
- Meat processing plants of the Southern Federal District [Electronic resource]. URL: https://meatinfo.ru/litecat/myasokombinaty_v_Krasnodarskom_krae
- LLC “Astrakhan Meat Processing Plant” [Electronic resource]. URL: https://www.audit-it.ru/contragent/1063016003049_ooo-myasokombinat-astrakhanskiy
- Meat market. Agromix [Electronic resource]. URL: <https://agromics.ru/novosti/rynok-myasa/> (accessed 08/15/2023)
- Central Bank of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: <https://www.cbr.ru/> (accessed June 15, 2023)

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 19.09.2025

Поступила после рецензирования 23.12.2025

Принята к публикации 27.12.2025

Received September 19, 2025

Revised December 23, 2025

Accepted December 27, 2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванов Максим Александрович, аспирант кафедры робототехнических систем и интеллектуальных технологий, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Иванов Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры робототехнических систем и интеллектуальных технологий, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maxim A. Ivanov, Postgraduate Student of the Department of Robotic Systems and Intelligent Technologies, Saint-Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg, Russia

Sergey A. Ivanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Robotic Systems and Intelligent Technologies, Saint-Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg, Russia

УДК 004.94;303.732

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-437-445

EDN RLMLXU

Сравнительное графическое моделирование процессов в нотациях BPMN и «Узел-Функция-Объект»

Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г., Афонин А.Н.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

malkush@bsuedu.ru, matorin@bsuedu.ru, zhikharev@bsuedu.ru

Аннотация. Для моделирования деятельности используются различные графические нотации. На данный момент самой модной можно назвать нотацию BPMN (Business Process Model and Notation). У этой нотации есть ряд возможностей и достоинств по отношению к другим нотациям. Однако, несмотря на то, что ее главное назначение – создание наглядных блок-схем, которые понятны как заказчикам (бизнесу), так и техническим специалистам (разработчикам, аналитикам), данная нотация обладает множеством недостатков, широко обсуждаемых специалистами. При этом основные недостатки связаны с плохой наглядностью и читабельностью диаграмм. Таким образом возникает задача учета и компенсации этих недостатков, которая может быть решена с помощью разработанной авторами ранее процедуры преобразования диаграмм BPMN в диаграммы в терминах системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» (УФО-диаграммы). Целью данной работы является исследование результатов такого преобразования на конкретном примере и проведение сравнительного анализа BPMN и УФО-нотации. В данной работе рассматривается технологический процесс производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты, строятся диаграммы этого техпроцесса в нотации BPMN и УФО-нотации. Выявляются недостатки BPMN на конкретном примере и возможности их компенсации с помощью УФО-диаграмм.

Ключевые слова: BPMN, нотация «Узел-Функция-Объект», УФО-нотация, УФО-диаграмма, технологический процесс, производство этилового эфира диметиламинобензойной кислоты

Для цитирования: Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г., Афонин А.Н. 2026. Сравнительное графическое моделирование процессов в нотациях BPMN и «Узел-Функция-Объект». *Экономика. Информатика*, 53(2): 437–445. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-437-445. EDN RLMLXU

Comparative Graphical Modeling of Processes in BPMN and Unit-Function-Object Notations

Elena V. Malkush, Sergey I. Matorin, Aleksandr G. Zhikharev, Andrey N. Afonin

Belgorod State National Research University,

85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia

malkush@bsuedu.ru, matorin@bsuedu.ru, zhikharev@bsuedu.ru

Abstract. Various graphical notations are used for business modeling. Currently, BPMN (Business Process Model and Notation) is considered to be the most popular one. This notation offers a number of possibilities and advantages over other notations. However, despite its primary purpose being the creation of visual flowcharts that are understandable to both clients (businesses) and technical specialists (developers, analysts), this notation has numerous drawbacks that are widely discussed by experts. The main drawbacks are related to the poor visual clarity and readability of the diagrams. Therefore, the task of accounting for and compensating for these shortcomings arises, which can be solved using a procedure previously developed by the authors for converting BPMN diagrams into UFO diagrams (those used in terms of the system-object approach Unit-Function-Object). The aim of the study is to examine the results of such a conversion using a specific example and to conduct a comparative analysis of BPMN and UFO notations. This paper examines the production process of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

© Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г., Афонин А.Н., 2026

and constructs process diagrams in BPMN and UFO notation. Based on the specific example, we have identified the deficiencies of BPMN and found ways to mitigate them using UFO diagrams.

Keywords: BPMN, Unit-Function-Object notation, UFO-notation, UFO-diagram, process flow, production of ethyl dimethylaminobenzoate

For citation: Malkush E.V., Matorin S.I., Zhikharev A.G., Afonin A.N. 2026. Comparative Graphical Modeling of Processes in BPMN and Unit-Function-Object Notations. *Economics. Information technologies*, 53(2): 437–445 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-437-445. EDN RLMLXU

Введение

В связи с развитием систем управления бизнес-процессами (BPMS) [Якубов, Худойбердиев, 2025; 12 критических ошибок ..., 2026], в основе применения которых лежат графические модели этих процессов, возросла актуальность совершенствования графических нотаций. К сожалению, в системах BPMS [Сила и слабость ..., 2026] чаще всего используется нотация BPMN [Нотация BPMN 2.0], обладающая, конечно, определенными возможностями, но и множеством недостатков, которые подробно рассмотрены, например, в работе [Зимовец, Малкуш и др., 2025].

При этом в этой же работе авторами предложен метод и алгоритм эмуляции диаграмм в BPMN с помощью диаграмм в нотации «Узел-Функция-Объект» (УФО-нотации) [Жихарев, Зимовец и др., 2021], который позволяет преобразовывать BPMN-диаграммы в УФО-диаграммы, устраняя, таким образом, некоторые недостатки BPMN. В частности, удастся значительно сократить число используемых символов без потери содержания и сделать диаграммы более читабельными.

В данной работе авторы рассматривают пример практического использования нотации BPMN и УФО-нотации для моделирования технологического процесса получения органических соединений и проводят сравнительный анализ полученных моделей.

Описание технологического процесса

В качестве примера технологического процесса для построения графических моделей используется регламент производства *этилового эфира диметиламинобензойной кислоты*, используемого для производства компонентов полимерных композитных систем, применяемых в стоматологии, разработанный ООО «БЕЛФАРМАМЕД».

Данный регламент состоит из 4 этапов. Первый этап (ТП.1) – это получение *диметиламинобензальдегида* из диметилформамида (ДМФА) в присутствии оксихлорида фосфора. Этап состоит из следующих шагов:

- ТП.1.1. Образование комплекса хлорокиси фосфора с ДМФА.
- ТП.1.2. Добавление в реакционную смесь диметиланилина.
- ТП.1.3. Нейтрализация реакционной массы и кристаллизация.
- ТП.1.4. Фильтрация диметиламинобензальдегида и сушка на открытом воздухе.

Второй этап (ТП.2) – это получение *диметиламинобензойной кислоты* из диметиламинобензальдегида. Этап состоит из следующих шагов:

- ТП.2.1. Синтез диметиламинобензойной кислоты.
- ТП.2.2. Подкисление, выделение, фильтрация диметиламинобензойной кислоты.
- ТП.2.3. Сушка осадка диметиламинобензойной кислоты.

Третий этап (ТП.3) – это получение *этилового эфира диметиламинобензойной кислоты*. Этап состоит из следующих шагов:

- ТП.3.1. Синтез этилового эфира диметиламинобензойной кислоты.
- ТП.3.2. Нейтрализация реакционной массы.
- ТП.3.3. Промывка этилового эфира диметиламинобензойной кислоты.

И четвертый этап (УМО.4) – это фасовка и упаковка полученного продукта (УМО.4.1).

На первых трех этапах кроме основного реагента используются дополнительные, и на всех этапах имеются отходы, подлежащие утилизации.

В регламенте представлена характеристика производимой продукции, описаны химическая и технологическая схемы производства. Представлены также аппаратурная схема производства и спецификация оборудования. Подробно описаны характеристики сырья, вспомогательных материалов и полупродуктов. Кроме того, отражены вопросы переработки и обезвреживания отходов производства, контроля производства и управления технологическим процессом

В представленном регламенте содержится вся информация, необходимая и достаточная для построения графической модели данного технологического процесса.

ВРМН-модель техпроцесса производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты

В соответствии с правилами ВРМН верхний уровень графической модели в этой нотации представлен на рис. 1.

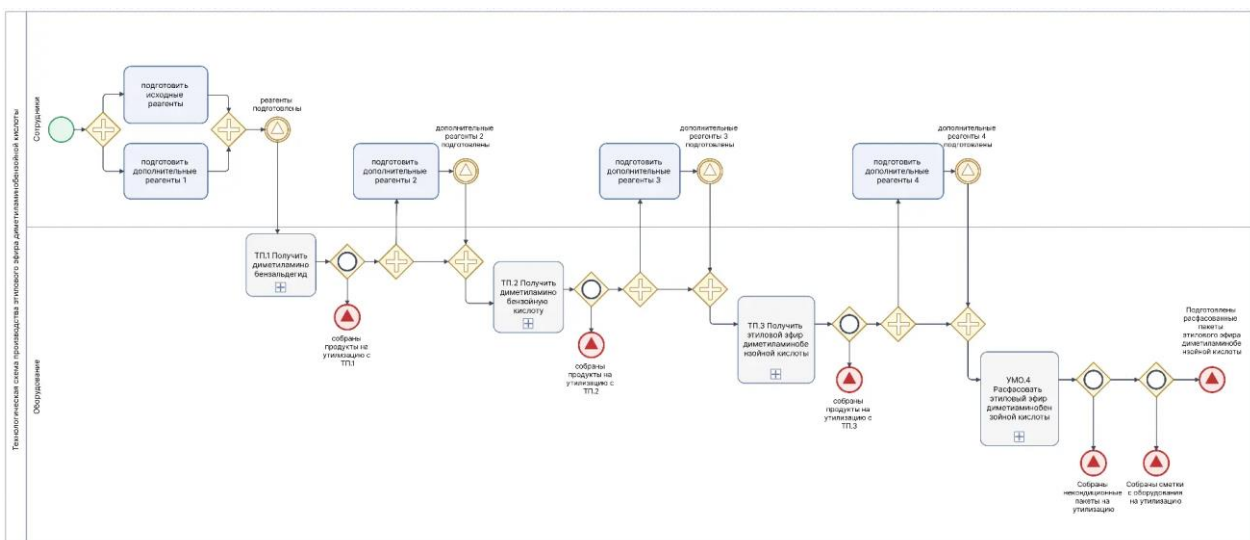


Рис. 1. BPMN-диаграмма производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты
 Fig. 1. BPMN diagram production of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

На рис. 2 представлена первая часть моделируемого технологического процесса (ТП1) – получение диметиламинобензальдегида в нотации BPMN.

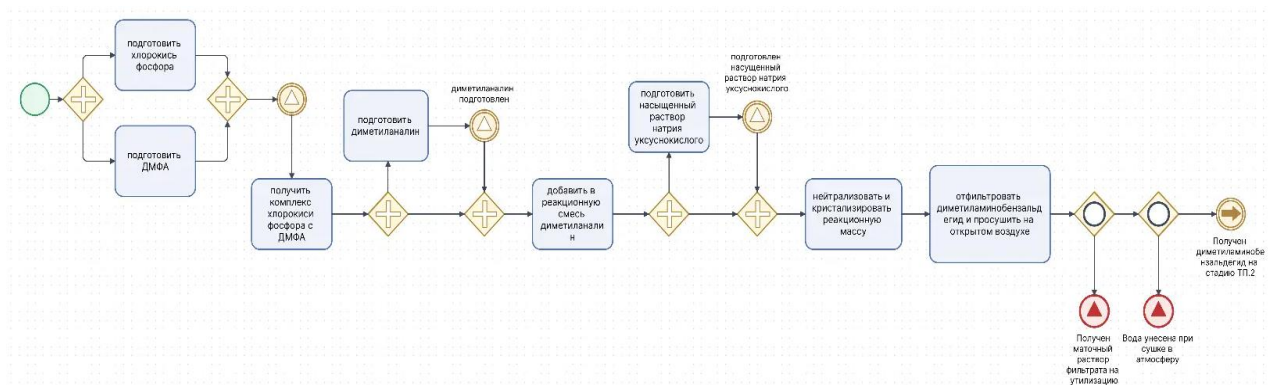


Рис. 2. BPMN-диаграмма получения диметиламинобензальдегида
 Fig. 2. BPMN diagram obtaining dimethylaminobenzaldehyde

УФО-модель техпроцесса производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты

В соответствии с алгоритмом преобразования BPMN в УФО, представленным в работе [Зимовец, Малкуш, 2025], на рис. 3 представлена контекстная диаграмма моделируемого процесса в УФО-нотации.

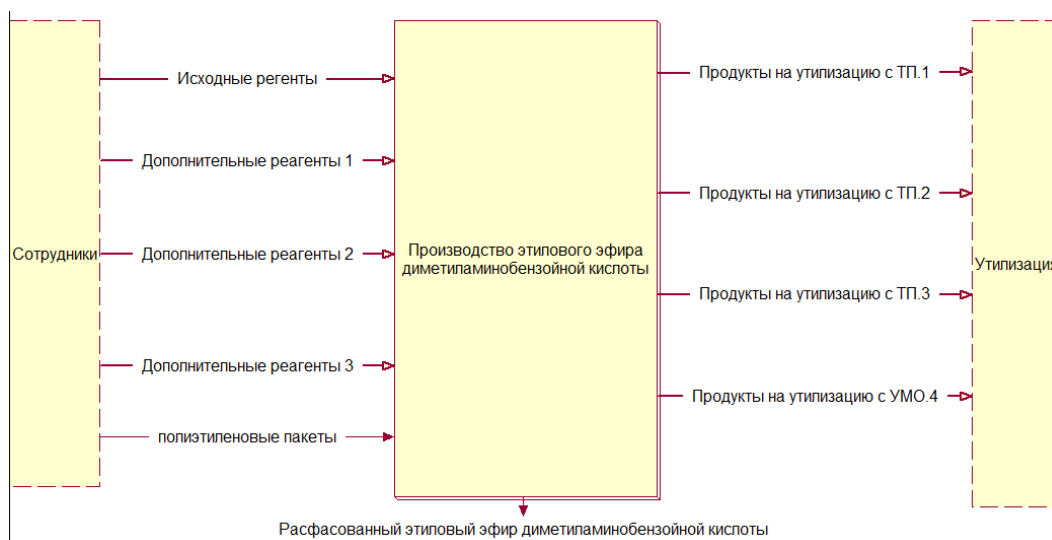


Рис. 3. Контекстная УФО-диаграмма производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты

Fig. 3. Contextual UFO-diagram production of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

На рис. 4 представлена диаграмма декомпозиции контекстной диаграммы на рис. 3.

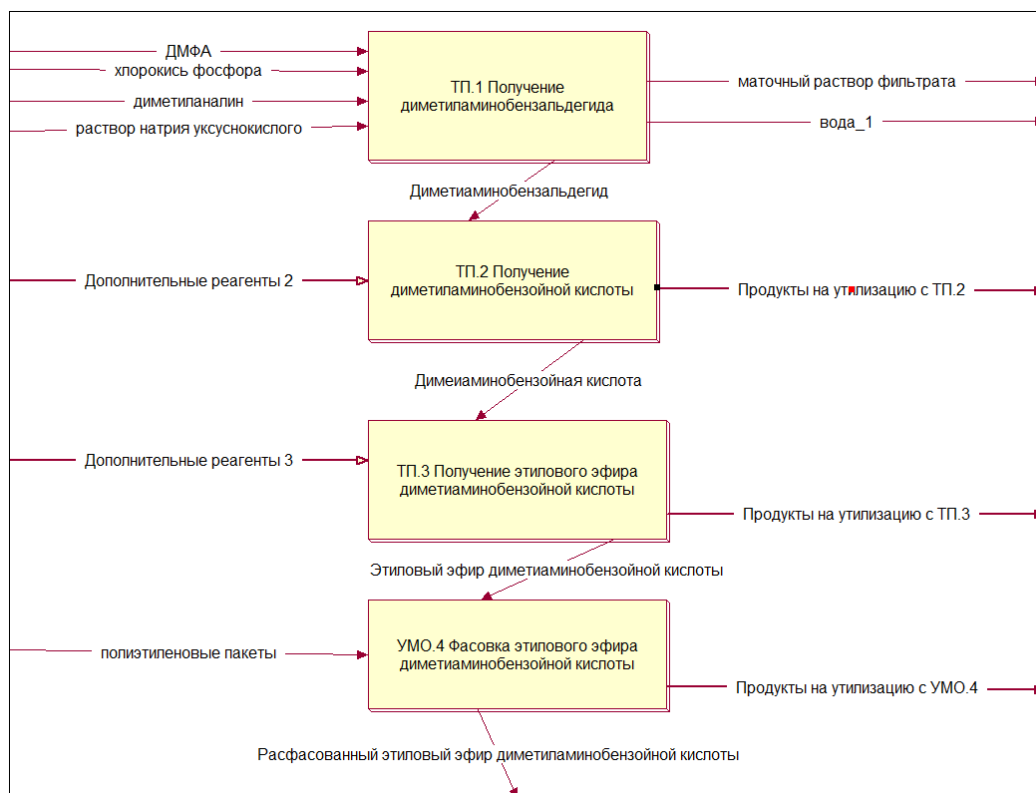


Рис. 4. УФО-диаграмма декомпозиции контекстной диаграммы на рис. 3
 Fig. 4. UFO-diagram of the decomposition of the context diagram in Fig. 3

На рис. 5 представлена первая часть моделируемого технологического процесса (ТП1) – получение диметиламинобензальдегида в УФО-нотации.

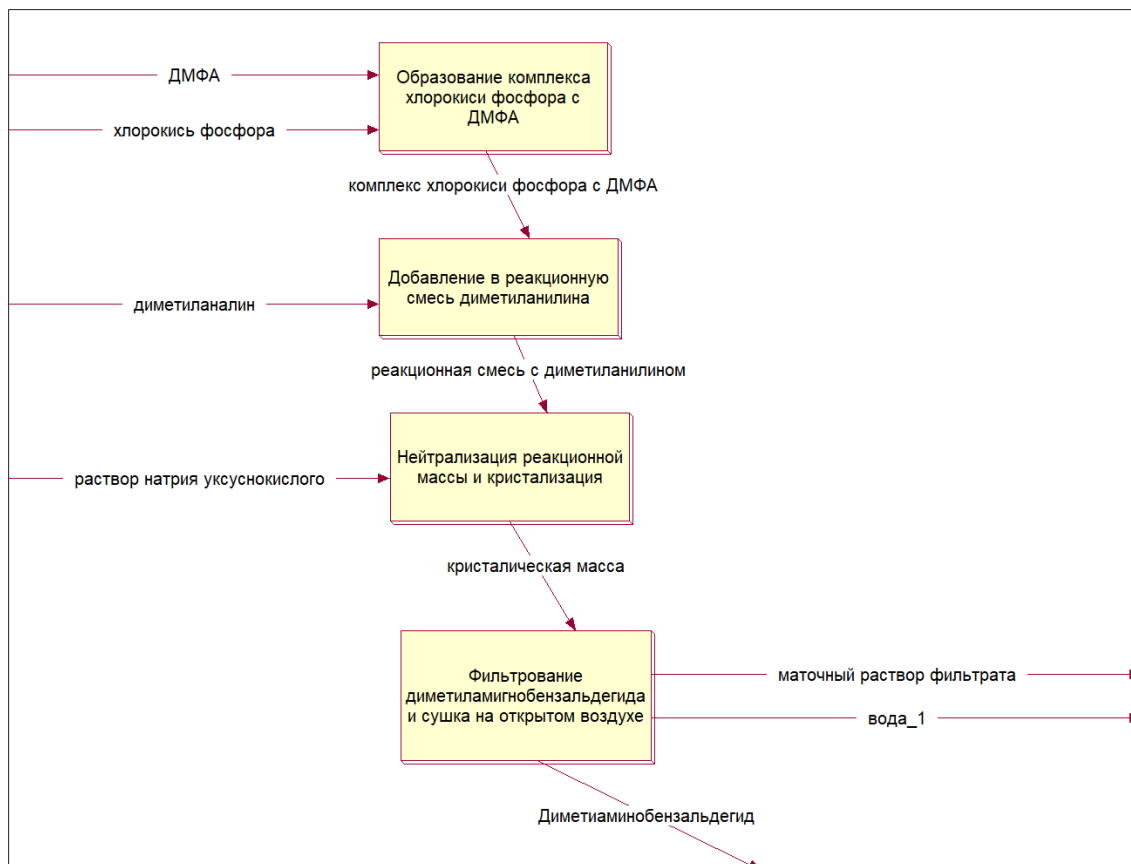


Рис. 5. УФО-диаграмма получения диметиламинобензальдегида
 Fig. 5. UFO-diagram obtaining dimethylaminobenzaldehyde

Дополнительная информация о структуре УФО-модели представлена на рис. 6. На рис. 7 представлена подробная информация о связях, используемых на диаграммах.

Сравнительный анализ BPMN и УФО-нотации

Сравнительный анализ BPMN и УФО-моделей на данном примере показывает:

- В BPMN-модели больше значков, которые надо знать, и помнить правила их использования, чем в УФО-модели. Поэтому УФО-модель более наглядна и читабельна.
- В BPMN-модели можно показать только один вход в процесс и только один выход в отличие от УФО-модели, где количество входов и выходов не ограничено. Таким образом, УФО-модель оказывается более информативной. При этом в реальности бизнес-процессы всегда имеют несколько входов и выходов, например, с учетом документооборота.
- В BPMN-модели корректно показать материальные связи невозможно в отличие от УФО-модели, так как первая ориентирована только на события и сообщения.
- В BPMN-модели нет возможности показать характеристики объектов (оборудования), которые обеспечивают выполнение процессов в отличие от УФО-модели, в которой такая возможность есть.
- В BPMN-модели нет возможности показать характеристики связей в отличие от УФО-модели, где за счет обязательной классификации связей они могут быть классифицированы с учетом различных характеристик. При этом попытка показать в BPMN-модели связи с учетом их декомпозиции (т. е. более подробно) приводит к резкому усложнению модели.

– В BPMN-модели нет возможности провести функционально-стоимостной анализ (ФСА) процессов в отличие от UFO-модели, для которой такая возможность предусмотрена за счет модуля к CASE-инструментария UFO-toolkit.

– В BPMN-модели нет возможности провести имитационное моделирование выполнения процессов, а для UFO-модели такая возможность есть за счет специального CASE-инструментария UFOModeler.



Рис. 6. Структура UFO-модели производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты
 Fig. 6. Structure of the UFO model for the production of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

Полученные результаты можно представить в виде таблицы.

Сравнение BPMN и УФО-нотации
 Comparison of BPMN and UFO notation

	BPMN	УФО-нотация
Наглядность, читабельность	Слабая	Хорошая
Информативность (показываемое количество связей)	Низкая (одна связь на входе, одна на выходе)	Хорошая (количество связей соответствует реальности)
Возможность показать связи разного вида	Нет (только информационные)	Все виды связей в соответствии с классификацией
Возможность показать характеристики объектов	Нет	Есть
Возможность показать характеристики связей	Нет	Есть
Возможность проведения ФСА	Не имеет смысла	Есть
Возможность регламентации БП	Не имеет смысла	Есть
Возможность имитационного моделирования	Нет	Есть



Рис. 7. Связи УФО-модели производства этилового эфира диметиламинобензойной кислоты
 Fig. 7. Connections of the UFO model for the production of dimethylaminobenzoic acid ethyl ester

Заклучение

Таким образом, в результате сравнительного моделирования реального технологического процесса получения органического соединения показано, что модный в настоящее время BPMN уступает УФО-нотации по наглядности и читабельности диаграмм. Кроме того, в BPMN нет возможности, в отличие от УФО-нотации, представить дополнительные подробности о моделируемых процессах и, в частности, о характеристиках объектов, исполняющих эти процессы.

Разветвление связей (декомпозиция) в УФО не затрудняет понимание диаграммы, а в BPMN резко ухудшает их читабельность из-за необходимости вводить множество дополнительных значков вследствие требования иметь у процессов только один вход и один выход. Декомпозиция процессов в УФО осуществляется с автоматическим соблюдением синтаксической и семантической преемственности младшей диаграммы по отношению к старшей. Декомпозиция подпроцесса BPMN на задачи, если она осуществляется на одной диаграмме, значительно усложняет ее и снижает ее наглядность; если она осуществляется на отдельной диаграмме, то требуются дополнительные усилия по согласованию этой дополнительной диаграммы с основной.

Следовательно, преимущества УФО-нотации по сравнению с BPMN, обоснованные теоретически в работе [Зимовец, Малкуш, 2025], доказаны на практике.

Список источников

- 12 критичных ошибок при внедрении BPM-систем – и как их избежать. 2026. URL: <https://crm-bpm.korusconsulting.ru/blog/12-kritichnykh-oshibok-pri-vnedrenii-bpm-sistem-i-kak-ikh-izbezhat/> (дата обращения 24.05.2026).
- Сила и слабость программ внедрения BPM в промышленности. 2026. URL: <https://bpms.ru/post/20211217-manufacturing-bpm/> (дата обращения 24.05.2026).
- Моделирование бизнес-процессов с помощью BPMN 2.0. 2026. URL: <https://www.comindware.ru/bpmn/> (дата обращения 24.05.2026).

Список литературы

- Якубов М.С., Худойбердиев Р.Ф., Юлдашов Р.Х. 2025. Системы управления бизнес-процессами предприятия на основе программных средств. *Universum: технические науки: электрон. Научн. журнал*, 12(141). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21616>
- Зимовец О.А., Малкуш Е.В., Маторин С.И., Жихарев А.Г. 2025. Преобразование диаграммы BPMN в УФО-диаграмму. *Экономика. Информатика*, 52(3): 642–653.
- Жихарев А.Г., Зимовец О.А., Тубольцев М.Ф., Кондратенко А.А. 2021. Теория систем и системный анализ. Маторин С.И. (ред.). М.: Кнорус. 456 с.

References

- Yakubov M.S., Khudoiberdiev R.F., Yuldashov R.Kh. 2025. Enterprise business process management systems based on software. *Universum: technical sciences: electronic. Scientific journal*, 12(141) (in Russian). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21616>
- Zimovets O.A., Malkush E.V., Matorin S.I. 2025. Transformation of BPMN diagram into UFO diagram. *Economy. Information technologies*, 52(3): 642–653 (in Russian).
- Zhikharev A.G., Zimovets O.A., Tuboltsev M.F., Kondratenko A.A. 2021. Systems Theory and Systems Analysis. Edited by S.I. Matorin. Moscow: KNORUS, 456 p (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 05.03.2026

Received March 05, 2026

Поступила после рецензирования 26.05.2026

Revised May 26, 2026

Принята к публикации 29.05.2026

Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Малкуш Елена Викторовна, аспирант кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

Маторин Сергей Игоревич, доктор технических наук, профессор кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

Жихарев Александр Геннадиевич, доктор технических наук, доцент, директор института инженерных и цифровых технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

Афонин Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena V. Malkush, Postgraduate Student of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

Sergey I. Matorin, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

Aleksandr G. Zhikharev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Engineering and Digital Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

Andrey N. Afonin, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia.

УДК 378.1
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-446-457
EDN XPCMXE

Моделирование процесса расчета и распределения планируемых ставок ППС вуза

Бочкаева Т.М., Грачев В.В.

Кузбасский гуманитарно-педагогический институт Кемеровского государственного университета,
Россия, 654041, Кемеровская область, г. Новокузнецк, ул. Циолковского, д. 23
bochkaeva-tm@yandex.ru, gracheffVV@yandex.ru

Аннотация. В условиях бюджетных ограничений, накладываемых на финансирование учебных заведений, а также оптимизации расходов, в том числе, на заработную плату преподавателей, число ставок, выделяемых на реализацию учебного процесса, является ограниченным и, зачастую, даже урезанным, по сравнению с прошлыми периодами времени. В статье предлагается один из способов распределения ограниченного числа учебных ставок профессорско-преподавательского состава вуза между кафедрами по критерию «контактная работа» или трудоемкости реализации видов учебной нагрузки по образовательным программам. При этом учитывается прогнозное значение контингента обучающихся на планируемый учебный год, рассчитывается доля участия каждой кафедры в реализации учебных видов работ. Описана экономико-математическая модель, содержащая основные соотношения для расчетов, построены алгоритм в виде блок-схемы, отражающей последовательность вычислений, и функциональная модель для наглядного представления структуры рассматриваемого процесса. Такое формальное представление, включающее основные компоненты для разработки программного продукта, позволит автоматизировать процесс распределения ставок по кафедрам.

Ключевые слова: ставочный фонд, приведенный контингент, контактная работа, доля трудоемкости дисциплины, моделирование процесса расчета ставок, алгоритм, диаграмма IDEF0

Для цитирования: Бочкаева Т.М., Грачев В.В. 2026. Моделирование процесса расчета и распределения планируемых ставок ППС вуза. *Экономика. Информатика*, 53(2): 446–457. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-446-457. EDN XPCMXE

Modeling the Process of Calculating and Distributing Planned Teaching Staff Positions at a University

Tatyana M. Bochkaeva, Vyacheslav V. Grachev

The Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education “Kemerovo State University”,
23 Tsiolkovsky St., Novokuznetsk 654041, Kemerovo region, Russia

Abstract. In the context of budgetary constraints imposed on the financing of educational institutions, as well as the optimization of expenses, including those on teachers' salaries, the number of positions allocated for the implementation of the educational process is limited and often even reduced, compared to previous periods. The article proposes a method for distributing a limited number of academic positions of the university's teaching staff between departments based on the criterion of "contact work" or the labor intensity of implementing types of academic workload in educational programs. The projected student enrollment for the planned academic year is taken into account, based on the retention rate of the incoming student body and the projected student enrollment for the upcoming academic year. Based on the "contact work" across the curriculum disciplines and the projected student enrollment, we have calculated the share of each department's participation in the implementation of academic activities. To formalize the process under consideration, we

© Бочкаева Т.М., Грачев В.В., 2026

describe an economic-mathematical model, containing the basic calculation relationships. An algorithm has been constructed in the form of a flowchart reflecting the calculation sequence, and a functional model has been developed to visually represent the structure of the process under consideration. This formal representation, including the main components for software development, will allow for the automation of the process of distributing teaching positions among departments.

Keywords: number of teaching positions, student body, contact work, share of labor intensity of an academic discipline, modeling of the process of calculating, teaching positions, algorithm, IDEF0 diagram

For citation: Bochkaeva T.M., Grachev V.V. 2026. Modeling the Process of Calculating and Distributing Planned Teaching Staff Positions at a University. *Economics. Information technologies*, 53(2): 446–457 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-446-457. EDN XPCMXE

Введение

Как известно, рабочее время преподавателя вуза складывается из учебной нагрузки и так называемой «второй половины дня», регламентируемой локальными нормативными актами вуза. Проблемы «второй половины дня» были рассмотрены в [Шахова, 2017], а экономико-математическая модель, позволяющая рассчитать и распределить часы по видам внеаудиторной работы, изложена в [Бочкаева, Грачев, 2024]

Задача распределения учебной нагрузки между преподавателя является весьма сложной и ответственной. В работе [Султанова, Тархов, 2006] предложены функциональная, математическая модели и алгоритм, позволяющие распределить учебную нагрузку между преподавателями в рамках кафедры. В [Шикульский, 2022] также представлена математическая модель и алгоритм распределения учебной нагрузки между профессорско-преподавательским составом кафедры, где справедливо отмечено, что нагрузка каждого преподавателя зависит от норм времени на выполнение различных видов учебной работы, от индивидуальных характеристик преподавателя и от учебной нагрузки кафедры.

Вопросы оптимизации кадрового состава вуза, рассмотренные в [Верескун и др., 2021], затрагивают проблему «выживаемости» учебного заведения в условиях обострившейся конкуренции, в том числе, за счет «сокращения расходов вуза на оплату труда сотрудников и повышения эффективности их деятельности путем грамотного распределения человеческих ресурсов». Из этого следует, что необходимо оптимально распределить и закрепить за преподавателями вуза объемы учебной нагрузки в соответствии с нормами времени на выполнение того или иного вида учебной работы.

В работе [Корольков и др., 2013] рассматривается оптимизационная модель распределения количества ставок кафедры по преподавателям согласно их рейтингам с обязательным требованием выполнения учебной нагрузки и прочих показателей, в том числе аккредитационных. Т. е., иными словами, решается задача нахождения оптимального варианта структуры профессорско-преподавательского состава (ППС) кафедры.

Однако, прежде чем решать задачу оптимального распределения учебной нагрузки «внутри» кафедры, т. е. распределять ее между преподавателями, необходимо сначала рассчитать прогнозное значение ставочного фонда по вузу в целом, на предстоящий учебный год, потом распределить его по кафедрам, основываясь как на формальных критериях, так и на прочих «неформальных соображениях».

В работе [Бочкаева, Грачев, 2025] уже были рассмотрены способы распределения числа ставок штатных преподавателей вуза между кафедрами, в основе которых лежат такие критерии распределения, как:

- 1) планируемый контингент обучающихся на следующий учебный год по тем образовательным программам (ОП), которые «закреплены» за выпускающей кафедрой;
- 2) численность штатных преподавателей кафедры;
- 3) оценка показателей эффективности деятельности кафедры (ее рейтинг);
- 4) объем «межфакультетской» нагрузки, реализуемой кафедрой.

Достоинство первого способа состоит в простоте расчетов, поскольку берется «валовый» показатель прогнозируемого контингента, для которого данная кафедра является выпускающей. Недостаток такого подхода заключается в игнорировании того факта, что все кафедры вуза делятся на «выпускающие» и на «обеспечивающие» реализацию дисциплин учебных планов ОП. Зачастую, обеспечивающие кафедры не имеют «собственного» контингента, а значит, для них такой способ расчета неприемлем, поскольку лишает их доли ставочного фонда вуза.

Второй способ подразумевает деление ставок по удельной доле численности штатных преподавателей и, безусловно, является, с одной стороны, логичным и «гуманным» способом. Но с другой стороны, в условиях рыночной экономики такая практика может оказаться неэффективной с точки зрения недозагруженности преподавателей (если количество ставок ограничено, а численность состава кафедры велика), и отсутствия мотивации преподавателей к повышению своей «ценности» (т. е. к непрерывному повышению квалификации, саморазвитию и самообразованию).

Третий способ предполагает учет различных факторов, влияющих на деятельность кафедр, и расчет показателей, которые в конечном итоге определяют их рейтинги. Рейтинг кафедры может складываться из оценок по учебно-методической, научно-исследовательской, интеллектуальной деятельности, научно-исследовательской работе со студентами, а также из результатов оценок структуры ППС кафедры (расчета долей остепененности, наличия ученых званий, почетных званий и прочих наград).

Второй и третий способы распределения ставочного фонда вуза между кафедрами являются, в большей степени, воплощением так называемых «нарративных моделей», нежели экономико-математических, поскольку с помощью таких способов объем учебной нагрузки распределяется по кафедрам на основе качественных характеристик деятельности преподавателей, в данном случае – по условиям трудоустройства (по количеству штатных сотрудников кафедры, относящихся к ППС) и по рейтингу кафедры. Хотя, справедливости ради, нужно заметить, что процесс определения рейтинга кафедры сам по себе является расчетной задачей, подразумевающей использование методики перевода количественных значений признаков в их качественные аналоги [Бухмин, 2011], либо вычисление рейтинга кафедры с помощью уравнений регрессии и нахождения коэффициентов парной корреляции между экспертными оценками и рассчитанными рейтингами кафедр [Загоруйко, 2006].

Что же касается деления ставок пропорционально объему межфакультетской нагрузки, то этот критерий, безусловно, учитывать необходимо, но использовать только его для обоснованного распределения ставок (без учета прочих факторов, влияющих на работу кафедры) нецелесообразно.

Вышеперечисленные способы распределения ставок можно использовать самостоятельно, но предпочтительно совместно, применяя при этом методы решения многокритериальных задач оптимизации. Т. е., иными словами, следует рассматривать задачу выбора оптимального решения на основе различных критериев с формализацией предпочтений ЛПР, определением важности критериев и использованием метода свертки критериев, позволяющего свести несколько критериев в один [Чечнев, 2024].

Объект и методы исследования

Объектом исследования является экономико-математическое моделирование с расчетами показателей учебной деятельности вуза; в данном случае ограничимся одним показателем – учебными ставками штатных преподавателей.

В качестве предмета исследования выступает процесс распределения ставок по структурным подразделениям.

Методом исследования является экономико-математическое моделирование в ходе процесса расчета и распределения ставочного фонда вуза по кафедрам.

Дополним процесс распределения ограниченного числа ставок еще одним критерием, в соответствии с которым за кафедрой закрепляется не весь контингент обучающихся по ОП, а

только часть контингента конкретной ОП, в реализации которой принимает участие эта кафедра. Этот способ является более универсальным и «справедливым» с точки зрения загруженности преподавателя учебной нагрузкой, чем описанные ранее.

Для построения модели введем обозначения. Пусть $i = 1 \dots I$ – число групп; $j = 1 \dots J$ – число кафедр; $m = 1 \dots M$ – число дисциплин, реализуемых в планируемом учебном году. Тогда Gr_i – группа обучающихся конкретной образовательной программы и года набора; K_i – контингент обучающихся в группе Gr_i ; $D_i = \{d_{i,1}, \dots, d_{i,m}\}$ – дисциплины учебных планов ОП, которые планируются к изучению в следующем учебном году.

Следует заметить, что при планировании ставок рассматривается прогнозное значение контингента на следующий учебный год с учетом фактических значений переходящего контингента, вероятностных (прогнозируемых) значений приема обучающихся в планируемом учебном году в соответствии с контрольными цифрами, а также прочими экономическими, социальными и демографическими факторами.

Для расчета ставок и оплачиваемых учебных часов применяется такой показатель из учебного плана, как «контактная работа». Поэтому в дальнейших расчетах используется показатель трудоемкости учебной работы $Tr_{i,m}$, включающий в себя только контактную работу учебного плана (лекционные, практические, лабораторные занятия и пр.) [Ломоносов, 2013].

В общем виде функцию трудоемкости учебной работы со студентами, обучающимися по некоторому направлению, за учебный год можно представить как сумму аудиторных часов, отведенных на чтение лекций, практические занятия, лабораторные работы, аудиторные консультации по курсовому проектированию, с учетом числа лекционных потоков, в которые объединяются студенты, числа подгрупп, на которые распределяются академические группы при изучении дисциплин [Ломоносов, Ломоносова, 2013].

После определения основных параметров группировки расчетных показателей – кафедр, групп, дисциплин, рассчитывается доля трудоемкости дисциплины – $\varphi_{i,m}$, которая реализуется в i -ой группе в планируемом учебном году

$$\varphi_{i,m} = \frac{Tr_{i,m}}{\sum_{m=1}^M Tr_{i,m}}, \quad (1)$$

где $\sum_{m=1}^M Tr_{i,m}$ – суммарная контактная работа по всем дисциплинам учебного плана в планируемом учебном году в i -той группе.

Естественно, что должно выполняться условие $\sum_{m=1}^M \varphi_{i,m} = 1$.

Затем рассчитывается, какая часть контингента группы приходится на реализацию рассматриваемой дисциплины

$$K_{i,m} = K_i \times \varphi_{i,m}. \quad (2)$$

Очевидно, что сумма всех долей, распределенных по реализуемым дисциплинам, должна быть равна численности обучающихся в группе Gr_i , т. е.

$$\sum_{m=1}^M K_{i,m} = K_i.$$

Суммируя по всем кафедрам $j = 1 \dots J$ рассчитанные доли контингента, получим общий контингент по всем ОП, которые закреплены за этой кафедрой

$$K_j = \sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M K_{i,m}. \quad (3)$$

В табл. 1 приведен пример расчета для одной группы очной формы обучения.

Этот фрагмент естественным образом дополняется группами не только очной, но и других форм обучения, реализуемых вузом. Причем для более компактного представления результатов и промежуточных расчетов целесообразно рассчитывать доли контингента не по группам, а объединив их в ОП, но при этом, сохранив дифференциацию по формам обучения.

Для дальнейшего перевода полученных численных значений долей контингента по ОП в ставки необходимо рассчитать приведенный к очной форме контингент

$$Kpr_j = K_j^1 + 0,1 \times K_j^2 + 0,25 \times K_j^3, \quad (4)$$

где K_j^1, K_j^2, K_j^3 – суммарные доли контингента j -той кафедры по очной, заочной и очно-заочной формам обучения соответственно.

Таблица 1
 Table 1

Фрагмент расчета долей контингента на примере одной группы обучающихся
 Fragment of the calculation of the student body shares using the example of one group of students

Форма обучения	Группы	Контингент	Дисциплины	Контактная работа по дисциплине	Доля контактной работы	Доля контингента, приходящаяся на дисциплину
Очная	Gr_i	K_i	$d_{i,1}$	$Tr_{i,1}$	$\varphi_{i,1} = \frac{Tr_{i,1}}{\sum_{m=1}^M Tr_{i,m}}$	$K_{i,1} = K_i \times \varphi_{i,1}$
		
			$d_{i,m}$	$Tr_{i,m}$	$\varphi_{i,m} = \frac{Tr_{i,m}}{\sum_{m=1}^M Tr_{i,m}}$	$K_{i,m} = K_i \times \varphi_{i,m}$
ИТОГО				$\sum_{m=1}^M Tr_{i,m}$	$\sum_{m=1}^M \varphi_{i,m} = 1$	$\sum_{m=1}^M K_{i,m} = K_i$

Тогда число ставок, приходящихся на j -тую кафедру St_j , рассчитывается как

$$St_j = \frac{Kpr_j}{Nh}, \quad (5)$$

где Nh – норматив численности студентов на одного преподавателя вуза, который отражает универсальное среднее соотношение численности преподавателей и студентов.

Из этого соотношения явно видим, что существует прямая зависимость объема годовой учебной нагрузки ППС от норматива численности студентов на одного преподавателя [Кабанов, 2013]

Именно этот норматив учитывается при расчете учебной нагрузки, соответствующей уровню должностного оклада преподавателя, соответствующего квалификационному уровню [Михалкина и др. 2013]. При этом затраты труда ППС на обучение одного студента находятся в обратной пропорциональной зависимости: с ростом численности студентов в группе снижаются трудозатраты ППС на обучение каждого из них [Голева, 2014]

В работе [Исаева, 2016] перечислены факторы, влияющие на число студентов, приходящихся на одного преподавателя, но при этом подчеркнуто, что численное значение соотношения «преподаватель/студенты» не является единым для всех вузов страны.

Очевидно, что суммарное число ставок по кафедрам должно строго равняться ставочному фонду вуза (St) (либо быть меньше его), который был определен заранее, исходя из финансовых возможностей учебного заведения и других параметров [Бочкаева, Грачев, 2023].

$$\sum_{j=1}^J St_j \leq St \quad (6)$$

В случае невыполнения условия (6), т. е. когда сумма рассчитанных и распределенных значений ставок по приведенным алгоритму и методике превышает заданное значение, вводятся коэффициенты, «поправляющие» значения ставок по кафедрам с учетом их «веса» в общем ставочном фонде.

В табл. 2 показано окончательное распределение ставок по кафедрам Kf_j : пропорционально приведенному планируемому контингенту, рассчитанному с учетом трудоемкости видов учебных работ и доли участия каждой кафедры в их реализации (будь то обеспечивающей, либо выпускающей кафедры для рассматриваемой образовательной программы).

Итоговая строка таблицы необходима для проверки условия (6).

Таблица 2
Table 2

Распределение ставок по кафедрам согласно трудоемкости реализуемых ими дисциплин образовательных программ
Distribution of salaries by departments according to the complexity of the disciplines of the educational programs they implement

Кафедра	Суммарные доли контингента по всем дисциплинам i -той ОП, реализуемые j -той кафедрой	Приведенный контингент кафедры	Ставки кафедры
Kf_1	$K_1 = \sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M K_{1,m}$	Kpr_1	$St_1 = \frac{Kpr_1}{Nh}$
...
Kf_j	$K_j = \sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M K_{i,m}$	Kpr_j	$St_j = \frac{Kpr_j}{Nh}$
ИТОГО			$\sum_{j=1}^J St_j \leq St.$

Уже после того, как по каждой кафедре определен свой ставочный фонд, происходит его распределение внутри кафедры между ППС.

Результаты и их обсуждение

Последовательность расчетов лучше всего визуально представить в виде блок-схемы (рис. 1). Кроме того, отображение в наглядной форме логики расчетов в виде блок-схемы может быть полезно при разработке ПО для автоматизации рассматриваемого процесса.

Для упрощения и повышения читаемости алгоритма при описании элементов, связей и соотношений, по которым производятся вычисления, используем альтернативные обозначения – вместо индексов используем параметры в скобках. Кроме того, некоторые соотношения заменим ссылками на соответствующие формулы в тексте.

Несмотря на относительно простой в вычислительном отношении способ распределения ставок, следует помнить, что число групп обучающихся в учебном заведении может отличаться «широким спектром», а, соответственно, количество осваиваемых ими дисциплин и практик в учебном году может быть в десятки раз больше количества групп. Поэтому рассчитывать ставки по кафедрам «вручную» весьма затруднительно из-за значительного объема вычислений. Большую трудоемкость расчетов подтверждает табл. 1, где показан их фрагмент только для одной группы.

Соответственно, необходимо программное приложение, реализуемое на каком-либо языке программирования, позволяющее собирать и обрабатывать информацию о контактной работе по дисциплинам из учебных планов ОП (выполненных, к примеру, в формате MS Excel), производить расчеты в соответствии с представленными выше формулами, группировать рассчитанные значения по кафедрам и выдавать рекомендации к распределению ставок.

Ниже приведены основные возможные этапы распределения ставок с использованием рекомендуемого к разработке программного средства.

1. Выгружаем из учебного плана каждой ОП по каждой форме обучения на планируемый учебный год перечень дисциплин с контактной работой по ним, т. е. трудоемкостями их реализации.

2. В соответствии с приказом о закреплении дисциплин, реализуемые дисциплины должны быть уже закреплены за кафедрами в учебном плане. При этом код кафедры, как правило, указывается напротив дисциплины учебного плана (рис. 2).

3. Находим суммарную трудоемкость реализуемых кафедрой дисциплин по всем закрепленным образовательным программам, соответствующим конкретным формам обучения.

4. Рассчитываем приведенный планируемый контингент, складывающийся из долей контингента по формам обучения по всем дисциплинам кафедры (формула 4).

5. Определяем объем ставок по формуле 5.

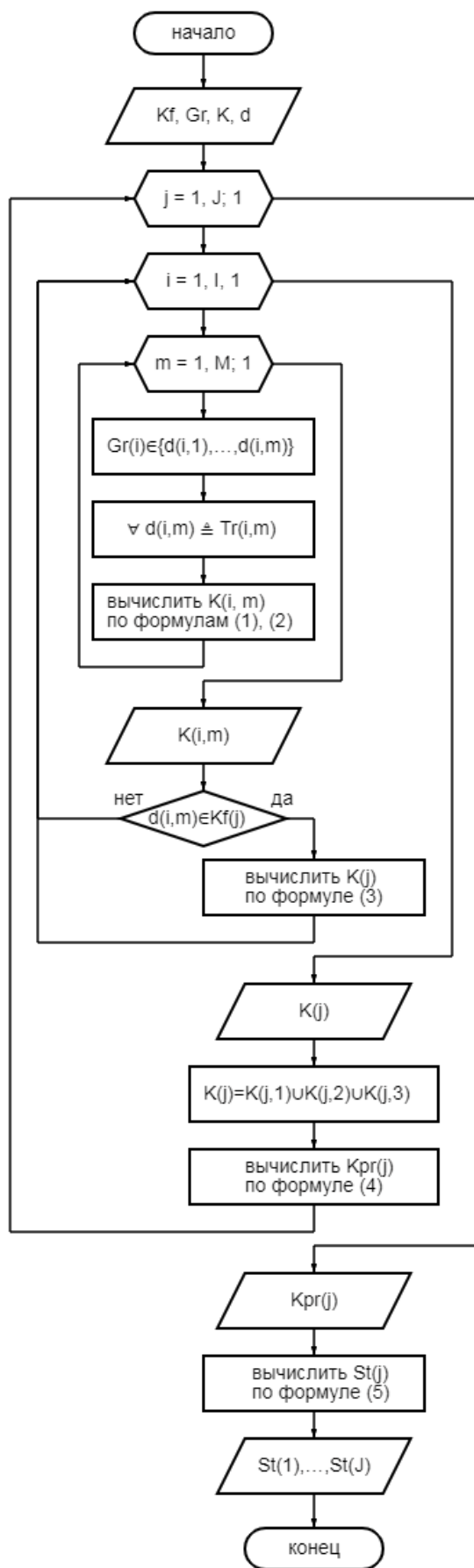


Рис. 1. Блок-схема алгоритма распределения ставок
 Fig. 1. Flowchart of the teaching positions distribution algorithm

№	Индекс	Наименование	Блок/часть	Итого за курс							Каф.	
				Академических часов				з.е.				
Контроль				Всего	Контакт.	Л						
ИТОГО (с факультативами)				2340	54	18				62	40 1/6	
ИТОГО по ОП (без факультативов)				2268						60		
УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (акад. час./нед)				58.8								
ОП, факультативы (в период ТО)				54								
ОП, факультативы (в период экз. сес.)				54								
Ауд. нагр. (ОП - элект. курсы по физ.к.)				29.3								
Конт. раб. (ОП - элект. курсы по физ.к.)				29.4								
Ауд. нагр. (элект. курсы по физ.к.)				1.4								
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛИ) И РАССРЕД. ПРАКТИКИ				2340	1178	206	396	572	946	216	62	ТО: 36 1/6 3: 4
1	К.М.01		К.М.	3а	72	54	18	36	18	2		
2	К.М.01.06		Б1.О	3а	72	54	18	36	18	2	47	
3	К.М.02		К.М.	3а(2)	144	80	4	76	64	4		
4	К.М.02.01		Б1.О	3а	72	48		48	24	2	45	
5	К.М.02.03		Б1.О	3а	72	32	4	28	40	2	53	
6	К.М.03		К.М.	3а(3)	180	68	10	58	112	2		
7	К.М.03.01		Б1.О	3а	72	20	10	10	52	2	59	
8	К.М.03.ДВ.01.01		Б1.В	3а(2)	108	48		48	60		59	
9	К.М.03.ДВ.01.02		Б1.В	3а(2)	108	48		48	60		59	

Рис. 2. Фрагмент семестрового учебного плана ОП
 Fig. 2. Fragment of the semester curriculum of the educational program

Для моделирования процесса расчета ставок и создания проекта программного обеспечения (ПО), автоматизирующего данный процесс, построим диаграмму в нотации IDEF0 [Методология функционального моделирования IDEF0, 2000]. Контекстный процесс «Распределить ставки по кафедрам» декомпозируется на 4 процесса с целью его более детального описания (рис. 3).

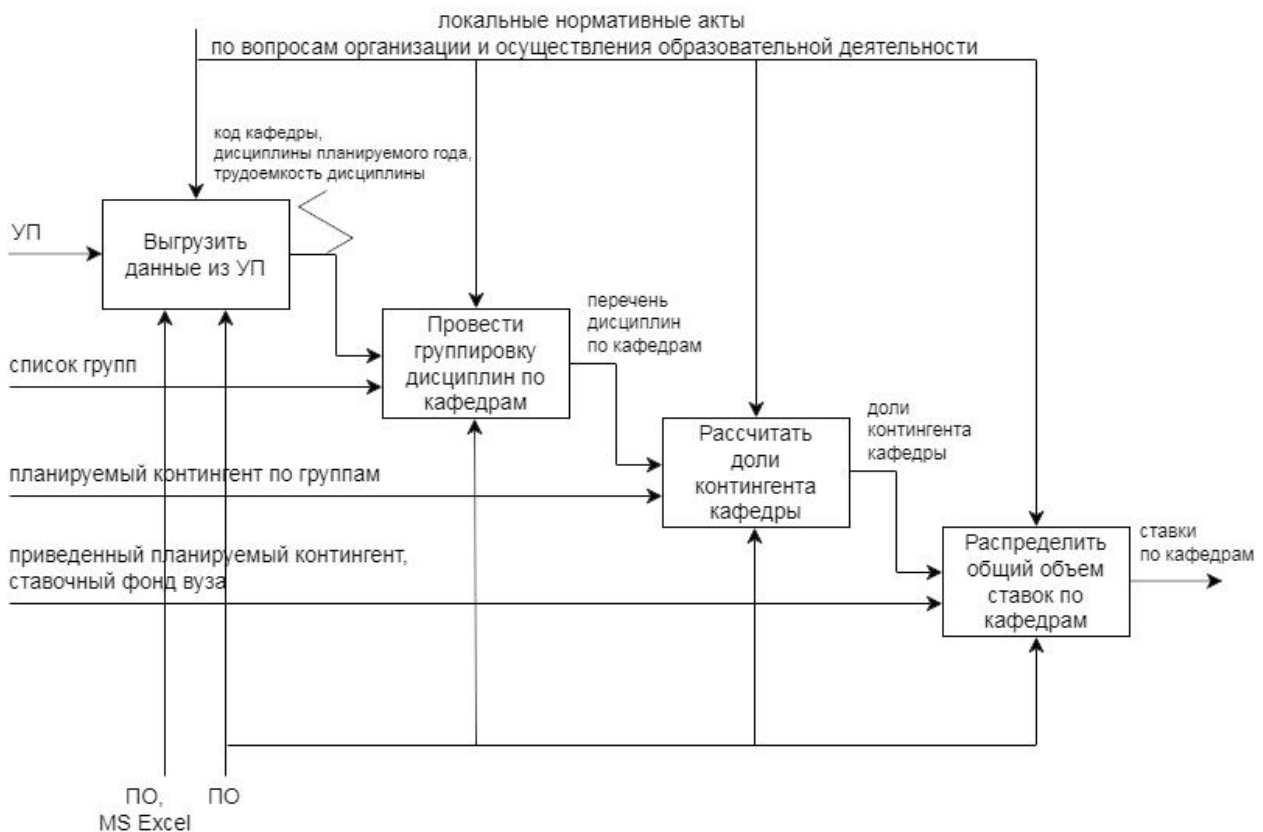


Рис. 3. Диаграмма процесса расчета ставок
 Fig. 3. Teaching positions calculation process diagram

В качестве входной информации выступают:

- учебные планы по каждой группе (УП), выгружаемые из базы планов;
- список групп обучающихся;
- заранее рассчитанные значения планируемого контингента (с учетом планируемого выпуска и прогнозируемого значения приема на каждую образовательную программу);
- планируемый приведенный контингент в целом по вузу и ставочный фонд.

Эти показатели рассчитываются отдельно и не являются, на данном этапе исследования, предметом автоматизации процесса расчета ставок.

Выходными данными являются распределенные по кафедрам ставки.

К локальным нормативным актам по вопросам организации и осуществления образовательной деятельности, регулиующим процесс распределения ставок, к примеру, можно отнести: Положение о порядке замещения должностей профессорско-преподавательского состава, Положение о расчете учебной нагрузки, выполняемой преподавателями, Приказ о распределении контрольных цифр приема, Приказ о нормах времени при расчете учебной нагрузки, Приказ о распределении штатных единиц преподавателей, Приказ о среднем объеме учебной нагрузки и пр.

Средствами, обеспечивающими выполнение процесса, могут являться: обычный табличный процессор MS Excel, специализированный Интегратор ПО, содержащий несколько программных модулей, к примеру, базу учебных планов, программные модули для расчета учебной нагрузки преподавателей, составления расписания, для учета и управления контингентом студентов и пр. Также средством автоматизации данного процесса является то программное приложение, которое планируется разработать и внедрить.

На рис. 4 показаны основные таблицы, содержащие промежуточные и итоговые (расчетные) данные, формируемые в программе.

Формирование массивов исходных данных

Группа	Планируемый контингент группы	Дисциплина УП	Трудоемкость дисциплины	Доля контингента кафедры по доле трудоемкости	Кафедра
Gr(1)	K(1)	d(1,1)	Tr(1,1)	K(1,1)	Kf(j)
		d(1,2)	Tr(1,2)	K(1,2)	Kf(2)
		d(1,3)	Tr(1,3)	K(1,3)	Kf(4)
		d(1,4)	Tr(1,4)	K(1,4)	Kf(1)
сумма			Σ	Σ	
Gr(2)	K(2)	d(2,1)	Tr(2,1)	K(2,1)	Kf(1)
		d(2,2)	Tr(2,2)	K(2,2)	Kf(2)
		d(2,3)	Tr(2,3)	K(2,3)	Kf(1)
сумма			Σ	Σ	
Gr(3)	K(3)	d(3,1)	Tr(3,1)	K(3,1)	Kf(j)
		d(3,2)	Tr(3,2)	K(3,2)	Kf(3)
		d(3,3)	Tr(3,3)	K(3,3)	Kf(3)
		d(3,4)	Tr(3,4)	K(3,4)	Kf(1)
		d(3,5)	Tr(3,5)	K(3,5)	Kf(3)
сумма			Σ	Σ	
Gr(i)	K(i)	d(i,1)	Tr(i,1)	K(i,1)	Kf(4)
		d(i,2)	Tr(i,2)	K(i,2)	Kf(1)
		d(i,3)	Tr(i,3)	K(i,3)	Kf(3)
сумма			Σ	Σ	

Распределение по кафедрам долей контингента

Кафедра	Доли контингента по дисциплинам и группам			
Kf(1)	K(1,4)	K(2,1)	K(2,3)	K(3,4)
Kf(2)	K(1,2)	K(2,2)		
Kf(3)	K(3,2)	K(3,3)	K(3,5)	K(i,3)
Kf(4)	K(1,3)	K(i,1)		
Kf(j)	K(1,1)	K(3,1)		

Распределение ставок по кафедрам

Кафедра	Группировка контингента по формам обучения				Приведенный контингент	Ставки кафедр
	K(1)	K(2)	K(3)	K(4)		
Kf(1)	K(2,1)	K(i,2)	K(2,3)	K(1,4)	Kpr(1)	St(1)
Kf(2)	K(1,2)	K(2,2)			Kpr(2)	St(2)
Kf(3)	K(i,3)		K(3,2)	K(3,3)	Kpr(3)	St(3)
Kf(4)			K(1,3)	K(i,1)	Kpr(4)	St(4)
Kf(j)	K(1,1)		K(3,1)		Kpr(j)	St(j)

Рис. 4. Таблицы, содержащие входные, промежуточные и выходные данные

Fig. 4. Tables containing input, intermediate and output data

Вывод и представление данных в виде таблиц способствует их лучшей структуризации, наглядному отображению, восприятию их пользователями и взаимодействию с программой.

Заключение

Важность внедрения в сферу образования цифровых технологий, дистанционных форм обучения, различных платформ электронного взаимодействия с субъектами образовательных отношений и пр. не вызывает ни малейших сомнений в контексте задачи повышения эффективности и доступности образования в России [Никулина, Стариченко, 2018]. Но при этом не нужно забывать про внедрение информационных технологий не только непосредственно в «педагогические процессы» образовательной деятельности, но и в процессы администрирования в вузе. Иначе говоря, следует помнить о цифровой трансформации образования в целом, т. е. о совершенствовании образовательных и внутренних процессов, обеспечивающих работу преподавателей.

В связи с этим был рассмотрен один из вариантов распределения учебного ставочного фонда вуза по кафедрам – с помощью предложенной экономико-математической модели, содержащей соотношения для вычислений, блок-схему алгоритма, наглядно показывающую последовательность вычислений. Также с целью дальнейшей более глубокой автоматизации процесса распределения учебных ставок вуза построена функциональная модель для структуризации основных процессов, отображения их взаимосвязи, описания входной и выходной информации, инструментов и средств, необходимых для выполнения функций.

Автоматизация данного процесса не только сократит трудоемкость и время расчетов, повысит их точность, но и сделает сам процесс более «прозрачным», что всегда обеспечивает лучшее отслеживание и контроль процесса.

Список источников

Методология функционального моделирования IDEF0. Руководящий документ // Госстандарт России: издание официальное. 2000. [Электронный ресурс]. – URL: <https://advanced-quality-tools.ru/assets/idef0-rus.pdf> (дата обращения: 11.12.2025).

Список литературы

- Бочкаева Т.М., Грачев В.В. 2025. Современные подходы к расчету числа ставок профессорско-преподавательского состава вуза. *Экономика образования*, 6: 18–26.
- Бочкаева Т.М., Грачев В.В. 2024. Экономико-математическая модель распределения рабочего времени штатного преподавателя вуза. *Педагогическая информатика*, 1: 170–176.
- Бочкаева Т.М., Грачев В.В. 2023. Экономико-математическая модель формирования штатного расписания профессорско-преподавательского состава в вузе. *Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании*, 6 (87).
- Бухмин В.С. и др. 2011. Рейтинг кафедр как элемент мониторинга внутривузовской деятельности. *Казанский педагогический журнал*, 2: 48–53.
- Верескун В.Д. и др. 2021. Оптимизация кадрового состава университета: достигнутые результаты и обозначившиеся задачи. *Университетское управление: практика и анализ*, 25 (1): 94–106. DOI 10.15826/umpra.2021.01.007.
- Голева Е.В. 2014. Методика расчета годовой учебной нагрузки профессорско-преподавательского состава образовательной организации высшего образования. *Transport business in Russia*, 5: 88–90.
- Загоруйко Н.Г. и др. 2006. Методика отбора показателей для рейтинговой оценки деятельности кафедр университета. *Университетское управление: практика и анализ*, 6: 25–31.
- Исаева Т. Е. 2016. Учебная нагрузка преподавателя вуза и другие факторы, влияющие на эффективность его профессиональной деятельности. *Общество: социология, психология, педагогика*, 3: 76–79.
- Кабанов В.Н. 2013. Нормирование труда в высших учебных заведениях. *Экономика образования*, 2: 42–48.
- Корольков С.А. и др. 2013. Модель оптимального планирования штата профессорско-преподавательского состава кафедр вуза. *Вестник ВолГУ, Серия 3: Экономика. Экология*, 1 (22): 149–154.

- Ломоносов А.В. 2013. Определение нормативов численности студентов на одну штатную должность профессорско-преподавательского состава. *Креативная экономика*, 12 (84): 102–111.
- Ломоносов А.В., Ломоносова О.Э. 2013. Совершенствование методов расчета численности профессорско-преподавательского состава вузов. *Университетское управление: практика и анализ*, 5: 43–51.
- Михалкина Е.В. и др. 2013. Анализ норм труда профессорско-преподавательского состава вуза. *Экономика образования*, 2: 21–33.
- Никулина Т.В., Стариченко Е.Б. 2018. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление. *Педагогическое образование в России*, 8: 107–113.
- Султанова С.Н., Тархов С.В. 2006. Модели и алгоритмы поддержки принятия решений при распределении учебной нагрузки преподавателей. *Вестник УГАТУ*, 7-3 (16): 107–114.
- Чечнев В.Б. 2024. Анализ и классификация многокритериальных методов принятия решений. *Онтология проектирования*, 14-4 (54): 607–624. DOI 10.18287/2223-9537-2024-14-4-607-624.
- Шахова Е.Ю. 2017. Моделирование распределения рабочего времени преподавателей. *Статистика и Экономика*, 1: 11–23.
- Шиккульский М.И. и др. 2022. Математическая модель и алгоритм распределения и контроля учебной нагрузки между профессорско-преподавательским составом. *Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал*, 1 (39): 151–157. DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-151-157.

References

- Bochkaeva T.M., Grachev V.V. 2025. Sovremennye podhody k raschetu chisla stavok professorsko-prepodavatel'skogo sostava vuza [Modern approaches to calculating the number of teaching staff rates in a higher educational institution]. *Economics of education*, 6: 18–26.
- Bochkaeva T.M., Grachev V.V. 2024. Jekonomiko-matematicheskaja model' raspredelenija rabocheho vremeni shtatnogo prepodavatelja vuza [Economic-mathematical model of distribution of working time of a full-time university teacher]. *Pedagogical Informatics*, 1: 170–176.
- Bochkaeva T.M., Grachev V.V. 2023. Jekonomiko-matematicheskaja model' formirovanija shtatnogo raspisanija professorsko-prepodavatel'skogo sostava v vuze [Economic and mathematical model for the formation of the state schedule of the professor and teaching staff in the higher education institution]. *Informacionno-kommunikacionnye tehnologii v pedagogicheskom obrazovanii*, 6 (87).
- Buhmin V.S. [et al.]. 2011. Rejting kafedr kak jelement monitoringa vnutrivuzovskoj dejatel'nosti [Department ranking as an element of monitoring intra-university activities]. *Kazanskij pedagogicheskij zhurnal*, 2: 48–53.
- Vereskun V.D. [et al.]. 2021. Optimizacija kadrovogo sostava universiteta: dostignutyje rezultaty i oboznachivshiesja zadachi. [Optimization of the University's personnel: results achieved and identified tasks]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 25 (1): 94–106. DOI 10.15826/umpa.2021.01.007.
- Goleva E.V. 2014. Metodika rascheta godovoj uchebnoj nagruzki professorsko-prepodavatel'skogo sostava obrazovatel'noj organizacii vysshego obrazovanija [Methodology for calculating the annual teaching load of the faculty of a higher education institution]. *Transport business in Russia*, 5: 88–9053.
- Zagorujko N.G. [et al.]. 2006. Metodika otbora pokazatelej dlja rejtingovoj ocenki dejatel'nosti kafedr universiteta [Methodology for selecting indicators for rating the activities of university departments]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 6: 25–31.
- Isaeva T.E. 2016. Uchebnaja nagruzka prepodavatelja vuza i drugie faktory, vlijajushhie na jeffektivnost' ego professional'noj dejatel'nosti [The teaching workload of a university teacher and other factors influencing the effectiveness of his professional activities]. *Obshhestvo: sociologija, psihologija, pedagogika*, 3: 76–79.
- Kabanov V.N. 2013. Normirovanie truda v vysshih uchebnyh zavedenijah [Labor standards in higher education institutions]. *Economics of education*, 2: 42–48.
- Korol'kov S.A. [et al.]. 2013. Model' optimal'nogo planirovanija shtata professorsko-prepodavatel'skogo sostava kafedr vuza [Model of optimal planning of the faculty staff of the university departments]. *Vestnik VolGU, Serija 3: Jekonomikaju Jekologija*, 1 (22): 149–154.
- Lomonosov A.V. 2013. Opredelenie normativov chislennosti studentov na odnu shtatnuju dolzhnost' professorsko-prepodavatel'skogo sostava [Determination of standards for the number of students per full-time faculty position]. *Kreativnaja jekonomika*, 12 (84): 102–111.
- Lomonosov A.V., Lomonosova O. Je. 2013. Sovershenstvovanie metodov rascheta chislennosti professorsko-prepodavatel'skogo sostava vuzov [Improving methods for calculating the number of faculty members at universities]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 5: 43–51.

- Mihalkina E.V. [et al.]. 2013. Analiz norm truda professorsko-prepodavatel'skogo sostava vuza [Analysis of labor standards for the university's teaching staff]. *Economics of education*, 2: 21–33.
- Nikulina T.V., Starichenko E.B. 2018. Informatizacija i cifrovizacija obrazovanija: ponjatija, tehnologii, upravljenie [Informatization and digitalization of education: concepts, technologies, management]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*, 8: 107–113.
- Sultanova S.N., Tarhov S.V. 2006. Modeli i algoritmy podderzhki prinjatija reshenij pri raspredelenii uchebnoj nagruzki prepodavatelej [Models and algorithms for decision support in distributing the teaching load of teachers]. *Vestnik UGATU*, 7-3 (16): 107–114.
- Chechnev V.B. 2024. Analiz i klassifikacija mnogokriterial'nyh metodov prinjatija reshenij [Analysis and classification of multi-criteria decision-making methods]. *Ontologija proektirovanija*, 14-4 (54): 607–624. DOI 10.18287/2223-9537-2024-14-4-607-624.
- Shahova E.Ju. 2017. Modelirovanie raspredelenija rabocheho vremeni prepodavatelej [Modeling the distribution of teachers' working time]. *Statistika i Jekonomika*, 1: 11–23.
- Shikul'skij M.I. [et al.]. 2022. Matematicheskaja model' i algoritm raspredelenija i kontrolja uchebnoj nagruzki mezhdu professorsko-prepodavatel'skim sostavom [Mathematical model and algorithm for distribution and control of academic workload among the teaching staff]. *Inzhenerno-stroitel'nyj vestnik Prikaspija: nauchno-tehnicheskij zhurnal*, 1 (39): 151–157. DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-151-157.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 24.02.2026

Поступила после рецензирования 12.05.2026

Принята к публикации 29.05.2026

Received February 24, 2026

Revised May 12, 2026

Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бочкаева Татьяна Михайловна, кандидат технических наук, ведущий инженер учебно-методической службы, Кузбасский гуманитарно-педагогический институт, Кемеровский государственный университет, г. Новокузнецк, Россия

Грачев Вячеслав Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники имени В.К. Буторина, Кузбасский гуманитарно-педагогический институт, Кемеровский государственный университет, г. Новокузнецк, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatyana M. Bochkaeva, Candidate of Technical Sciences, Leading Engineer of the Educational and Methodological Service, Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute, Kemerovo State University, Novokuznetsk, Russia

Vyacheslav V. Grachev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics and Computer Science named after V.K. Butorin, Kuzbass Humanitarian Pedagogical Institute, Kemerovo State University, Novokuznetsk, Russia

УДК 338.47:656.07
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-458-470
EDN YADZEB

Многокритериальные методы принятия решений в транспортных системах: обзор, применение и тенденции развития

Никифорова С.А., Пятаев М.В.

Сибирский государственный университет путей сообщения,
Россия, 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191
sara-nikiforova@mail.ru, procedure@inbox.ru

Аннотация. В условиях роста сложности транспортных систем и необходимости учитывать экономические, экологические и социальные факторы при принятии решений всё большее распространение получают методы многокритериального принятия решений (ММПР). Особое место среди них занимает метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Саати, благодаря своей прозрачности и способности структурировать экспертные оценки. В данной статье представлен систематический обзор научных публикаций за период 2010–2025 гг., посвящённых применению ММПР, и в первую очередь МАИ, в задачах транспортной отрасли. Проанализированы ключевые направления использования: оценка инвестиционных проектов, выбор транспортных маршрутов, планирование инфраструктуры, оценка устойчивости. Выявлены доминирующие гибридные подходы (АНР-TOPSIS, Fuzzy АНР), а также методологические ограничения, такие как субъективность суждений и недостаточная интеграция с динамическими моделями. Результаты обзора могут быть полезны исследователям и практикам для обоснованного выбора методов поддержки принятия решений в транспортной сфере.

Ключевые слова: многокритериальное принятие решений (ММПР), метод анализа иерархий (МАИ), транспортные системы, устойчивое развитие транспорта, гибридные методы ММПР, АНР-TOPSIS, транспортная стратегия РФ

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-00452, <https://rscf.ru/project/25-28-00452/>.

Для цитирования: Никифорова С.А., Пятаев М.В. 2026. Многокритериальные методы принятия решений в транспортных системах: обзор, применение и тенденции развития. *Экономика. Информатика*, 53(2): 458–470. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-458-470. EDN YADZEB

Multicriteria Decision-Making Methods in Transportation Systems: A Review, Applications, and Development Trends

Sara A. Nikiforova, Maksim V. Pyataev

Siberian Transport University,
191 Dusya Kovalchuk St., Novosibirsk 630049, Russia
sara-nikiforova@mail.ru, procedure@inbox.ru

Abstract. In the context of increasing complexity of transportation systems and the need to consider economic, environmental, and social factors in decision-making, multicriteria decision-making (MCDM) methods are gaining popularity. Among them, the Analytic Hierarchy Process (AHP), introduced by T. Saaty, holds a prominent place due to its transparency and ability to structure expert judgments. This paper presents a systematic review of scientific publications from 2010 to 2025 on the application of MCDM, particularly AHP, in transportation-related problems. Key application areas are analyzed, including investment project

© Никифорова С.А., Пятаев М.В., 2026

evaluation, route selection, infrastructure planning, and sustainability assessment. Dominant hybrid approaches (AHP-TOPSIS, Fuzzy AHP) are identified, along with methodological limitations such as subjectivity of judgments and insufficient integration with dynamic models. The findings of this review can assist researchers and practitioners in making informed choices of decision support methods in the transportation sector.

Keywords: multicriteria decision making (MCDM), Analytic Hierarchy Process (AHP), transportation systems, sustainable transport development, hybrid MCDM methods, hybrid AHP-TOPSIS method, Russian Federation Transport Strategy

Acknowledgements: The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 25-28-00452, <https://rscf.ru/en/project/25-28-00452/>.

For citation: Nikiforova S.A., Pyataev M.V. 2026. Multicriteria Decision-Making Methods in Transportation Systems: A Review, Applications, and Development Trends. *Economics. Information technologies*, 53(2): 458–470 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-458-470. EDN YADZEB

Введение

Создание эффективной и устойчивой транспортной системы является необходимым условием для обеспечения национальной безопасности, экономического роста и социального благополучия. В условиях, когда мировые тренды развития определяются цифровизацией, глобализацией и жёсткими экологическими требованиями, задача становится не тривиальной. Особую актуальность она приобретает в контексте реализации Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом до 2035 года (далее – Стратегия), которая устанавливает цели и задачи, во многом не поддающиеся прямому количественному подсчёту. Стратегия определяет в качестве приоритетов повышение пространственной связанности территорий, рост мобильности населения, увеличение скорости и объёма грузоперевозок, а также цифровую и низкоуглеродную трансформацию отрасли [Транспортная стратегия..., 2021]. Достижение этих целей, декомпозированных в двадцати одной задаче – от развития мультимодальных логистических технологий (задача 9) и цифровизации управления (задача 14) до снижения вредного экологического воздействия (задача 18), – требует принятия управленческих решений на различных уровнях реализации данной стратегии. Эти решения по своей сути являются многокритериальными, так как необходимо удерживать баланс между различными показателями: экономическая эффективность, социальная обеспеченность, экологическая устойчивость, технологическая реализуемость и безопасность. В таких условиях традиционные однокритериальные модели оказываются недостаточными, что обуславливает растущий интерес к методам многокритериального принятия решений (ММПР).

Целью данного систематического обзора является анализ научных публикаций за период с 2010 по 2025 гг., посвящённых применению MCDM в задачах нового строительства, технического перевооружения и модернизации объектов транспортной инфраструктуры, для выявления доминирующих методов, ключевых областей применения, методологических трендов и формирования рекомендаций для будущих исследований. В связи с данной целью решаются следующие задачи: проведение многоуровневого обзора (PRISMA, Scoping Review, Umbrella Review) научных публикаций (2010–2025 гг.); сравнение методов ММПР с целями и задачами Стратегии; выявление особенности российского вклада и определение перспектив развития применения ММПР в транспортной сфере, включая их интеграцию с цифровыми технологиями.

Научная новизна работы заключается в целенаправленном выделении и анализе трендов адаптации ММПР к решению стратегических задач развития транспортного комплекса России, а также в многоуровневом подходе к анализу предметной области, сочетающем несколько типов обзоров для достижения большей глубины и достоверности выводов.

Объект и методы исследования

В рамках данного исследования методы ММПП классифицируются по принципу их методологической эволюции и способности отвечать вызовам современной транспортной практики. Выделяются четыре последовательных поколения [Осинцев и др., 2023; Чечнев, 2024]: классические методы (AHP, TOPSIS, VIKOR, ELECTRE, PROMETHEE) базируются на чётких числовых оценках и позволяют ранжировать альтернативы по заранее заданной иерархии критериев; нечёткие методы (Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS) расширяют классические подходы за счёт аппарата нечёткой логики, что позволяет формализовать лингвистические оценки и работать с неточными или неполными данными; современные методы (MABAC, EDAS, MARCOS, CODAS, WASPAS;) опираются на новые математические принципы – граничную аппроксимацию, отклонение от среднего значения, компромисс на основе референтных альтернатив. Они демонстрируют повышенную устойчивость ранжирования даже при наличии конфликтующих критериев и находят всё большее применение в операционных задачах логистики и выбора поставщиков; гибридные модели (AHP-TOPSIS, Fuzzy AHP-VIKOR, BWM-MARCOS) представляют собой синтез двух и более подходов, направленный на объединение их сильных сторон.

Предложенная классификация служит практическим инструментом для обоснованного выбора подхода под конкретную транспортную задачу, учитывая её тип (стратегический или операционный), доступность данных и степень неопределённости.

Современные научные публикации в области управления логистикой и транспортом всё чаще опираются на систематические обзоры научной литературы, которые обеспечивают высокую степень воспроизводимости, объективности и методологической строгости. В отличие от традиционных нарративных обзоров, систематический обзор предполагает чётко определённую процедуру поиска, отбора и анализа источников, что особенно важно при исследовании междисциплинарных тем, таких как применение методов многокритериального принятия решений (MCDM). Конкретный исследовательский вопрос сформулирован следующим образом: Какие методы MCDM применяются в транспортной сфере, в каких задачах они используются, и какие тенденции можно выявить за период 2010–2025 гг.?

Отбор публикаций осуществлялся в соответствии с заранее установленными критериями. В анализ включались рецензируемые научные статьи, диссертации и главы монографий, опубликованные в период с 2010 по 2025 г., посвящённые применению MCDM в транспортной сфере и содержащие описание методологии (критерии, альтернативы, результаты ранжирования). Исключались теоретические работы без эмпирической базы, публикации по другим отраслям (медицина, энергетика), тезисы конференций без полного текста, а также материалы, не соответствующие временному периоду исследования.

Для обеспечения прозрачности, воспроизводимости и методологической строгости все этапы отбора и анализа литературы были реализованы в соответствии с адаптированным протоколом PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Процедура включала: идентификацию – поиск по заранее сформированным запросам в 6 базах данных; скрининг – отбор по заголовкам и аннотациям с последующим удалением дубликатов; приемлемость (отбор) – полнотекстовая проверка по критериям включения или исключения; кодирование – фиксация параметров каждой публикации (метод, задача, критерии, результаты) [Welcome to the PRISMA, 2020]. Результаты каждого этапа были зафиксированы в PRISMA-диаграмме, демонстрирующей переход от 327 идентифицированных записей к финальному корпусу из 127 публикаций (рис. 1).

Для обеспечения полноты и репрезентативности поиска литературы был задействован комплекс международных и отечественных баз данных: Scopus, Web of Science, eLibrary (РИНЦ), CyberLeninka, DissersCat, Google Scholar, ResearchGate.

Поисковые запросы были составлены отдельно для русскоязычного и англоязычного сегментов с учётом синонимии ключевых понятий. На русском языке использовался запрос: ("MAI" ИЛИ "многокритериальный анализ") И ("транспорт" ИЛИ "логистика" ИЛИ "ТЛЦ").

На английском языке – ("AHP" OR "MCDM" OR "multi-criteria decision making") AND ("transport" OR "logistics" OR "TLH"), где TLH (Transport and Logistics Hub) – международный аналог российского термина «транспортно-логистический центр (ТЛЦ)».

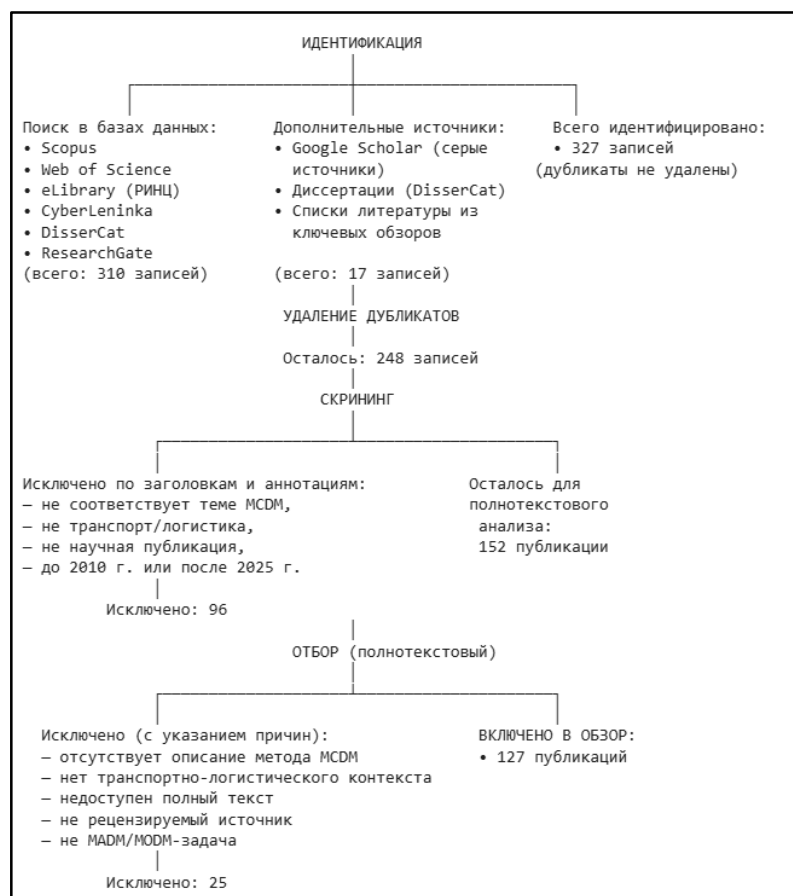


Рис.1. PRISMA-диаграмма
Fig. 1. PRISMA diagram

Примечание: составлено авторами.

Однако для всестороннего охвата научного поля, сформировавшегося вокруг применения MCDM в транспортной сфере, одного систематического обзора недостаточно. Учитывая, что за последние годы было опубликовано значительное число систематических обзоров, возникает необходимость в их критическом синтезе. Кроме того, исследовательское поле продолжает активно расширяться, включая новые направления – от интеграции с искусственным интеллектом до применения в национальных проектах, таких как создание сети транспортно-логистических центров. Авторам представляется обоснованным применение комплексной методологической стратегии, которая включает несколько типов обзоров научной литературы [Раицкая, 2019]. Для сбора и оценки уже существующих системных обзоров следует применить обзор обзоров (Umbrella Review), для определения лагун в научной проблематике – картографический обзор (Scoping Review), а также библиографический анализ – для оценки статистики публикаций.

Результаты и их обсуждение

Методы многокритериального принятия решений (ММПР) в настоящее время все чаще используются для управления транспортными системами. Согласно аналитическим обзорам [Keshavarz-Ghorabae et al., 2023; Moslem et al., 2023; Kumar et al., 2025] интерес к данной тематике демонстрирует устойчивый рост: если в период 2003–2007 гг. ежегодно

публиковалось менее 10 работ по применению ММПП на транспорте, то в 2018–2023 гг. – более 60 статей ежегодно. Эта тенденция отражает глобальный акцент на устойчивую мобильность, «зелёную» логистику и интеллектуальные транспортные системы. Согласно [Moslem et al., 2023], применение ММПП в транспортной сфере сосредоточено в основном в следующих направлениях: городской транспорт (28 %), логистика и цепи поставок (22 %) и инфраструктурное планирование (19 %).

Систематический анализ 127 публикаций (2010–2025 гг.) в транспортной сфере выявил чёткие тенденции в использовании ММПП [Keshavarz-Ghorabae et al., 2023; Moslem et al., 2023; Kumar et al., 2025]. Среди всего многообразия подходов наибольшее распространение получили методы класса MADM (многокритериального принятия решений по множеству атрибутов), ориентированные на выбор из дискретного набора альтернатив. В частности, метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Саати [Саати, 1993], стал базовым инструментом для определения весов критериев при оценке устойчивости транспортных проектов, выборе поставщиков и планировании развития логистических центров [Pamušar et al., 2015; Kumar et al., 2025]. МАИ остаётся наиболее часто применяемым методом (~ 45 % исследований) [Moslem et al., 2023] благодаря своей способности структурировать сложные проблемы, простоте интерпретации и прозрачности экспертных суждений.

Однако анализ литературы [Pamušar et al., 2015] показывает, что «чистый» МАИ всё чаще заменяется гибридными моделями, учитывающими субъективность суждений и неточность данных. Так, все чаще используют такие методы, как МАВАС [Stević et al., 2020] и EDAS [Keshavarz-Ghorabae et al., 2015; Keshavarz-Ghorabae et al., 2023]. Они становятся популярными, потому что даже при наличии конфликтующих критериев дают стабильные результаты.

Несмотря на то, что методы ММПП применяются часто, их использование сталкивается с рядом проблем. До настоящего времени недостаточно проработаны вопросы комплексной поддержки принятия решений. В работе [Zhang, et al., 2025] авторы предлагают объединить классические методы ММПП с инструментами машинного обучения.

Адаптации классических и гибридных подходов к условиям российской инфраструктуры и задачам устойчивого развития российской экономики уделяется особое внимание отечественными учеными. Один из главных экспертов в этой области – доктор технических наук Осинцев Н.А. В работе [Осинцев и др., 2020] ученый совместно с коллегами предлагает комбинированный метод Fuzzy АНР-TOPSIS для ранжирования инструментов «зеленой» логистики. В своей докторской диссертации [Осинцев, 2023] автор развивает методологию устойчивого развития грузопотоков с применением ММПП. Он подчеркивает, что при построении системы критериев нужно учитывать региональные особенности – то, что работает в одном регионе, может не подойти для другого.

Значительный вклад в исследование применения ММПП на транспорте вносят и другие российские ученые. Например, в работе [Карлов, 2023] автор рассматривает ММПП как инструмент для формирования транспортной политики, а исследователь [Белых, 2024] в кандидатской диссертации анализирует модели решения транспортных задач в условиях неопределённости, предлагая интеграцию ММПП с методами теории нечётких множеств и интервального анализа.

Кроме того, в работах [Чечнев, 2024; Ехлаков, 2025] проводится системная классификация методов ММПП, где особое внимание уделено их применимости в инженерно-транспортных задачах, также исследуются возможности метода TOPSIS и его модификаций для оценки сетевых структур в логистике.

Сравнительный анализ российских и зарубежных исследований показывает, что отечественные авторы чаще фокусируются на: практической адаптации методов к российским условиям (например, учёт сезонности, транспортной монополии, нормативных ограничений); интеграции ММПП в государственные проекты, такие как создание опорной сети ТЛЦ; развитии гибридных подходов, сочетающих классические методы (МАИ, TOPSIS) с нечёткой логикой и экспертными системами (рис. 2).



Рис. 2. Российские исследования в области внедрения ММПП
Fig. 2. Russian research in the field of implementation of MCDM

Примечание: составлено авторами.

Картографический обзор (Scoping Review) помог структурировать быстро развивающуюся область применения ММПП, визуализировать основные направления исследований. На основе анализа 127 публикаций за 2010–2025 гг. была построена карта применения MCDM, которая выявила шесть ключевых направлений: оценка транспортных проектов, маршрутизация, выбор партнёров, устойчивая логистика, оценка безопасности и интеллектуальные транспортные системы (ИТС) (рис. 3).

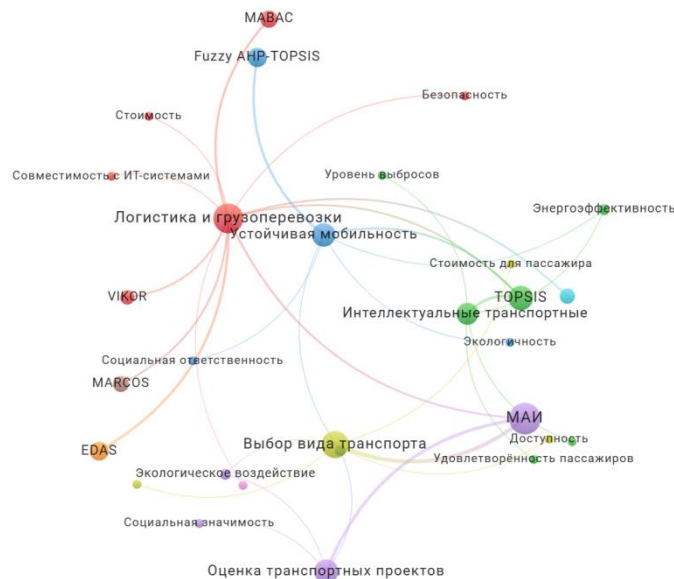


Рис. 3. Библиометрическая карта, визуализирующая связи между методами ММПП и областями их применения

Fig. 3. Bibliometric map visualizing the links between MCDM methods and their application areas

Примечание: составлено авторами.

Как отмечают исследователи [Осинцев, 2021; Карлов, 2023; Осинцев, 2023; Белых, 2024], в транспортной отрасли именно методы многокритериального принятия решений становятся доминирующим инструментом поддержки стратегических решений. Согласно анализу источников [Осинцев, 2021; Карлов, 2023; Осинцев, 2023; Белых, 2024] можно выделить следующие области применения ММПП на транспорте (табл. 1), наглядно представленные на (рис. 4):

Таблица 1
 Table 1

Области применения ММПП на транспорте
 Areas of application of MCDM in transport

Области применения	Примеры задач	Количество публикаций
Оценка транспортных проектов	Сравнение альтернатив строительства мостов, тоннелей, ж.-д. линий	24
Выбор вида транспорта	Метро/автобус / велосипед/ каршеринг	36
Логистика и грузоперевозки	Выбор подрядчиков, оценка интермодальных технологий	28
Устойчивая мобильность	Оценка «зелёных» технологий, электромобилей, альтернативных видов топлива	13
Интеллектуальные транспортные системы	Управление трафиком, выбор сценариев внедрения ИТС	16
Оценка безопасности	Многокритериальная оценка маршрутов по безопасности	10

Примечание: составлено авторами.

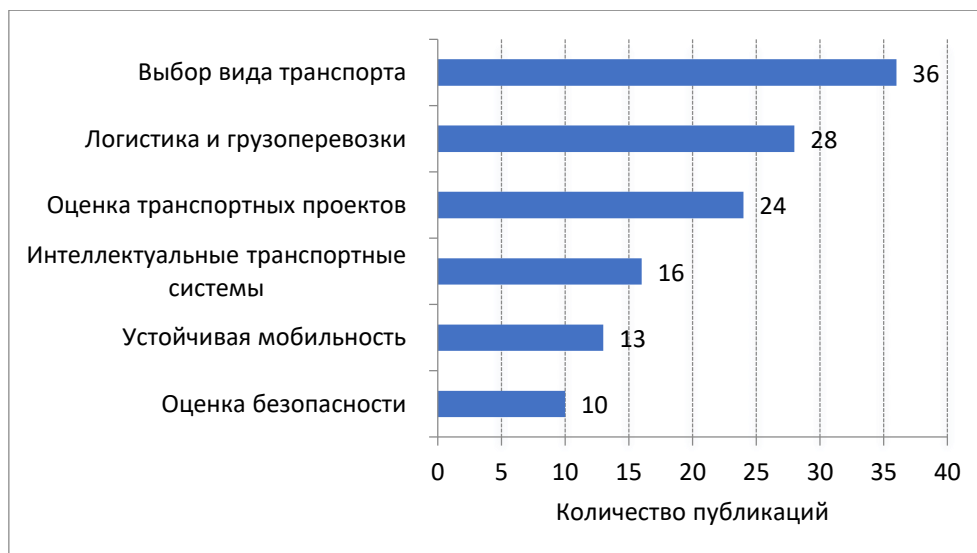


Рис. 4. Распределение публикаций транспортной тематики по областям применения ММПП
 Fig. 4. Distribution of publications on transportation issues by areas of MCDM application

Примечание: составлено авторами.

Обзор обзоров (Umbrella Review) позволил синтезировать данные из нескольких систематических обзоров, критически оценить их качество и выявить устойчивые выводы, общие для разных исследований. В результате были подтверждены ключевые тенденции: переход от классических методов (АИП, TOPSIS) к гибридным и нечётким моделям, рост значимости учёта неопределённости и субъективности экспертов.

Как показывает анализ литературы [Pamućar et al., 2015; Осинцев, 2021; Осинцев, 2023], чистый МАИ всё чаще заменяется гибридными моделями, учитывающими субъективность экспертных оценок и нечёткость данных. Так, Fuzzy АНР применяется при оценке «зелёных» стандартов в логистике складирования [Осинцев, 2023], а АНР-TOPSIS – для выбора оптимальных маршрутов доставки и логистических партнёров [Латыпова, 2018]. Кроме того, активно используются современные методы, такие как МАВАС [Stević et al., 2020], EDAS [Keshavarz-Ghorabae et al., 2015], которые демонстрируют высокую устойчивость ранжирования даже при наличии конфликтующих критериев. Результаты сравнительного анализа приведены в (табл. 2) и отображены на (рис. 5).

Таблица 2
 Table 2

Сравнение методов ММПР в транспортных исследованиях
 Comparison of MCDM methods in transportation research

Методы	Раскрытие аббревиатуры	Принципы работы	Преимущества	Ограничения	Количество публикаций	Источники
АНР	Analytic Hierarchy Process	Парные сравнения, иерархия	Простота, гибкость, прозрачность	Требует проверки согласованности (Индекс согласованности $< 0,1$)	57	[Осинцев, 2021; Moslem et al., 2023]
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution	Расстояние до идеального и антиидеального решения	Устойчивость, простота расчётов	Чувствителен к нормализации	35	[Kumar et al., 2025]
VIKOR	VišeKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Rešenje (серб.)	Компромиссное решение при конфликте критериев	Учёт группового консенсуса	Не всегда однозначен выбор параметра v (вес стратегии максимизации групповой полезности)	18	[Keshavarz-Ghorabae et al., 2023]
МAВАС	Multi-Attributive Border Approximation area Comparison	Граничная аппроксимация	Устойчив к шуму, учитывает компромиссы	Сложность интерпретации	9	[Pamučar et al., 2015; Kumar et al., 2025]
EDAS	Evaluation based on Distance from Average Solution	Отклонение от среднего значения	Не требует идеального решения	Менее известен	12	[Keshavarz-Ghorabae et al., 2015]
MARCOS	Measurement Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution	Компромиссное решение на основе референтных альтернатив	Высокая корреляция с другими методами	Новизна, ограниченная ПО	7	[Stević et al., 2020; Kumar et al., 2025]
Fuzzy ANP/TOPSIS	Fuzzy Analytic Hierarchy Process / Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution	Нечёткие множества + классические методы	Учёт неопределённости и лингвистических оценок	Сложность вычислений	26	[Осинцев и др., 2020; Zhang, et al., 2025]

Примечание: составлено авторами.

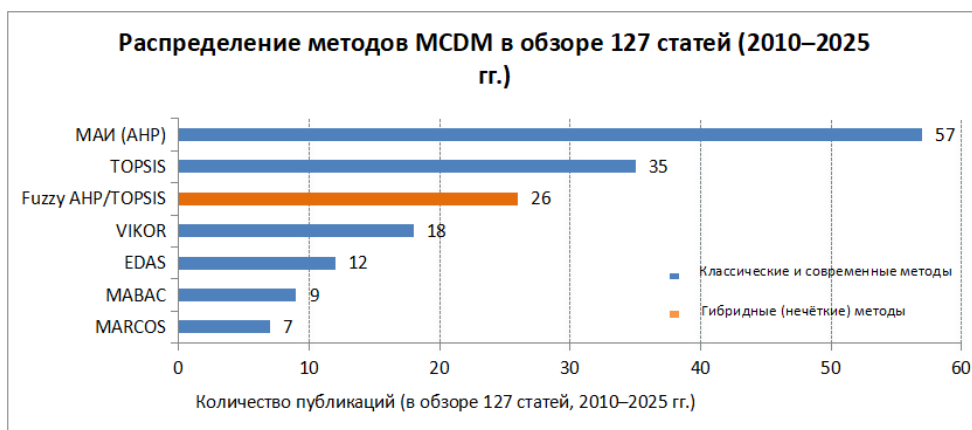


Рис. 5. Популярность методов ММПП в исследованиях по транспортной проблематике
 Fig. 5. Popularity of MCDM methods in research on transportation issues

Примечание: составлено авторами.

После обобщения характеристик и сравнительного анализа наиболее востребованных методов ММПП в транспортных исследованиях (см. табл. 2) логичным шагом является демонстрация их практической реализации. Чтобы показать, как теоретические подходы применяются для решения реальных задач, ниже представлена подборка конкретных примеров из рассматриваемых источников. В (табл. 3) сведены типовые проекты, использованные методы, ключевые критерии оценки и соответствующие источники, что позволяет проследить связь между методологией и практическим контекстом.

Таблица 3
 Table 3

Примеры применения ММПП в задачах нового строительства, технического перевооружения и модернизации объектов транспортной инфраструктуры
 Examples of the application of MCDM in the transport logistics sector

Проекты	Методы ММПП	Критерии оценки	Источники
1	2	3	4
Выбор оптимального поставщика в логистике снабжения	MARCOS	– стоимость – качество – надёжность поставок – соответствие стандартам – сроки доставки	[Stević et al., 2020]
Оценка «зелёных» инструментов логистики (склады, упаковка)	Fuzzy AHP-TOPSIS	– экологичность – экономическая эффективность – социальная ответственность – энергоэффективность	[Осинцев и др., 2020]
Выбор транспортно-складских ресурсов в логистическом центре	MABAC	– стоимость эксплуатации – производительность – безопасность – гибкость – совместимость с ИТ-системами	[Pamučar et al., 2015]
Повышение безопасности маршрутов доставки опасных грузов	Fuzzy AHP	– уровень аварийности – плотность населения – состояние дорог – метеоусловия – расстояние до аварийных служб	[Zhang, et al., 2025]

1	2	3	4
Выбор приоритетного вида городского транспорта (метро, автобус, каршеринг)	АНР	– время в пути – стоимость для пассажира – пропускная способность – экологическое воздействие	[Moslem et al., 2023]
Оценка устойчивости городской транспортной системы	TOPSIS	– уровень выбросов – энергоэффективность – покрытие сети – удовлетворённость пассажиров – инвестиционная привлекательность	[Keshavarz-Ghorabae et al., 2023]
Выбор интермодального решения для международных грузоперевозок	АНР-VIKOR (гибрид)	– общая стоимость – время доставки – надёжность – углеродный след – гибкость маршрута	[Kumar et al., 2025]

Примечание: разработано авторами на основе систематизации данных указанных в таблице исследований.

Представленные в (табл. 3) примеры практического применения методов ММПП наглядно демонстрируют, насколько тесно теоретические подходы интегрированы в решение реальных задач нового строительства, технического перевооружения и модернизации объектов транспортной инфраструктуры. На (рис. 6) представлена диаграмма, иллюстрирующая результаты кластерного анализа критериев оценки в транспортных ММПП-исследованиях. Доминирующим является кластер операционно-экономической эффективности (100 %), в то время как социальные и технологические аспекты присутствуют в 57 % задач, что указывает на необходимость их более системного учёта при постановке новых исследований.

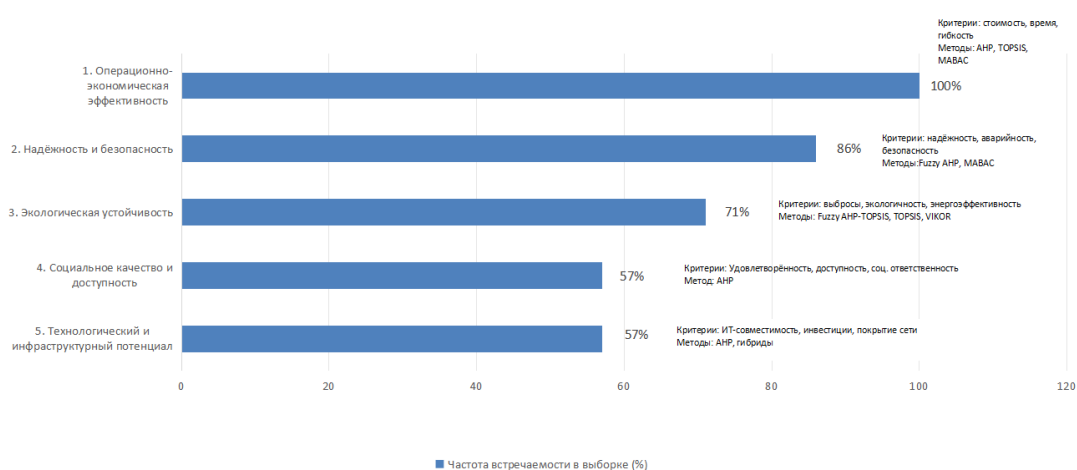


Рис. 6. Кластерный анализ критериев оценки в транспортных ММПП-исследованиях
 Fig. 6. Cluster analysis of evaluation criteria in MCDM studies of transportation

Примечание: составлено авторами.

В контексте реализации Транспортной стратегии РФ особую остроту приобретает пробел в адаптации методов к российской специфике. Хотя работы отечественных исследователей демонстрируют успешную адаптацию гибридных моделей к задачам «зелёной» логистики и учёту региональных особенностей, эти усилия носят фрагментарный характер. Российские исследования слабо представлены в международных базах данных, а

использование современных методов (MABAC, MARCOS) и их интеграция с цифровыми технологиями остаётся недостаточно изученной областью.

Заключение

В результате проведенного систематического обзора научных публикаций за период 2010–2025 гг. удалось комплексно оценить состояние, методологические тенденции и перспективы применения методов многокритериального принятия решений (ММПР) в задачах модернизации объектов транспортной инфраструктуры.

Интерес к использованию методов многокритериального принятия решений (ММПР) растет, в транспортной сфере они становятся все популярнее. Анализ 127 научных статей показал четкую тенденцию: классические методы, особенно метод анализа иерархий (МАИ/АНР) ранее использовали чаще – он встречается в 45 % работ. Однако в последнее время исследователи активно переходят к более сложным подходам: нечетким моделям (Fuzzy TOPSIS, Fuzzy АНР), современным (MABAC, EDAS, MARCOS) и гибридным АНР-TOPSIS, Fuzzy АНР-VIKOR). Эти новые подходы дают более стабильные и надежные результаты, когда приходится работать с субъективными экспертными оценками, неточными данными или когда критерии противоречат друг другу.

В процессе исследования отдельное внимание было уделено работам российских ученых по адаптации методов ММПР к национальным проектам. Российские ученые добились устойчивых результатов в использовании гибридных моделей с нечеткой логикой – их успешно используют, чтобы оценивать «зеленые» технологии, выбирать экологичные решения и делать грузоперевозки более устойчивыми. Но существует ряд проблем: работы отечественных ученых мало представлены в международных базах данных; методы ММПР слабо интегрированы с современными цифровыми технологиями, искусственным интеллектом и машинным обучением.

Авторы видят перспективы дальнейшего исследования в двух основных направлениях. Следует учитывать санкционное давление, изменение логистических цепочек и необходимость перехода на отечественные технологии, поэтому гибридные ММПР модели должны быть адаптированы к нестабильным условиям внешней среды. Также стоит создавать цифровые платформы, которые объединят методы ММПР с технологиями машинного обучения и анализа больших данных.

Список источников

- Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZlOOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf> (дата обращения: 25.11.2025).
- Welcome to the PRISMA. URL: <https://www.prisma-statement.org/> (дата обращения: 25.12.2025).

Список литературы

- Белых М.А. 2024. Модели и методы решения транспортных задач в условиях неопределённости: дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 182 с.
- Ехлаков Р.С. 2025. Метод многокритериальной оценки моделей сетевых структур на основе сходства с идеальным решением: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 167 с.
- Карлов А.В. 2023. Методы принятия решений в транспортной политике: многокритериальный подход. *Мир транспорта*, 21(1(104)): 32–39. – DOI 10.30932/1992-3252-2023-21-1-4. – EDN AFXSBW.
- Латыпова В.А. 2018. Сравнительный анализ программных средств, реализующих метод анализа иерархий. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*, 6(4):322–346. DOI: 10.26102/2310-6018/2018.23.4.024.
- Осинцев Н.А. 2021. Методологические основы устойчивого развития логистических цепей грузопотоков: дис. ... док. техн. наук. Москва, 2023. 360 с. EDN DNMECF.
- Осинцев Н.А. Мультикритериальные методы принятия решений на транспорте и в логистике. *Транспорт Урала*. 4(71): 3–17. DOI 10.20291/1815-9400-2021-4-3-17. EDN UJONSS.

- Осинцев Н.А., Рахмангулов А.Н., Сладковский А. Ранжирование инструментов «зелёной» логистики комбинированным методом Fuzzy AHP-TOPSIS. *Транспорт Урала*. 2020. 64(1): 3–14. DOI 10.20291/1815-9400-2020-1-3-14. EDN PWCDRX.
- Осинцев Н.А., Цыганов А.В., Рахмангулов А.Н., Багинова В.В. 2023. Мультикритериальное сравнение контейнерных систем с использованием метода DEMATEL. *Мир транспорта*, 21(6(109)): 119–130. DOI 10.30932/1992-3252-2023-21-6-14. EDN ELJVMA.
- Раицкая Л.К. 2019. Обзор как перспективный вид научной публикации, его типы и характеристики / Л. К. Раицкая, Е. В. Тихонова. *Научный редактор и издатель*, 4 (3-4): 131–139. DOI 10.24069/2542-0267-2019-3-4-131-139. EDN NZINIC.
- Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
- Чечнев В.Б. 2024. Анализ и классификация многокритериальных методов принятия решений. *Онтология проектирования*. 14(4): 607–624. DOI 10.18287/2223-9537-2024-14-4-607-624. EDN QMCAUL.
- Keshavarz-Ghorabae, Mehdi & Amiri, Maghsoud & Zavadskas, Edmundas & Turskis, Zenonas & Antucheviciene, Jurgita. 2023. MCDM approaches for evaluating urban and public transportation systems: a short review of recent studies. *Transport*, 37. DOI 411-425. 10.3846/transport.2022.18376.
- Keshavarz-Ghorabae M. 2015. et al. Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*. 26(3): 435–451. DOI: 10.15388/INFORMATICA.2015.57
- Kumar R., & Pamucar D. 2025. A Comprehensive and Systematic Review of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods to Solve Decision-Making Problems: Two Decades from 2004 to 2024. *Spectrum of Decision Making and Applications*, 2(1), 178–197. DOI 10.31181/sdmap21202524
- Moslem S. et al. 2023. Systematic Review of Analytic Hierarchy Process Applications to Solve Transportation Problems From 2003 to 2022. 22 p. DOI 10.1109/ACCESS.2023.3234298
- Pamučar D., Čirović G. 2015. The selection of transport and handling resources in logistics centers using MABAC. *Expert Systems with Applications*. 42(6): 3016–3028.
- Stević Ž. et al. 2020. Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, P. 106231. DOI: 10.1016/j.cie.2019.106231.
- Zhang X., Chen H., Chen J. et al. 2025. A hybrid machine learning-enhanced MCDM model for transport safety engineering. *Sci Rep*, 15, 36467. DOI: 10.1038/s41598-025-21297-8

References

- Belykh M.A. 2024. Modeli i metody resheniya transportnykh zadach v usloviyakh neopredelyonnosti (Candidate dissertation in Engineering Sciences). Rostov-na-Donu. 182 p. (in Russian)
- Ehlafov R.S. 2025. Metod mnogokriterial'noy otsenki modeley setevykh struktur na osnove skhodstva s ideal'nym resheniem (Candidate dissertation in Engineering Sciences). Moscow. 167 p. (in Russian)
- Karlov A.V. 2023. Decision-making methods in transport policy: A multicriteria approach. *Mir transporta*, 21(1(104)), 32–39. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-1-4> (in Russian)
- Latypova V.A. 2018. Comparative analysis of software tools implementing the Analytic Hierarchy Process. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*, 6(4), 322–346. <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2018.23.4.024> (in Russian)
- Osintsev N.A. (2023). Metodologicheskie osnovy ustoychivogo razvitiya logisticheskikh tsepey gruzopotokov (Doctoral dissertation in Engineering Sciences). Moscow. 360 p. (in Russian)
- Osintsev N.A. (2021). Multicriteria decision-making methods in transport and logistics. *Transport Urala*, 4(71), 3–17. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2021-4-3-17> (in Russian)
- Osintsev N.A., Rakhmangulov A.N., & Sladkovskiy A. (2020). Ranking green logistics tools using a combined Fuzzy AHP-TOPSIS method. *Transport Urala*, 64(1), 3–14. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2020-1-3-14> (in Russian)
- Osintsev N.A., Tsyganov A.V., Rakhmangulov A.N., & Baginova V.V. 2023. Multicriteria comparison of containerized transport systems using the DEMATEL method. *Mir transporta*, 21(6(109)), 119–130. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-6-14> (in Russian)
- Raitskaya L.K., & Tikhonova E.V. 2019. Reviews as a promising kind of scholarly publication, its types and characteristics. *Nauchnyy redaktor i izdatel'*, 4(3–4), 131–139. <https://doi.org/10.24069/2542-0267-2019-3-4-131-139> (in Russian)
- Saaty T.L. 1993. Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy. Moscow: Radio i Svyaz'. 278 p. (in Russian)

- Chechnev V.B. 2024. Analysis and classification of multicriteria decision-making methods. *Ontologiya proektirovaniya*, 14(4), 607–624. <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2024-14-4-607-624> (in Russian)
- Keshavarz-Ghorabae M., Amiri M., Zavadskas E.K., Turskis Z., & Antucheviciene J. 2023. MCDM approaches for evaluating urban and public transportation systems: a short review of recent studies. *Transport*, 37, 411–425. <https://doi.org/10.3846/transport.2022.18376>
- Keshavarz-Ghorabae M., et al. 2015. Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435–451. <https://doi.org/10.15388/INFORMATICA.2015.57>
- Kumar R., & Pamučar D. 2025. A Comprehensive and Systematic Review of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods to Solve Decision-Making Problems: Two Decades from 2004 to 2024. *Spectrum of Decision Making and Applications*, 2(1), 178–197. <https://doi.org/10.31181/sdmap21202524>
- Moslem S., et al. 2023. Systematic Review of Analytic Hierarchy Process Applications to Solve Transportation Problems From 2003 to 2022. *IEEE Access*, 11, 22 p. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3234298>
- Pamučar D., & Ćirović G. 2015. The selection of transport and handling resources in logistics centers using MABAC. *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016–3028.
- Stević Ž., et al. 2020. Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 106231. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>
- Zhang X., Chen H., Chen J., et al. 2025. A hybrid machine learning-enhanced MCDM model for transport safety engineering. *Scientific Reports*, 15, 36467. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21297-8>

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 25.02.2026

Received February 25, 2026

Поступила после рецензирования 11.05.2026

Revised May 11, 2026

Принята к публикации 29.05.2026

Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Никифорова Сара Александровна, аспирант кафедры «Системный анализ и управление проектами», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия

Sara A. Nikiforova, Postgraduate Student of the Department of Systems Analysis and Project Management, Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

Пятаев Максим Викторович, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Системный анализ и управление проектами», Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия

Maksim V. Pyataev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Systems Analysis and Project Management, Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

УДК 65.011.56
DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-471-484
EDN XQQJOT

Архитектурная модель подсистемы адаптивного управления изменениями в расписании дежурств при заданных ограничениях

¹Короленко В.В., ¹Игрунова С.В., ¹Собенина О.В., ²Нестерова Е.В.

¹Воронежский государственный технический университет,
Россия, 394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85
vkvgtu@rambler.ru, igrunovasv@mail.ru, sobenina36@mail.ru, nesterova@bsuedu.ru

Аннотация. Работа затрагивает проблему автоматизации процессов управления дежурствами в организациях со сложной иерархической структурой, к числу которых относятся и военные учебные заведения. Разрабатываемая автоматизированная информационная система позволит обеспечить полный цикл управления дежурствами в организации. Система построена на основе модульного принципа и включает семь взаимосвязанных компонентов: модули аутентификации и авторизации, администрирования, распределения и агрегации дежурств, назначения дежурств в подразделениях, внесения изменений в график, отображения актуального графика и статистики. Каждый модуль выполняет строго определенные функции, обеспечивая комплексное решение задачи. В статье описаны результаты моделирования компонента, обеспечивающего внесение изменений в график дежурств. Также представлены результаты разработки требований к функциям соответствующего модуля системы. Внимание, уделенное в данной работе модулю внесения изменений в график дежурств, обусловлено высокой частотой корректировок графика. Разрабатываемая система позволяет существенно оптимизировать процессы управления дежурствами, сократить временные затраты на формирование графиков и повысить эффективность контроля. Результаты исследования могут быть использованы при разработке аналогичных систем для других организаций, деятельность которых включает планирование и распределение различных задач, работ, ресурсов.

Ключевые слова: автоматизация процессов, график дежурств, информационная система, модуль, расчетный период, структура, требования, функция

Для цитирования: Короленко В.В., Игрунова С.В., Собенина О.В., Нестерова Е.В. 2026. Архитектурная модель подсистемы адаптивного управления изменениями в расписании дежурств при заданных ограничениях. *Экономика. Информатика*, 53(2): 471–484. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-471-484. EDN XQQJOT

Architectural Model of the Adaptive Management Subsystem for Changes in the Duty Schedule under Specified Constraints

¹Viktor V. Korolenko, ¹Svetlana V. Igrunova, ¹Olga V. Sobenina, ²Elena V. Nesterova,

¹Voronezh State Technical University, 84 20-letiya Oktyabrya St., Voronezh 394006, Russia

²Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia
vkvgtu@rambler.ru, igrunovasv@mail.ru, sobenina36@mail.ru, nesterova@bsuedu.ru

Abstract. The work addresses the problem of automating duty management processes in organisations with a complex hierarchical structure, including military educational institutions. The automated information system being developed will ensure a full cycle of duty management within the organisation. The system is built on the basis of a modular approach and includes seven interconnected components: modules for authentication and

© Короленко В.В., Игрунова С.В., Собенина О.В., Нестерова Е.В., 2026

authorisation, administration, duty distribution and aggregation, assignment of duties to units, modification of the duty schedule, display of the current schedule, and statistics. Each module performs strictly defined functions, providing a comprehensive solution to the task. The article describes the results of modelling the component responsible for modifying the duty schedule. It also presents the results of developing functional requirements for the corresponding system module. The focus on the duty schedule modification module is justified by the high frequency of schedule adjustments. The developed system significantly optimises duty management processes, reduces the time required to generate schedules, and improves control efficiency. The research results can be used in the development of similar systems for other organisations whose activities involve planning and allocation of various tasks, works, and resources.

Keywords: automation of processes, duty schedule, information system, module, calculation period, structure, requirements, function

For citation: Korolenko V.V., Igrunova S.V., Sobenina O.V., Nesterova E.V. 2026. Architectural Model of the Adaptive Management Subsystem for Changes in the Duty Schedule under Specified Constraints. *Economics. Information technologies*, 53(2): 471–484 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-471-484. EDN XQQJOT

Введение

В современных условиях информатизация военных образовательных организаций Минобороны России является одним из ключевых направлений модернизации системы военного образования [Мордовин, 2021]. Развитие и совершенствование информационных систем создаёт реальные предпосылки для оптимизации управленческих процессов в военных учебных заведениях. Актуальность приобретает автоматизация таких рутинных, но важных задач, как распределение и контроль дежурств, что оказывает влияние на эффективность функционирования военного образовательного учреждения.

Повышение эффективности управленческих процессов и качества образовательных услуг в значительной степени обусловлено процессами цифрового преобразования. В условиях повсеместной цифровизации процессов управления возрастает потребность в разработке специализированных информационных систем, призванных оптимизировать деятельность организаций со сложной иерархической структурой, к числу которых относятся и военные учебные заведения [Короленко, Ушаков, Мосеев, 2016].

Автоматизированные информационные системы выступают инструментом повышения эффективности управления персоналом за счёт сокращения временных затрат на рутинные задачи, минимизации ошибок в обработке данных, обеспечения прозрачности процессов и усиления контроля исполнения [Короленко, Грибанов, Дорошенко, 2018].

Гарантированное успешное внедрение автоматизированных информационных систем достижимо исключительно на базе глубокого анализа бизнес-процессов и чёткого определения функциональных требований. Ключевыми критериями при разработке выступают безопасность, надёжность и удобство использования [Короленко, Емцова, Трофимчук, Федорова, 2022].

Соответственно, разработка автоматизированной информационной системы распределения дежурств (АИСРД) представляется своевременной и востребованной задачей, решение которой позволит существенно повысить эффективность управления дежурствами в военных учебных заведениях.

В процессе данной работы были изучены и учтены нормы законодательства, регулирующего сферу трудовых отношений [Постановление Секретариата..., 2025], нормативно-правовые акты, относящиеся непосредственно к области регулирования организации дежурств в организациях [Трудовой кодекс..., 2025], а также руководящие документы, регламентирующие повседневную деятельность военнослужащих [Указ Президента..., 2025].

Материалы и методы исследования

В результате проведенных на предыдущем этапе работы исследований по поиску возможностей автоматизации планирования дежурств в военном учебном заведении [Короленко, Ветохина, Игрунова, Короленко, 2026] определены объекты автоматизации АИСРД. Для визуализации соответствующих процессов управленческой деятельности по

распределению дежурств построена графическая диаграмма на основе нотации BPMN 2.0 [Документация BPMN 2.0..., 2025], представленная на рис. 1.

Разрабатываемая система представляет собой комплексный инструмент, состоящий из нескольких взаимосвязанных модулей.

Назначение и функционал АИСРД определены на предыдущем этапе работы. Кроме того, разработана архитектура АИСРД, которая позволяет продемонстрировать не только взаимодействие структурных элементов системы, указанных выше, но и других модулей, необходимых для функционирования системы, а также поведение системы, ее компонентов и взаимодействие с внешними системами и пользователями [Короленко, Ветохина, Игрунова, Короленко, 2026.]. Архитектура системы, разработанная на основе нотации С4 [С4 model..., 2025], представлена диаграммой контейнеров (рис. 2).

В соответствии с требованиями ГОСТ 34.602 [ГОСТ 34.602-2020..., 2025], техническое задание на разработку автоматизированной системы должно содержать не только требования к общей структуре системы, но и детальные требования к функциям, выполняемым как системой в целом, так и отдельными подсистемами. В связи с этим актуальной задачей при создании АИСРД выступает детализация требований к компонентам системы и разработка моделей, наглядно демонстрирующих её архитектуру.

Ранее были разработаны требования к функциям основных подсистем АИСРД («Распределение и агрегация дежурств» и «Назначение дежурств»). К числу основных функциональных подсистем наряду с указанными выше относится не менее важный и при этом чаще используемый компонент системы, реализующий функционал по внесению изменений в график дежурств.

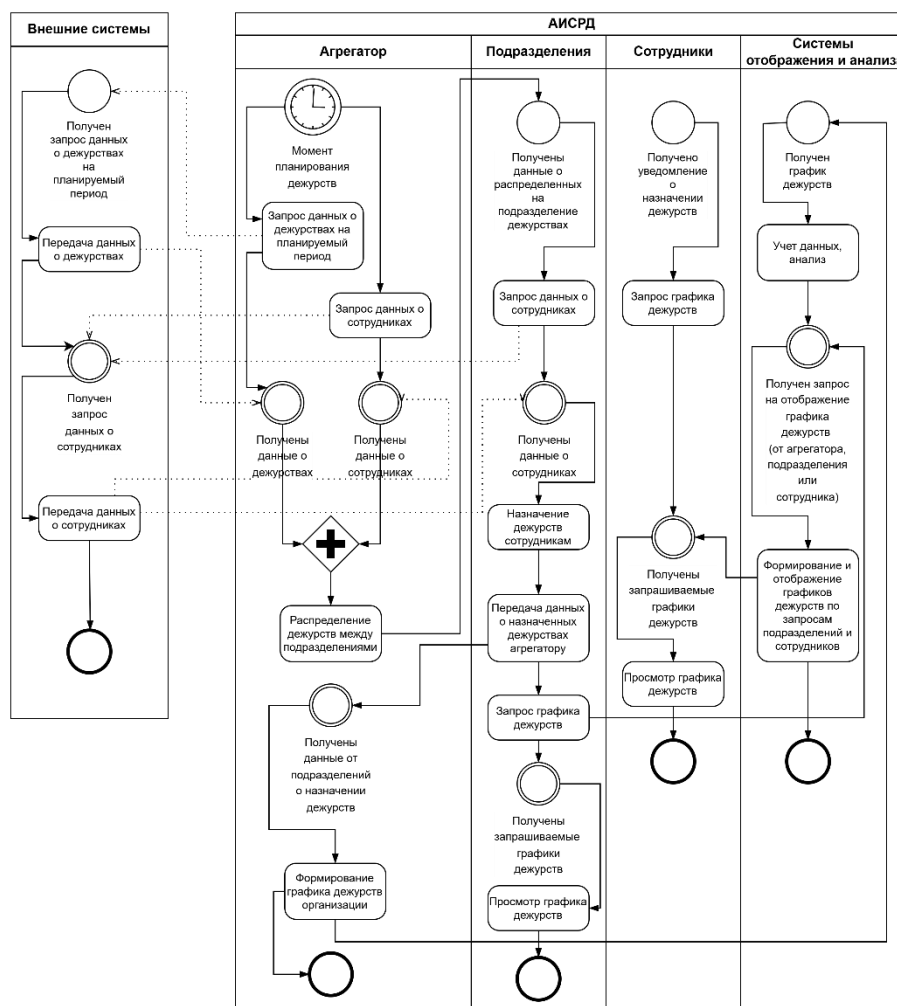


Рис. 1. Диаграмма взаимодействия объектов автоматизации системы
 Fig. 1. Diagram of the interaction of system automation objects

Цель, поставленная в данной статье, заключается в представлении результатов моделирования архитектуры АИСРД и разработки требований к функциям модуля «Внесение изменений в график дежурств».

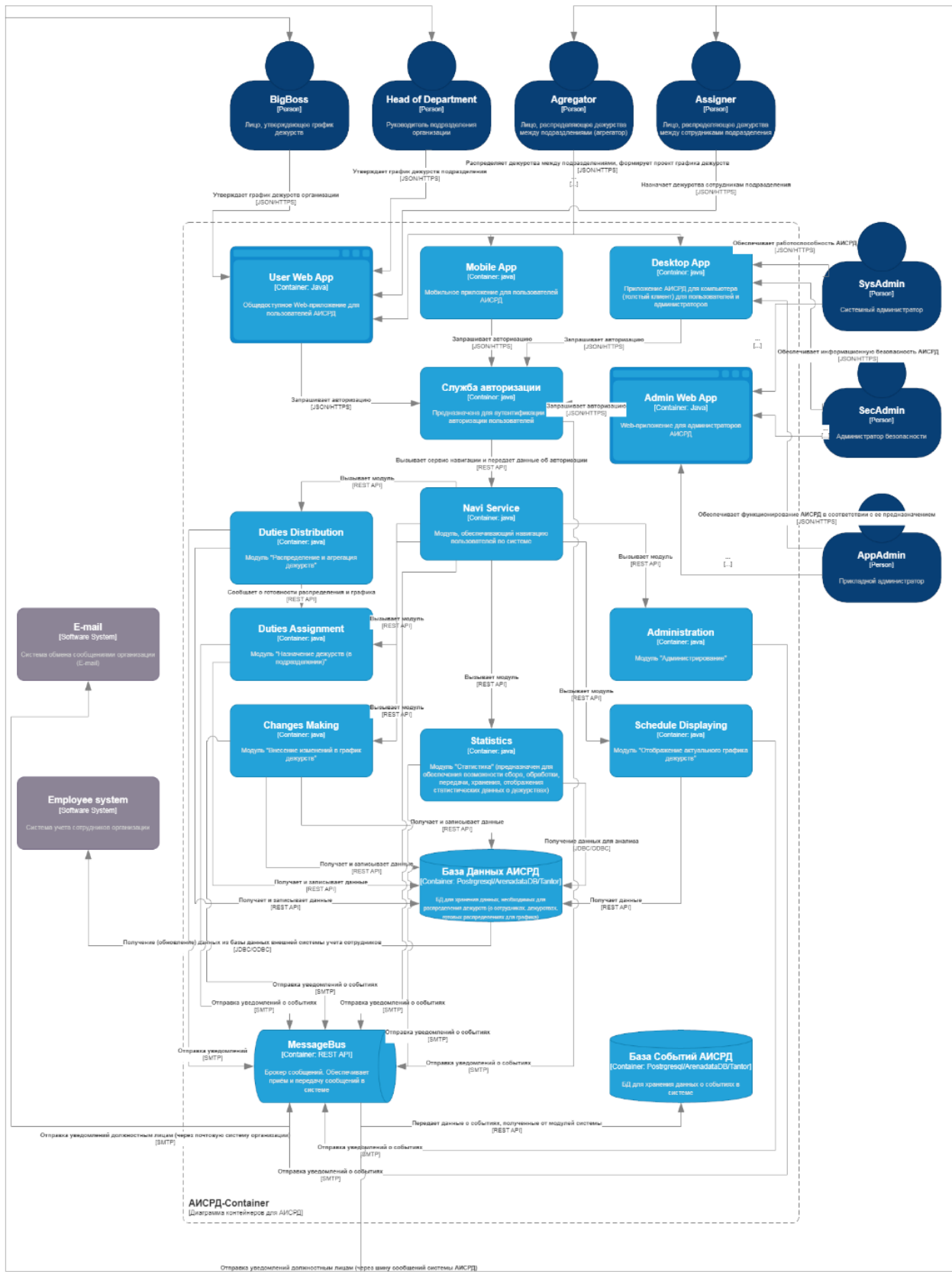


Рис. 2. Диаграмма контейнеров
 Fig. 2. Container diagram

Результаты исследования и дискуссия

Подсистема «Внесение изменений в график дежурств» решает задачи как на первом иерархическом уровне, когда дежурства перераспределяются между подразделениями, так и на втором уровне, когда необходимо перераспределить (переназначить) дежурства между конкретными сотрудниками подразделения организации.

Для визуализации функционала модуля системы (контейнера) в рамках моделирования архитектуры АИСРД применена нотация С4 с построением диаграммы компонентов. Согласно методологии С4, эта диаграмма занимает третий уровень абстракции и служит для детализации контейнеров до уровня компонентов – отдельных логических модулей или подсистем [Диаграмма С4..., 2025].

Как показал опыт распределения дежурств, изменения вносятся в график в среднем один раз в двое суток. Это связано с большим количеством сотрудников, привлекаемых к несению дежурств. Основными причинами необходимости замен являются заболевания сотрудников и внезапные (непланируемые) командировки. Поэтому большую значимость имеет эффективность функционирования модуля «Внесение изменений в график дежурств». В связи с этим качественная проработка соответствующих требований является важной составляющей исследования.

Диаграмма компонентов для модуля «Внесение изменений в график дежурств» представлена на рис. 3.

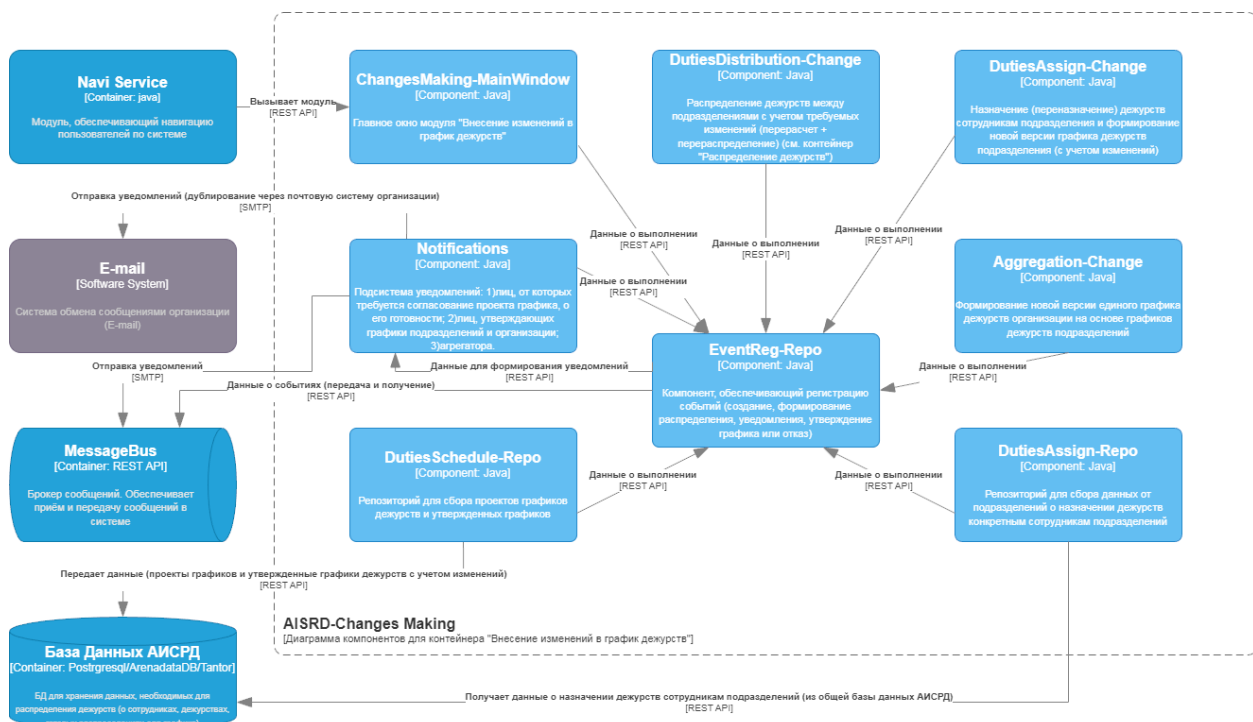


Рис. 3. Диаграмма компонентов для модуля «Внесение изменений в график дежурств»
Fig. 3. Component diagram for the Change-Making in the Duty Schedule module

Состав компонентов модуля

На диаграмме компоненты модуля «Внесение изменений в график дежурств» заключены в пунктирный прямоугольник, тогда как внешние контейнеры, с которыми они взаимодействуют, размещены за его пределами.

В состав контейнера «Внесение изменений в график дежурств» входят следующие компоненты:

1) главное окно модуля «Внесение изменений в график дежурств» (ChangesMaking-MainWindow);

- 2) распределение дежурств между подразделениями с учетом требуемых изменений (перерасчет и перераспределение) (DutiesDistribution-Change);
- 3) назначение (переназначение) дежурств сотрудникам подразделения и формирование новой версии графика дежурств подразделения (с учетом изменений) (DutiesAssign-Change);
- 4) формирование новой версии единого графика дежурств организации на основе графиков дежурств подразделений (Aggregation-Change);
- 5) репозиторий для сбора данных от подразделений о назначении дежурств конкретным сотрудникам подразделений (DutiesAssign-Repo);
- 6) репозиторий для сбора проектов графиков дежурств и утвержденных графиков (DutiesSchedule-Repo);
- 7) компонент, обеспечивающий регистрацию событий (создание, формирование распределения, уведомления, утверждение графика или отказ) (EventReg-Repo);
- 8) подсистема уведомлений: лиц, от которых требуется согласование проекта графика – о готовности графика; лиц, утверждающих графики подразделений и организации; агрегатора (Notifications).

Описание работы компонентов модуля

Необходимость во внесении изменений в график дежурств может возникнуть в рамках конкретного подразделения (например, в связи с заболеванием сотрудника) либо в рамках организации (например, введение нового вида дежурства).

В первом случае ответственный за назначение дежурств в подразделении создает новую версию графика дежурств (на основе текущего (актуального) графика дежурств), получает актуальные данные о дежурствах и о сотрудниках.

Далее в рамках компонента DutiesAssign-Change производится назначение (переназначение) дежурств сотрудникам подразделения и формирование новой версии графика дежурств подразделения (с учетом изменений).

Данные о назначении дежурств сотрудникам поступают в репозиторий. Если задача по назначению дежурств завершена, то полученный график отправляется в репозиторий (DutiesAssign-Repo).

После поступления измененного графика дежурств подразделения в репозиторий и уведомления агрегатора об этом формируется новая версия графика дежурств организации (компонент Aggregation-Change), которая поступает в соответствующий репозиторий DutiesSchedule-Repo.

Утвержденная версия графика дежурств поступает в базу данных АИСРД.

В случае, когда изменения касаются более чем одного подразделения организации, необходимо произвести перерасчет с учетом изменений и выполнить соответствующее перераспределение количества дежурств между подразделениями (компонент DutiesDistribution-Change).

После этого информация о необходимости внесения изменений поступает в соответствующие подразделения организации. Подразделения вносят необходимые изменения, затем графики дежурств подразделений агрегируют в график дежурств организации, и утвержденная новая версия графика поступает в базу данных АИСРД.

Требования к функциям модуля

С целью подготовки технического задания на создание автоматизированной системы разработаны требования к функциям модуля «Внесение изменений в график дежурств».

К функциям модуля «Внесение изменений в график дежурств» относятся следующие:

- подготовка к внесению изменений в график распределения дежурств между подразделениями на текущий расчетный период на основе утвержденного единого графика дежурств организации;

- внесение изменений в распределение дежурств между подразделениями;
- уведомление соответствующих ответственных за назначение дежурств в подразделениях и руководителей подразделений о необходимости внесения изменения;
- подготовка графика дежурств подразделения на текущий расчетный период к внесению изменений;
- назначение дежурств сотрудникам подразделения с учетом требуемых изменений;
- формирование новой версии проекта графика дежурств подразделения с учетом изменений;
- формирование проекта графика дежурств подразделения;
- уведомление лиц, от которых требуется согласование проекта графика, о его готовности;
- регистрация согласования или отказа в согласовании с указанием причин отказа, уведомление ответственного за назначение дежурств;
- уведомление руководителя подразделения о готовности проекта графика дежурств к утверждению с указанием сведений о согласовании или отказе в согласовании и невозможности учета пожеланий лица, от которого получен отказ в согласовании;
- регистрация утверждения или отказа в утверждении с указанием причин отказа и соответствующих требований руководителя, уведомление ответственного за назначение дежурств;
- уведомление агрегатора о готовности новой версии утвержденного графика дежурств подразделения с внесенными изменениями;
- получение данных о назначении дежурств конкретным сотрудникам подразделений в соответствии с требуемыми изменениями;
- формирование новой версии единого графика дежурств организации;
- уведомление о готовности новой версии единого графика дежурств организации уполномоченного на утверждение графика должностного лица;
- регистрация утверждения или отказа в утверждении с указанием причин отказа, уведомление ответственного за распределение дежурств между подразделениями (агрегатора);
- уведомление заинтересованных должностных лиц о внесенных изменениях.

Детализация требований к функциям модуля «Внесение изменений в график дежурств»:

1) Требования к функции «Подготовка к внесению изменений в график распределения дежурств между подразделениями на текущий расчетный период на основе утвержденного единого графика дежурств организации»:

- должна быть обеспечена возможность создания нового проекта графика распределения дежурств между подразделениями на основе действующего (утвержденного) графика с помощью меню и путем нажатия на кнопку на панели быстрого запуска;
- после создания документа с проектом графика должна быть обеспечена возможность получения и отображения в документе данных о планируемых изменениях;
- данные о планируемых изменениях должны быть представлены в форме таблицы, аналогичной графику распределения дежурств, при этом необходимые изменения должны быть выделены выбранным с помощью настроек способом;
- должна быть обеспечена возможность выбора способа выделения ячеек, соответствующих наличию или отсутствию дежурства в определенную дату (цветом, знаком или другим доступным способом).

Стоит отметить, что данные о планируемых изменениях включают сведения о дополнительных дежурствах, которые необходимо распределить между подразделениями, об отмене определенных дежурств, о необходимости перераспределения дежурств (снятие дежурств с одних подразделений и закрепление за другими). Указанные сведения лицо, распределяющее дежурства в организации (агрегатор), получает от уполномоченного лица, отвечающего за несение дежурств в организации.

2) *Требования к функции «Внесение изменений в распределение дежурств между подразделениями»:*

– система должна обеспечить возможность внесения изменений в автоматизированном режиме на основе выбранного алгоритма, а также в ручном режиме. Внесение изменений должно фиксироваться системой логирования;

– при необходимости ручной корректировки распределения дежурств должна быть обеспечена возможность отслеживания количества распределенных и нераспределенных подразделениям дежурств;

– окончание распределения дежурств должно подтверждаться соответствующей командой агрегатора;

– после окончания распределения новый график должен содержать как данные о распределении дежурств, так и изменения (в сравнении с предыдущей версией). Необходимо обеспечить удобство считывания информации об изменениях (наглядность);

– при распределении необходимо обеспечить минимизацию изменений для подразделений, то есть изменения не должны коснуться уже распределенных подразделению дежурств (за исключением случая их отмены).

3) *Требования к функции «Уведомление соответствующих ответственных за назначение дежурств в подразделениях и руководителей подразделений о необходимости внесения изменения»:*

– система должна обеспечить возможность отправки уведомления об изменениях руководителям подразделений и лицам, осуществляющим распределение дежурств в подразделениях;

– должна быть обеспечена возможность подтверждения получения и прочтения сообщения, содержащего уведомление.

4) *Требования к функции «Подготовка графика дежурств подразделения на текущий расчетный период к внесению изменений»:*

– должна быть обеспечена возможность создания нового проекта графика дежурств подразделения на основе действующего (утвержденного) с помощью меню и путем нажатия на кнопку на панели быстрого запуска;

– получение данных о планируемых изменениях графика дежурств происходит в автоматическом режиме. Данные об изменениях, касающихся подразделения, становятся доступны лицу, распределяющему дежурства между сотрудниками подразделения. В зависимости от настроек лицу, распределяющему дежурства в подразделении, могут быть доступны данные об изменениях как за своё подразделение, так и за другие подразделения организации. Соответствующие возможности настройки должны быть реализованы в АИСРД;

– данные о планируемых изменениях графика дежурств должны отображаться в отдельном окне, которое пользователь может располагать, как ему удобно. При этом должна быть обеспечена возможность масштабирования;

– форма соответствующего документа должна соответствовать форме, с которой работает агрегатор. При этом необходимо предусмотреть возможность отображения кроме количества назначенных дежурств также количества распределенных и нераспределенных дежурств каждого вида;

– необходимые изменения должны быть выделены выбранным с помощью настроек способом.

5) *Требования к функции «Назначение дежурств сотрудникам подразделения с учетом требуемых изменений»:*

– требования к функции «Назначение дежурств сотрудникам подразделения с учетом требуемых изменений» аналогичны требованиям функции «Назначение дежурств сотрудникам подразделения»;

– внесение изменений в график дежурств подразделения должно производиться в автоматизированном режиме на основе выбранного алгоритма;

– окончание внесения изменений в график дежурств должно подтверждаться соответствующей командой лица, назначающего дежурства в подразделении;

– после окончания распределения новый график должен содержать данные с учетом изменений. При этом необходимо обеспечить возможность отображения внесенных изменений (по сравнению с предыдущей версией графика).

б) Требования к функции «Формирование новой версии проекта графика дежурств подразделения с учетом изменений»:

– необходимо обеспечить возможность лицу, распределяющему дежурства между сотрудниками подразделения, после внесения изменений в график дежурств отметить полученное распределение как готовое и сформировать на основе этого распределения проект графика дежурств подразделения;

7) Требования к функции «Формирование проекта графика дежурств подразделения»:

– необходимо обеспечить возможность лицу, распределяющему дежурства между сотрудниками подразделения, после назначения дежурств отметить полученное распределение как готовое и сформировать на основе этого распределения проект графика дежурств подразделения;

– после формирования проекта графика дежурств должна быть обеспечена возможность его согласования (если такая необходимость предписана требованиями организации) соответствующими лицами;

– после формирования и согласования проекта графика дежурств должна быть обеспечена возможность его утверждения уполномоченным лицом;

– должна быть обеспечена возможность печати графика дежурств на бумажных носителях стандартных форматов (как правило, А4 и А3). Подготовка к печати (масштабирование содержания, границы, поля и пр.) должна производиться в автоматизированном режиме с минимальным участием пользователя, но под его контролем;

– график дежурств визуально в основном соответствует форме, которая используется в процессе распределения дежурств между сотрудниками;

– график дежурств должен представлять собой таблицу;

– в левой графе строки нумеруются по порядку. Правее указаны идентифицирующие данные (как правило, фамилия и инициалы сотрудника). При необходимости может быть введена графа, в которой указывается обозначение подразделения (нижестоящего), входящего в состав подразделения, в рамках которого распределяются дежурства. Правее указываются даты расчетного периода. В ячейках таблицы указываются обозначения дежурств, назначенных определенным сотрудникам в определенную дату.

– в заголовке графика должен быть указан расчетный период;

– на графике должны быть отметки о согласовании и утверждении графика. Должна быть указана актуальная версия графика и дата утверждения;

– категории согласующих должностных лиц определяются правилами, установленными в организации и ее подразделениях. Согласование графика может производиться, например, сотрудниками руководителями нижестоящих подразделений, входящих в состав подразделения, в рамках которого производится распределение дежурств;

– утверждение графика, как правило, возлагается на руководителя подразделения;

– согласование и утверждение должно выполняться цифровым способом на основе использования технологии электронной подписи.

8) Требования к функции «Уведомление лиц, от которых требуется согласование проекта графика, о его готовности»:

– система должна обеспечить возможность отправки уведомления о готовности проекта графика дежурств лицам, от которых требуется его согласование;

– должна быть обеспечена возможность подтверждения получения и прочтения сообщения, содержащего уведомление.

9) *Требования к функции «Регистрация согласования или отказа в согласовании с указанием причин отказа, уведомление ответственного за назначение дежурств»:*

– система должна обеспечить уведомление лица, распределяющего дежурства в подразделении, о решении должностного лица, уполномоченного на согласование графика дежурств;

– при отказе в согласовании система должна обеспечить возможность указания причины отказа. График может быть переработан с учетом предложений согласующих лиц;

– после согласования графика система должна обеспечить возможность его утверждения. При необходимости график может быть передан на утверждение без согласования.

10) *Требования к функции «Уведомление руководителя подразделения о готовности проекта графика дежурств к утверждению с указанием сведений о согласовании или отказе в согласовании и невозможности учета пожеланий лица, от которого получен отказ в согласовании»:*

– система должна обеспечить возможность уведомления должностного лица, уполномоченного на утверждение графика;

– должна быть обеспечена возможность подтверждения получения и прочтения сообщения, содержащего уведомление.

11) *Требования к функции «Регистрация утверждения или отказа в утверждении с указанием причин отказа и соответствующих требований руководителя, уведомление ответственного за назначение дежурств»:*

– система должна обеспечить уведомление лица, распределяющего дежурства в подразделении, о решении должностного лица, уполномоченного на утверждение графика дежурств;

– при отказе в утверждении система должна обеспечить возможность указания причины отказа. График подлежит переработке;

– после утверждения графика система должна обеспечить возможность его регистрации;

– должно быть обеспечено уведомление сотрудников и руководителей нижестоящих подразделений, входящих в состав подразделения, в рамках которого распределяются дежурства, об утверждении графика дежурств подразделения;

– после регистрации график считается готовым и должен становиться доступным агрегатору.

Регистрация графика заключается в присвоении ему учетного номера и версии.

12) *Требования к функции «Уведомление агрегатора о готовности новой версии утвержденного графика дежурств подразделения с внесенными изменениями»:*

– должна быть обеспечена возможность уведомления агрегатора о готовности утвержденного измененного графика дежурств подразделения (после его утверждения и регистрации);

– должна быть обеспечена возможность подтверждения получения и прочтения сообщения, содержащего уведомление.

13) *Требования к функции «Получение данных о назначении дежурств конкретным сотрудникам подразделений в соответствии с требуемыми изменениями»:*

– после появления в системе измененного графика дежурств от подразделения агрегатору должно поступить соответствующее уведомление (по каждому подразделению);

– после получения измененного графика дежурств подразделения должна быть обеспечена возможность подтверждения получения в ручном и автоматическом режиме;

– после получения измененного графика дежурств подразделения в форме для формирования единого графика дежурств организации должна появиться соответствующая отметка;

– должна быть обеспечена возможность занесения данных из полученных измененных графиков дежурств подразделений в новый проект единого графика дежурств организации (с учетом изменений).

14) Требования к функции «Формирование новой версии единого графика дежурств организации»:

– после получения измененных графиков дежурств подразделений агрегатор должен иметь возможность автоматического формирования нового проекта единого графика дежурств организации;

– после формирования нового проекта графика должна быть обеспечена возможность его утверждения уполномоченным лицом.

15) Требования к функции «Уведомление о готовности новой версии единого графика дежурств организации уполномоченного на утверждение графика должностного лица»:

– система должна обеспечить возможность уведомления о готовности новой версии единого графика дежурств организации должностного лица, уполномоченного на утверждение графика;

– должна быть обеспечена возможность подтверждения получения и прочтения сообщения, содержащего уведомление.

16) Требования к функции «Регистрация утверждения или отказа в утверждении с указанием причин отказа, уведомление ответственного за распределение дежурств между подразделениями (агрегатора)»:

– система должна обеспечить уведомление агрегатора о решении должностного лица, уполномоченного на утверждение графика дежурств;

– при отказе в утверждении система должна обеспечить возможность указания причины отказа. График подлежит переработке;

– после утверждения графика система должна обеспечить возможность его регистрации;

– регистрация графика заключается в присвоении ему нового регистрационного номера и версии.

17) Требования к функции «Уведомление заинтересованных должностных лиц о внесенных изменениях»:

– должно быть обеспечено уведомление подразделений об утверждении графика дежурств организации и агрегатора;

– должна быть обеспечена возможность подтверждения получения и прочтения сообщения, содержащего уведомление.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований выполнено моделирование и разработаны требования к компоненту автоматизированной информационной системы «Внесение изменений в график дежурств». Важность проработки механизма функционирования данного модуля обусловлена высокой частотой корректировок. Разработаны детальные требования к функциям данного модуля. Разработанные требования могут быть включены в техническое задание на создание АИСРД.

С целью иллюстрации функционирования системы построена модель архитектуры АИСРД, представляющая собой комплекс диаграмм на основе нотации С4. В рамках данного этапа работы разработана диаграмма компонентов модуля «Внесение изменений в график дежурств».

Разработанная модель позволяет достичь понимания работы системы как разработчиками, так и пользователями, включая должностных лиц и сотрудников организации.

На следующем этапе целесообразно разработать архитектурную модель и требования к сервисным компонентам АИСРД.

Список литературы

- C4 model. Notation. C4 model. [Электронный ресурс]. URL: <https://c4model.com/diagrams/notation> (дата обращения: 30.09.2025).
- ГОСТ 34.602-2020. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы: межгосударственный стандарт: утверждён и введён в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2021 г. № 1522-ст: введен взамен ГОСТ 34.602-89: дата введения 01.01.2022. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181804> (дата обращения: 28.09.2025).
- Диаграмма С4: описание, преимущества и практическое применение. Skupro [Электронный ресурс] – URL: <https://sky.pro/wiki/analytics/diagramma-s4-opisanie-preimushchestva-i-prakticheskoe-primeneniye/> (дата обращения: 28.09.2025)
- Документация BPMN 2.0. BPMN 2.0 на русском языке [Электронный ресурс]. URL: <https://bpmn20.ru/docs/docly-documentation> (дата обращения: 28.09.2025).
- Короленко В.В., Грибанов В.В., Дорошенко А.Б. 2018. Информационное обеспечение анализа логистической поддержки изделий авиационной техники. *Воздушно-космические силы. Теория и практика*. 6: 83–93.
- Короленко В.В., Ушаков А.Л., Мосеев Е.О. 2016. Автоматизированная система мониторинга технической эксплуатации самолетов. *Решетневские чтения*. 2: 420–422.
- Короленко М.Р., Ветохина В.А., Игрунова С.В., Короленко В.В. 2026. Моделирование распределения и агрегации дежурств в организации со сложной иерархической структурой. *Научный результат. Информационные технологии*. 11(1): 93–105. DOI: 10.18413/2518-1092-2026-11-1-0-8
- Короленко В.В., Емцова И.И., Трофимчук М.В., Федорова Е.В. 2022. Совершенствование нормативно-технической и методической базы в области управления жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники. *Воздушно-космические силы. Теория и практика*. 23: 89–96.
- Мордовин И.Н. 2021. Направления развития и применения информационных систем и технологий в военных образовательных и научно-исследовательских организациях. Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «АСУ, информационно-телекоммуникационные системы»: Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. Анапа, 2021: 97–114.
- Постановление Секретариата Всесоюзного центрального совета профессиональных союзов от 2 апреля 1954 г. «О дежурствах на предприятиях и в учреждениях». «Бюллетень ВЦСПС», № 8, 1954. СПС КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=87184&dst=100001#RYTbDyU88gKQkD9V1> (дата обращения: 29.09.2025).
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.09.2025). СПС КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&n=515484&base=LAW&from=523253-0-diff&rnd=Si5wg#0kVVYAVIZz1jbm3E1> (дата обращения: 30.09.2025).
- Указ Президента РФ от 10.11.2007 № 1495 (ред. от 24.06.2025) «Об утверждении общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации». СПС КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=508511#jRfQYAVoRkhGaEDE> (дата обращения: 27.09.2025).

References

- C4 model. Notation. C4 model. [Electronic resource]. URL: <https://c4model.com/diagrams/notation> (accessed: September 30, 2025).
- GOST 34.602-2020. Information Technology. Set of Standards for Automated Systems. Technical Specification for the Development of an Automated System: Interstate Standard. Approved and put into effect by Order No. 1522-st of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 19, 2021. Replaced GOST 34.602-89. Effective date: 01.01.2022. Electronic Fund of Legal and Regulatory-Technical Documents. [Electronic resource] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181804> (accessed: 28.09.2025) (in Russian).

- C4 Chart: Description, Benefits, and Practical Applications. Skypro. [Electronic resource]. URL: <https://sky.pro/wiki/analytics/diagramma-s4-opisanie-preimushchestva-i-prakticheskoe-primenenie/> (accessed: September 28, 2025) (in Russian).
- BPMN 2.0 Documentation. BPMN 2.0 in Russian. [Electronic resource]. URL: <https://bpmn20.ru/docs/docly-documentation> (accessed: September 28, 2025) (in Russian).
- Korolenko V.V., Gribanov V.V., Doroshenko A.B. 2018. Information support for the analysis of logistical support for aircraft products. *Aerospace forces. Theory and practice*, 6: 83–93 (in Russian).
- Korolenko V.V., Ushakov A.L., Moseev E.O. 2016. Automated monitoring system for the technical operation of aircraft. *Reshetnev readings*, 2: 420–422 (in Russian).
- Korolenko M.R., Vetokhina V.A., Igrunova S.V., Korolenko V.V. Modelling the Distribution and Aggregation of Duties in an Organization with a Complex Hierarchical Structure. *Research result. Information technologies*, 11(1): 93–105 (in Russian). DOI: 10.18413/2518-1092-2026-11-1-0-8
- Korolenko V.V., Yemtsova I.I., Trofimchuk M.V., Fedorova E.V. 2022. Improvement of the regulatory, technical and methodological base in the field of life cycle management of weapons, military and special equipment. *Aerospace forces. Theory and Practice*, 23: 89–96 (in Russian).
- Mordovin I.N. 2021. Directions of development and application of information systems and technologies in military educational and scientific research organizations. The state and prospects of modern science development in the field of "Automated control systems, information and telecommunication systems": Materials III All-Russian Scientific and Technical Conference. Anapa, 2021: 97–114 (in Russian).
- Decree of the Secretariat of the All-Union Central Council from April 2, 1954 "On duty at enterprises and institutions". "Bulletin VCSPPS", No. 8, 1954. SPC Consultantplus. [Electronic resource]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=87184&dst=100001#RYTbDyU88gKQkD9V1> (accessed: September 29, 2025) (in Russian).
- Labor Codex of the Russian Federation from December 30, 2001 No 197-FZ (Ed. from September 29, 2025). SPC Consultantplus. [Electronic resource]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&n=515484&base=LAW&from=523253-0-diff&rnd=Si5wg#0kvyavizz1jbm3e1> (accessed: September 30, 2025) (in Russian).
- Decree of the President of the Russian Federation from November 10, 2007 No. 1495 (as amended on June 24, 2025) "On Approval of the General Military Regulations of the Armed Forces of the Russian Federation". SPS ConsultantPlus. [Electronic resource]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=508511#jRfQYAVoRkhGaEDE> (accessed: September 27, 2025) (in Russian).

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 09.04.2026

Received April 09, 2026

Поступила после рецензирования 26.05.2026

Revised May 26, 2026

Принята к публикации 29.05.2026

Accepted May 29, 2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Короленко Виктор Владимирович, кандидат экономических наук, доцент кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Viktor V. Korolenko, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Intelligence Design Technologies, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Игрунова Светлана Васильевна, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Svetlana V. Igrunova, Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Intelligence Design Technologies, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia



Собенина Ольга Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры компьютерных интеллектуальных технологий проектирования, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Olga V. Sobenina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Intelligence Design Technologies, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Нестерова Елена Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры информационных и робототехнических систем, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Elena V. Nesterova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information and Robotic Systems, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia